

Как видно из таблицы, индекс токсичности сточных вод г. Сморгони находится в интервале от 3,5 % до 27,1 %. При $T \leq 10$ %, воды могут рассматриваться как относительно нетоксичные; при $10 \% \leq T \leq 20$ % – как слабо токсичные; при $20 \% \leq T \leq 50$ % – как среднетоксичные; при $50 \% < T$ – как высокотоксичные [2].

Эффективность детоксикации сточных вод на выходе очистных сооружений по данным метода биотестирования подвижности клеток составила 87,1 %, при этом около 27 % токсичности снижалось на стадиях механической очистки, что указывает на высокую степень содержания в сточных водах грубо- и мелко-взвешенных токсичных веществ. Биохимическую детоксикацию сточных вод осуществляет активный ил аэротенка и биопруды. Следует отметить недостаточно высокую детоксицирующую способность активного ила аэротенка, в результате чего дополнительную нагрузку по детоксикации сточных вод берут на себя биопруды.

Оценка индекса токсичности воды в точке сброса в реку Виляя по данным метода биотестирования подвижности клеток составила $3,5 \pm 0,4$ %, что характеризует сбрасываемые воды, как нетоксичные и соответствующие нормативным показателям.

Таким образом, полученные результаты указывают на то, что метод биотестирования подвижности клеток достаточно прост, информативен и чувствителен к токсичным веществам, что позволяет его рекомендовать для оценки эффективности детоксикации сточных вод на промышленных предприятиях и городских очистных сооружениях.

Список использованных источников

1 Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой. М.: Изд. центр «Академия». 3-е изд. 2010. 288 с.

2 Сазановец М. А., Игнатенко А. В. Анализ детоксикации водных сред методом биотестирования // Труды БГТУ. № 4: Химия, технология орган. в-в и биотехнология. 2014. С. 179–182.

УДК 57.083.1: 574.64

А.В. Игнатенко, доц., канд. биол. наук

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ СТОЧНЫХ ВОД

Рост численности населения и развитие промышленности, обеспечивающей его потребности, требует постоянного увеличения водопотребления. Одновременно растет и уровень загрязнения сточных вод опасными веществами, что создает проблему водоочистки. Для решения данной проблемы наряду с принятием организационных мер по защите окружающей среды, модернизацией технологических процессов и использованием эколого-биотехнологического подхода [1], необходимо также совершенствовать систему экологического контроля производства.

Цель работы – характеристика недостатков и совершенствование системы экологического контроля производства.

Основными загрязнителями воды являются, как известно, промышленные предприятия металлургии, химической, текстильной промышленности, расположенные в крупных городах.

Система городской хозяйственно-бытовой канализации предусматривает совместный сбор сточных вод различных предприятий и жилищно-коммунального хозяйства для очистки на городских очистных сооружениях, с последующим их выпуском в природные водоемы. В этой связи все участники процесса водопотребления и водоочистки связаны в единую цепь, и проблема водоочистки зависит от согласованных действий всех ее участников.

Главная роль в обеспечении экологической безопасности страны принадлежит государству, законодательно, административно и экономически регулирующему взаимоотношения в обществе. Государство нацелено на решение экологических задач за счет тех уча-

стников цепочки, которые загрязняют окружающую среду и у которых есть средства и возможности решения данных задач. Поскольку основным источником загрязнения воды выступают промышленные предприятия, и используемая на производстве вода загрязняется широким перечнем веществ, зависящих от специфики предприятия, на них ложится основная ответственность и затраты на процессы водоочистки.

Закон об охране окружающей среды обязывает предприятия осуществлять производственный экологический контроль за уровнем содержания основных загрязнителей [2], но не регламентирует, как его проводить, внутренним или внешним способом.

Внутренний экологический контроль производства предусматривает наличие собственной лаборатории, штата сотрудников-экологов и перечня решаемых ими задач с учетом требований НТД. Дополнительно с контролем, в частности, сточных вод, на производственные лаборатории накладываются обязанности экологического мониторинга окружающей среды вокруг предприятий.

Внешний экологический контроль проводится сторонними организациями, лабораториями сертификационных центров или других аккредитованных организаций, выполняющих разовые работы по заключенным с предприятиями договорам для контроля отдельных нормативных показателей.

Поскольку оценка экологического качества сточных вод только по показателям производственного контроля недостаточна, государством осуществляется контроль производства госнадзорными органами, использующими штрафные санкции в отношении предприятий, не обеспечивающих нормативных требований.

С целью экономии средств и снятия с себя дополнительной ответственности за мониторинг окружающей среды предприятия заменяют внутренний экологический контроль внешним и ликвидируют службы производственного экологического контроля или сокращают штат экологических сотрудников до 1-2 человек.

Меняется также и характер деятельности экологических служб. Вместо практической работы они заняты формальной бумажной работой по составлению отчетов для вышестоящих органов. В этом случае теряется основное назначение внутреннего экологического контроля – текущая настройка, оптимизация и регулирование технологических процессов с целью снижения безопасности производства для окружающей среды.

Для создания видимости экологического благополучия предприятия вместо совершенствования локальной водоочистки часто прибегают к разведению производственных сточных вод до нормативных показателей незагрязненными хозяйственно-бытовыми или другими водными ресурсами. В данном случае решение проблемы загрязнений сточных вод перекладывается на другого участника цепочки водоочистки – городские очистные сооружения.

Загрязнение сточных вод промышленных предприятий токсичными веществами, главным образом тяжелыми металлами, нефтепродуктами, поверхностно активными веществами нарушает работу городских очистных станций.

Типовая схема городских очистных сооружений не предусматривает специальной очистки СВ и осадков от токсичных веществ, а также методов контроля их детоксикации. Это приводит к тому, что активный ил в силу аккумулярующей способности, концентрирует в себе токсичные вещества, которые нарушают его жизнеспособность и снижают эффективность водоочистки. В этой связи проблема доочистки сточных вод перекладывается далее на природу, природное самоочищение водоемов, которое в настоящее время не успевает за темпами сброса загрязнителей. В результате загрязнение окружающей среды постоянно растет.

Следует также упомянуть об еще одном, явно не наблюдаемом участнике цепочки водоочистки, высших учебных заведениях, готовящих кадры промышленных экологов и биоэкологов для производственных предприятий.

Сокращение штата сотрудников-экологов или ликвидация экологических служб на предприятиях неизбежно приводят к снижению или прекращению набора абитуриентов в высшие учебные заведения, к сложности проведения производственной практики студентов и трудоустройства выпускников по экологическим специальностям.

В целом это тупиковый путь развития и для предприятий, и для общества, и для государства, который неизбежно ведет к возрастающему загрязнению окружающей среды. При сохранении такого подхода задачи водоочистки и очистки окружающей среды практически перекладываются на следующие поколения населения, иначе загрязнение окружающей среды неизбежно вызовет рост наследственных заболеваний, повышение смертности населения и угрозу экологической безопасности государства.

Контроль безопасности многокомпонентных сред, какими являются сточные воды, является сложной и нерешенной до сих пор прикладной проблемой.

Большое количество загрязнителей и высокий уровень загрязнений в производственных стоках служат, прежде всего, показателями несовершенства используемых технологических процессов, а также отсутствия их контроля и регулирования. Поэтому решение проблем водоочистки возможно только путем использования более эффективных технологий основного производства, применения новых технологий очистки воды для ее возврата в производство и снижения водопотребления, а также за счет укрепления служб экологического контроля [3], поскольку роль экологов в регуляции безопасности производства для окружающей среды ключевая.

Одним из основных направлений развития экологических служб предприятий должно стать использование экономически эффективных биоэкологических методов контроля.

При экологическом мониторинге безопасности сточных вод существует две основные задачи: 1) обнаружение опасных веществ и уровня их опасности; 2) идентификация загрязнителей и оценка их количественного содержания. В соответствии с этими задачами существуют и два основных подхода их решения: биологический и физико-химический.

В настоящее время широко используется физико-химический подход, основанный на проведении полного химического и минералогического анализа сточных вод, обнаружении в них отдельных опасных химических веществ и оценки их концентраций инструментальными физико-химическими методами анализа. К основным недостаткам физико-химического подхода относятся: отсутствие сведений о ПДК большинства веществ, высокая трудозатратность и стоимость полного химического и минералогического анализа, необходимость высокой квалификации сотрудников, невозможность проконтролировать опасность всех чужеродных веществ и их комбинаций. К физико-химическому подходу, выполняемому, как правило, сторонними организациями следует прибегать главным образом для решения второй задачи – идентификации природы загрязнителей и точного их количественного определения.

В условиях постоянного увеличения перечня используемых химических веществ, представляющих опасность для живых организмов, одновременно в смешанных сточных водах могут присутствовать загрязнители, включающие 1000 наименований, и контроль за 10-15 показателями, указанными в нормативной документации, не решает проблему экологической безопасности.

Физико-химический контроль даже в самых лучших лабораториях мира позволяет определить только малую часть всех токсичных веществ, а из-за высокой стоимости анализов практически контролируются менее десятка часто встречаемых токсикантов.

Один из простейших и эффективных методов, используемых для оценки токсичности сточных вод – биотестирование [4]. Для его проведения требуется выбрать тест-объект, тест функции и удобный метод контроля выбранных показателей.

В настоящее время существует целый ряд методов биотестирования токсичности на низших многоклеточных организмах (рыбы, беспозвоночные, ракообразные), а также одноклеточных организмах (простейшие, микроводоросли, биолюминесцирующие бактерии). Все они имеют свою область применения и не все подходят для анализа сточных вод. Для решения медицинских и санитарно-гигиенических задач, например, определения норм безопасности, ПДК приоритет должен отдаваться тестам на многоклеточных организмах, так как их системы жизнедеятельности находятся ближе к человеку.

Использование одноклеточных организмов более предпочтительно для решения задач экологического мониторинга, скрининга присутствия опасных веществ, поскольку не

требует сложной процедуры содержания тест-объектов, повышает чувствительность и оперативность анализа, снижает его стоимость. Одноклеточные тест-культуры микроорганизмов можно также использовать для оценки эффективности и регуляции процессов на всех стадиях водоочистки, в то время как многоклеточные организмы (рыбы, дафнии) применяются чаще на заключительном этапе очистки, поскольку они не выживают в загрязненных водах.

Практика биотестирования показала, что нет биологических объектов или их тестируемых функций одинаково чувствительных ко всем токсичным веществам, поэтому для достоверности контроля безопасности многокомпонентных сред с переменным химическим составом рекомендуется использовать несколько тест систем. Для сред с известным составом и природой загрязнителей достаточно и одной подобранной тест-системы.

Биотестирование позволяет одновременно контролировать все присутствующие загрязнители в сточных водах и оценить их общую токсичность. Оно является хорошей альтернативной сложным и дорогостоящим физико-химическим методам анализа, осуществляемым сторонними организациями, и может быть реализовано на предприятии для внутреннего контроля безопасности и регулирования производства, а также может быть использовано для экономического и административного управления.

За рубежом биотестирование сточных вод носит обязательный характер [3], и его результаты имеют приоритетное значение при контроле безопасности сточных вод и при выдаче разрешительных документов на их сброс в окружающую среду.

Список использованных источников

1 Прикладная экобиотехнология: учеб. пособие: в 2 т. / А. Е. Кузнецов [и др.]. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. Т. 1. 629 с. Т. 2. 485 с.

2 http://belzakon.net/Законы/Закон_РБ_Об_охране_окружающей_среды, ст. 94-96.

3 Пономарева Л.С. Организация аналитического контроля состава и свойств сточных вод // Методы соответствия, 2008. №2. С. 26-31.

4 Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой. М.: Изд. центр «Академия». 3-е изд. 2010. 288 с.

УДК 628.316.12

И.Ю. Козловская, ст. преп., канд. техн. наук

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь

СОРБЕНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ИЗ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Использованию цеолитов и цеолитсодержащих материалов в различных сорбционных процессах посвящено множество работ. Это объясняется свойствами цеолитов, алюмо- и кремнийкислородный каркас которых имеет избыточный отрицательный заряд, скомпенсированный катионами щелочных и редкоземельных металлов, что объясняет их высокую ионно-обменную и сорбционную емкость. Известно, что цеолиты обладают селективностью по отношению к ионам металлов. Показана возможность использования цеолитсодержащих материалов для извлечения тяжелых металлов из многокомпонентных полиметаллических растворов в процессах концентрирования металлов, для очистки сточных вод от ионов аммония, фторид- и сульфат-ионов, органических соединений (метанол, нафталин). Цеолитсодержащие материалы используются для связывания и ограничения подвижности ионов тяжелых металлов в почве и осадках сточных вод, очистки почв от нефтепродуктов.

Перед использованием в качестве сорбента цеолиты и цеолитсодержащие материалы могут быть подвергнуты активации или модификации для улучшения сорбционных свойств. Для этого проводят их химическую или физическую обработку. Химическая ак-