

Важно также отметить, что белорусские предприятия, потребляющие пигменты, работают в основном на импортном сырье. В свою очередь при производстве пигментов используется дорогое химически чистое сырье, также ввозимое из-за рубежа. В связи с этим, увеличение объема производства пигментов, особенно из отходов, является для Республики Беларусь чрезвычайно актуальным. Однако недостатком процесса переработки отработанных технологических растворов с получением пигментов является его высокая водоемкость, что, в свою очередь, приводит к образованию фильтрата и промывных сточных вод.

Для того чтобы разработать рекомендации по совершенствованию схем водопотребления и водоотведения в гальванических производствах необходимо:

- предусмотреть раздельный сбор отработанных технологических растворов и сточных вод с целью получения на их основе вторичного сырья;
- на каждом предприятии установить количество образующихся отходов, их состав и определить потенциальное количество вторичного сырья;
- провести сравнительный технико-экономический анализ вариантов раздельного сбора и подготовки к использованию отходов гальванического производства;
- разработать типовые технологические регламенты обработки (с целью подготовки к использованию) и переработки отходов (шламов, растворов).

Список использованных источников

1 Обследование оборудования и действующих технологий очистки сточных вод гальванических цехов (участков), определение элементного и фазового состава гальванических шламов, шламов очистных сооружений, хранящихся на площадках предприятий Республики Беларусь с разработкой рекомендаций по улучшению экологических характеристик гальванического производства: отчет о НИР (заключ.) / Белорусский государственный технологический университет; рук. темы В.Н. Марцуль. – Минск, 2012. – 155 с. - № ГР 20114306.

УДК 57.083.1: 574.64

В.Л. Балашова¹; А.В. Игнатенко², доц., канд. биол. наук

¹РУП «Минский тракторный завод», г. Минск, Беларусь,

²Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ И ДЕТОКСИКАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ПОДВИЖНОСТИ КЛЕТОК

Контроль эффективности очистки сточных вод является актуальной задачей повышения экологической безопасности окружающей среды. Для его проведения могут быть использованы как физико-химические, так и биологические методы анализа. Для скрининга присутствия опасных веществ в сточных водах более предпочтительно применение интегрального контроля на основе методов биотестирования. Они значительно дешевле, проще и позволяют проводить комплексный анализ безопасности водной среды [1].

При выборе биообъектов и тест-функций для обнаружения опасных веществ методом биотестирования наряду с показателями, характеризующими точность, экономичность, длительность измерений, немаловажное значение имеет также и чувствительность анализа, поскольку предельно допустимый уровень многих опасных веществ находится в интервале: $10^{-2} - 10^{-4}$ мг/л.

Целью данной работы является анализ чувствительности обнаружения тяжелых металлов, а также оценка токсичности и детоксикации сточных вод отдельных предприятий методом биотестирования подвижности клеток микроводоросли *E.gracilis*.

В работе использовали: сточные воды РУП МТЗ, очистных сооружений г. Сморгони на разных стадиях их очистки. В качестве модельных токсикантов служили соли тяжелых металлов (ТМ): $Pb(CH_3COO)_2$, $CuSO_4$, $ZnSO_4$, $FeSO_4$, концентрации которых изменяли в интервале $10^{-8} - 10^{-2}$ моль/л.

Для биотестирования токсичности сточных вод использовали 3-х суточную культуру клеток микроводоросли *E.gracilis*, которую выращивали в среде Лозино-Лозинского [2].

Биотестирование токсичности модельных растворов и отобранных проб сточных вод проводили по изменению подвижности клеток *E.gracilis*, как описано ранее [2]. Индекс токсичности (Т) водных сред определяли по формуле

$$T = (v_o - v_1) / v_o \cdot 100 \%,$$

где v_o , v_1 – значения средней скорости движения клеток тест-культуры в чистой воде и анализируемой среде соответственно.

Полученные данные обрабатывали статистически, используя программное обеспечение Microsoft Excel.

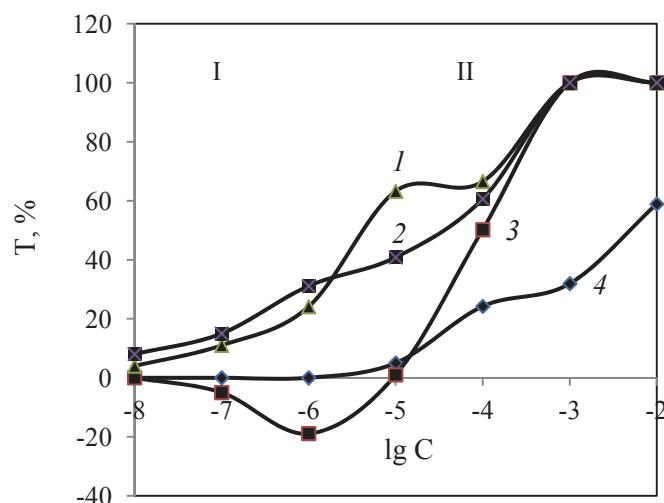
На первом этапе работы было изучено влияние отдельных тяжелых металлов на подвижность клеток *E.gracilis* в модельных условиях.

На рисунке 1 приведены результаты анализа изменения индекса токсичности от логарифма концентрации водных растворов солей тяжелых металлов при биотестировании подвижности клеток микроводоросли *E.gracilis* в модельных условиях.

Как видно из рисунка 1, тест-культура клеток *E.gracilis* чувствительна к изменению уровня содержания тяжелых металлов в водной среде. Различные тяжелые металлы оказывают на тест-культуру неодинаковое действие. Наблюдаются как минимум две фазы влияния тяжелых металлов на подвижность клеток: I – при низких концентрациях и II – при высоких концентрациях.

Для ионов цинка наблюдалась активация подвижности клеток при малых концентрациях, что видимо, связано с биогенным характером действия данного тяжелого металла. Максимальная чувствительность клеток микроводоросли отмечена для ионов свинца и меди. Наименьшую чувствительность тест-культура проявляла к ионам железа.

Дозные зависимости показателя токсичности от концентрации тяжелых металлов при биотестировании подвижности клеток носят нелинейный характер, что характерно для многих методов биотестирования.



1 – сульфат меди; 2 – ацетат свинца;

3 – сульфат цинка; 4 – сульфат железа

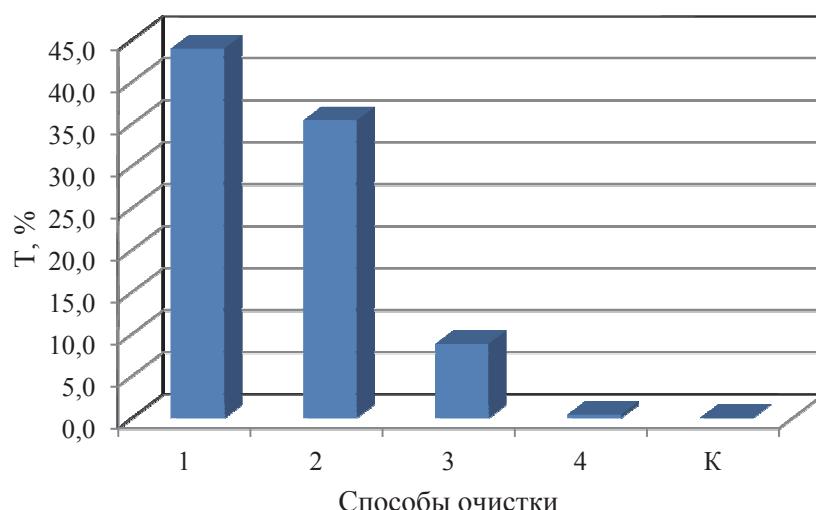
Рисунок 1 – Дозные зависимости изменения индекса токсичности (Т) растворов солей тяжелых металлов при биотестировании подвижности клеток *E. gracilis*

Метод анализа подвижности клеток характеризует состояние их биоэнергетики и больше отражает стрессовый характер действия ионов тяжелых металлов на клетки. В отличие от теста на выживаемость клеток, длительность которого составляет, 96 ч или 24 ч,

метод биотестирования подвижности клеток отличается малой длительностью анализа (15 мин), хорошей чувствительностью и характеризует начальные процессы воздействия тяжелых металлов на клетки.

Это позволяет использовать метод биотестирования подвижности клеток *E. gracilis* для оценки токсичности и детоксикации сточных вод предприятий.

На рисунке 2 приведены результаты биотестирования токсичности сточных вод цеха гальваники РУП МТЗ.



1 – до очистки; 2 – после очистки методом электроагрегации; 3 – после очистки биосорбционным методом; 4 – после очистки комбинированным способом; К – чистая контрольная среда

Рисунок 2 – Изменение индекса токсичности сточных вод цеха гальваники РУП «МТЗ» в зависимости от способа водоочистки по данным метода биотестирования подвижности тест-культуры клеток *E.gracilis*

Как следует из полученных данных, метод биотестирования подвижности клеток хорошо различает загрязненную и очищенную воду. Исходная сточная вода цеха гальваники загрязнена тяжелыми металлами и оказывает токсичное действие на тест-культуру клеток *E.gracilis*. Использование метода электроагрегации для очистки сточных вод лишь незначительно снижает уровень их токсичности, в то время как метод биосорбционной очистки обеспечивает высокий уровень детоксикации сточных вод. Наилучшие результаты были получены при использовании комбинированного метода электроагрегационной и биосорбционной очистки сточных вод цеха гальваники РУП МТЗ.

Метод биотестирования подвижности клеток *E. gracilis* был также апробирован при анализе детоксикации сточных вод на городских очистных сооружениях г. Сморгони (таблица).

Таблица – Анализ токсичности и детоксикации сточных вод г. Сморгони методом биотестирования подвижности клеток

№	Образцы	Индекс токсичности, %
1	Выход из цеха механической очистки	$27,1 \pm 0,2$
2	Первичный отстойник	$21,7 \pm 0,5$
3	Аэротенк	$19,8 \pm 0,4$
4	Вторичный отстойник	$13,1 \pm 0,2$
5	Вход в биопруд	$9,2 \pm 0,5$
6	Место сброса очищенных сточных вод в реку Вилия	$3,5 \pm 0,4$

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 данному 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 Вилия 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 хозяйствственно-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-