

Метод повышения эффективности биологической очистки сточных вод оптико-механического производства

С.В. Сулова, аспирант¹

А.С. Сироткин, заведующий кафедрой, профессор, д-р техн. наук¹

Д.Г. Хузяшева, главный химик, канд. хим. наук²

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет

²ОАО «Казанский оптико-механический завод», г. Казань

e-mail: 3333053@gmail.com

Ключевые слова:

биологическая очистка сточных вод, ионы тяжелых металлов, синтетические поверхностно-активные вещества, локальная обработка.

В статье обсуждаются результаты лабораторных исследований биологической очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов и синтетических поверхностно-активных веществ. В результате исследований получены данные о зависимости качественного и количественного состава очищенной сточной воды от последовательности смешения отдельных потоков сточных вод. Представлены результаты по исследованию удельной адсорбции металлов биомассой активного ила. Рассчитан предполагаемый предотвращенный экологический ущерб от сброса загрязняющих примесей в реку.

1. Введение

Количественный и качественный состав производственных сточных вод промышленных предприятий зависит от отрасли промышленности, номенклатуры производимых изделий, технологических процессов производства продукции. Сточные воды промышленных предприятий содержат в своем составе механические примеси органического и минерального происхождения, растворенные соединения органического и неорганического происхождения, в том числе токсичные.

В некоторых случаях, даже после обработки на очистных сооружениях, сточные воды содержат загрязняющие вещества в концентрациях, превышающих предельно допустимые нормы. Это зачастую связано с низкой эффективностью, а нередко и с отсутствием локальных систем очистки, основное назначение которых — максимальное замыкание водооборота в конкретном технологическом процессе, а также снижение концентрации специфических загрязнений в сточной воде.

В данной работе описан поиск экономически обоснованной локальной обработки сточных вод, загрязненных ионами тяжелых металлов и синтетическими поверхностно-активными веществами (СПАВ).

2. Экспериментальная часть, результаты и их обсуждение

Исследования проводились на сточных водах оптико-механического завода. Основной продукцией завода являются оптические приборы и системы, производство которых включает различные цеха и производства — литейный цех, цех по переработке пластмасс, цех покрытий по металлу, оптическое производство, деревообрабатывающий, сборочные, вспомогательные цеха.

Подготовка эксперимента

По результатам мониторинга потоков сточных вод всех цехов и производств оптико-механического завода выявлены основные источники загрязнения — гальванический участок цеха покрытий по металлу и участок промывки оптического производства. К токсичным загрязняющим факторам сточных вод предприятия относятся ионы тяжелых металлов (меди, хрома, никеля, цинка) и СПАВ, среди которых доминирует додецилсульфат натрия [1].

В результате исследования модельных растворов сточных вод методом электропарамагнитного резонанса (ЭПР) [2] установлено значительное снижение токсичности сточной воды в результате смешения потоков сточных вод гальванического

Таблица 1

Результаты биологической очистки сточных вод

Наименование определяемого вещества	Поступающая сточная вода, смешанная по традиционной схеме	Поступающая сточная вода, смешанная по предлагаемой схеме	Вода, очищенная по традиционной схеме смешения в первом аэротенке	Вода, очищенная по предлагаемой схеме смешения во втором аэротенке
ХПК, мг/л	113–117	107–110	33–36	10–14
Хром, мг/л	0,20–0,024	0,17–0,22	0,02–0,064	0,005–0,028
Медь, мг/л	0,09–0,16	0,07–0,14	0,02–0,05	0,009–0,03
Никель, мг/л	0,28–0,39	0,25–0,34	0,06–0,098	0,018–0,06
Цинк, мг/л	0,05–0,09	0,044–0,09	0,02–0,05	0,01–0,03
СПАВ, мг/л	0,27–0,385	0,25–0,32	0,07–0,132	0,05–0,09
pH	7,7	7,6	7,6	7,4

участка и участка промывки оптики [1], а также наличие взаимодействия ионов тяжелых металлов и СПАВ. Это позволило предложить усовершенствованный способ локальной обработки сточной воды завода перед ее поступлением на очистные сооружения.

Суть способа локальной обработки состоит в использовании схемы отдельного смешения двух потоков производственных сточных вод, загрязненных токсичными загрязняющими примесями — ионами тяжелых металлов и СПАВ, с дальнейшим поступлением стока в общезаводской коллектор для очистки на биологических очистных сооружениях (БОС) ОАО «Казанский оптико-механический завод» (ОАО «КОМЗ»). В соответствии с планом распределения воды и стоков по подразделениям ОАО «КОМЗ» на очистные сооружения завода поступает 1045 м³ сточной воды в сутки. По данным технологического регламента БОС ОАО «КОМЗ», соотношение поступающего стока и подаваемого в аэротенк активного ила составляет 100:45, время обработки сточной воды в аэротенке 6–8 часов, а концентрация активного ила в аэротенке составляет от 1,5 до 2 г/л.

Параметры эксперимента

Результаты экспериментальных исследований были получены в лабораторных условиях. В ходе эксперимента сточная вода предприятия поступала на биологическую очистку на два параллельно работающих аэротенка, объемом 1,3 литра каждый. В опыте имитировалось среднесуточное соотношение сточной воды и активного ила (100:45). Концентрация активного ила в аэротенках составляла 1,8 г/л, время обработки в аэротенке — 6 часов. Биологическая очистка сточных вод осуществлялась в условиях периодического эксперимента. В первом аэротенке очищались сточные воды, полученные в результате смешения по существующей схеме. Во второй аэротенк для очистки поступали сточные воды, полученные путем предварительного смешения потока

гальванического производства, загрязненного ионами тяжелых металлов, с потоком оптического производства, загрязненного СПАВ, а через 30 минут — с общезаводским стоком. В условиях второй схемы смешения было отмечено образование комплексных соединений ионов тяжелых металлов и СПАВ, благодаря чему снижалась токсичность поступающего смешанного стока [2].

В ходе эксперимента качество поступающей и очищенной воды определялось по значениям ХПК, СПАВ, а также по содержанию ионов металлов, доминирующих в сточных водах, с использованием стандартных аналитических методик. Данные исследования позволили определить зависимость качественного состава очищенной сточной воды от последовательности смешения отдельных потоков сточных вод. Результаты исследования приведены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, при использовании предлагаемой схемы эффективность очистки сточной воды от СПАВ и ионов металлов увеличилась на 9–19% по сравнению с существующей схемой.

Определение удельной адсорбции металлов

Биологически очищенную сточную воду фильтровали и определяли в ней содержание ионов тяжелых металлов. Разность между начальной и конечной концентрациями ионов металлов определяли как сорбционную способность активного ила. С учетом концентрации активного ила рассчитывали удельную адсорбцию металлов биомассой.

Таблица 2

Удельная адсорбция металлов биомассой активного ила

Адсорбируемое вещество (ионы)	В первом аэротенке, мг/(сут. · г _{ила})	Во втором аэротенке, мг/(сут. · г _{ила})
Хром	до 0,28	до 0,32
Медь	до 0,13	до 0,16
Никель	до 0,40	до 0,46
Цинк	до 0,07	до 0,09

Анализ проб иловой смеси, отобранных из аэротенков, показал, что количество сорбированных активным илом ионов металлов во втором аэротенке (предлагаемая схема) больше в среднем на 20%, чем в первом аэротенке (существующая схема). Это говорит о большем сродстве металлорганических комплексов с флокулами активного ила, чем ионов металлов. Результаты анализа приведены в табл. 2.

Обсуждение результатов

Полученные данные позволяют сделать вывод, что эффективность очистки сточных вод во втором аэротенке повышается за счет увеличения сорбции ионов металлов активным илом. Однако при этом можно ожидать угнетения микробной активности активного ила из-за ингибирования культур активного ила ионами металлов.

Как известно, на первой стадии биodeградации примесей сточных вод в аэротенке происходит адсорбция молекул и/или ионов загрязняющего вещества флокулами активного ила. Сточная вода во втором аэротенке, как было отмечено выше, содержит комплексные соединения ионов тяжелых

металлов и СПАВ, следовательно, речь идет об адсорбции комплексных соединений на поверхности активного ила. Органическая часть комплекса довольно быстро биологически потребляется, так как додецилсульфат натрия, который составляет основу исследуемых СПАВ, легко доступен для биodeградации [3]. В результате биodeградации СПАВ ионы тяжелых металлов накапливаются на поверхности активного ила, а также транспортируются внутрь клеток.

3. Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что для повышения эффективности очистки сточной воды на биологических очистных сооружениях промышленных предприятий целесообразно корректировать схему смешения потоков сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов и СПАВ. Предотвращенный экологический ущерб от сброса загрязняющих примесей в реку Казанка в стоимостном эквиваленте при использовании предлагаемого режима смешения отдельных потоков сточных вод составил около 90 тыс. руб. в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сулова С.В., Сироткин А.С., Хузяшева Д.Г. Анализ основных источников загрязнения воды ионами тяжелых металлов и СПАВ на примере ОАО «Казанский оптико-механический завод // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан: Тезисы докладов VII республиканской научной конференции. — Казань: Новое знание, 2007. — С. 168.
2. Сулова С.В., Сироткин А.С., Хузяшева Д.Г., Морозов В.И. Смешение отдельных потоков производственных сточных вод, загрязненных ионами тяжелых металлов и СПАВ, для их локальной обработки // Вестник Казанского технологического университета. — 2011. — № 6. — С. 54—59.
3. ГОСТ Р 50595 Вещества поверхностно-активные. Метод определения биоразлагаемости в водной среде: введ. 1993 09.28. — М.: Изд-во стандартов, 1988.

Efficiency Increase Method of Biological Treatment of Optical Mechanics Production Sewage

S.V. Suslova, Graduate Student, Kazan National Research Technological University

A.S. Sirotkin, Head of Chair, Doctor of Engineering, Professor, Kazan National Research Technological University

D.G. Khuzyasheva, Chief Chemist, Ph.D. in Chemistry, OJSC Kazan optical mechanics plant, Kazan

Laboratory results of biological sewage treatment from ions of heavy metals and synthetic surface-active substances are discussed in this article. The data on dependence of cleared sewage's qualitative and quantitative composition from the mixture sequence of sewage's separate streams are obtained as a result of researches. Results on research of specific adsorption of metals by activated sludge biomass are presented. The estimated prevented ecological damage from dumping of polluting impurity to the river is calculated.

Keywords: biological sewage treatment, heavy-metal ions, synthetic surface active substances, local processing.