

На правах рукописи



СУСЛОВА СВЕТЛАНА ВАСИЛЬЕВНА

**ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

03.02.08 - Экология (в химии и нефтехимии)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Казань – 2016

Работа выполнена на кафедре промышленной биотехнологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Научный доктор технических наук, профессор

руководитель: **Сироткин Александр Семенович**

Официальные **Васильев Андрей Витальевич**, доктор технических наук, профессор,

оппоненты: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», заведующий кафедрой «Химическая технология и промышленная экология»

Николаева Лариса Андреевна,

кандидат химических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», доцент кафедры «Технология воды и топлива»

Ведущая федеральное государственное бюджетное образовательное
организация: учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ».

Защита диссертации состоится 7 декабря 2016 года в 14.00 часов на заседании объединенного совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 999.097.02 на базе ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» по адресу: 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68, зал заседаний Ученого совета (каб. А-330).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» и на сайте www.kstu.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2016 года

Ученый секретарь

диссертационного совета

Д 999.097.02



Степанова

Светлана

Владимировна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Крупные химические, нефтехимические, приборостроительные и другие предприятия промышленности в составе сточных вод, образующихся в ходе промышленного производства, как правило, содержат примеси, обладающие различными физико-химическими свойствами. Из практики водоотведения промышленных предприятий известны факты обезвреживания сточных вод с использованием их отдельных потоков от различных производств, при смешении которых с участием поллютантов протекают реакции окисления, восстановления, замещения, комплексообразования в процессах коагуляции, флокуляции, хемосорбции, сопровождающихся выделением продуктов взаимодействия компонентов сточных вод, чаще всего, в виде твердой дисперсной фазы.

Разработка экономически обоснованных технических решений для повышения экологической безопасности промышленных производств с учетом и использованием физико-химических особенностей веществ в отдельных потоках сточных вод, содержащих, в частности, соединения тяжелых металлов и синтетические поверхностно-активные вещества, для повышения эффективности очистки химически загрязненных сточных вод и снижения техногенной нагрузки на открытые водоемы, является актуальной задачей.

Цель работы¹ состояла в разработке и обосновании способа снижения токсичности химически загрязненных сточных вод оптико-механического производства, содержащих ионы тяжелых металлов (на примере Cr (VI), Cu (II), Ni (II)) и СПАВ для повышения эффективности биологической очистки сточных вод.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1 Выявить основные загрязняющие вещества в сточных водах оптико-механического производства и оценить их токсичность в условиях имеющейся схемы водоотведения.

2 Разработать и обосновать способ смешения отдельных потоков производственных сточных вод с учетом свойств их компонентов для снижения токсичности смешанного стока.

3 Исследовать механизм и причины снижения токсичности смешанного стока

1

В постановке цели и реализации задач аналитических исследований объектов диссертационной работы принимала участие к.х.н. Хузяшева Д.Г.

гальванического и оптического производств.

4 Исследовать процесс биологической очистки сточных вод оптико-механического производства с использованием разработанной схемы водоотведения предприятия. Провести оценку некоторых физико-химических и биологических свойств активного ила биологических очистных сооружений.

5 Разработать технологические рекомендации по изменению схемы водоотведения предприятия.

6 Провести эколого-экономическую оценку предлагаемого технического проекта.

Научная новизна работы. Теоретически обоснована и экспериментально доказана целесообразность предварительного смешения отдельных потоков сточных вод гальванического цеха и оптического производства, содержащих ионы металлов (на примере Cr (VI), Cu (II), Ni (II)) и синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) для снижения токсичности объединенного стока и обеспечения эффективной биологической очистки сточных вод.

На основании результатов исследования в условиях оптико-механического производства предложена новая схема водоотведения предприятия. Выявлены механизмы снижения токсичности производственных сточных вод в условиях смешения металл- и СПАВ-содержащих потоков по предлагаемой схеме.

Исследованы процессы биологической очистки сточной воды от ионов металлов и СПАВ в условиях традиционной и предлагаемой схем водоотведения. Установлена зависимость качественного и количественного состава очищенной сточной воды от последовательности смешения отдельных потоков сточных вод в схеме водоотведения.

Практическая значимость. Предложен способ снижения токсичности химически загрязненного промышленного стока, заключающийся в изменении схемы смешения отдельных потоков металл- и СПАВ-содержащих сточных вод оптико-механического производства перед биологической очисткой смешанного стока. Разработана новая схема водоотведения сточных вод предприятия с последующим повышением эффективности биологической очистки сточных вод. Разработанная схема рекомендована к внедрению на ОАО «Казанский оптико-механический завод» (КОМЗ).

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной рабо-

ты были доложены на VII республиканской научной конференции «Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан» (г. Казань, 2007), IV и V Международных экологических конгрессах «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» (г.г. Тольятти и Самара, 2013, 2015), I Республиканской молодежной экологической конференции (г. Казань, 2014), ежегодных научных сессиях Казанского национального исследовательского технологического университета (2013-2015 гг.).

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 9 статьях в научно-технических журналах и сборниках, в том числе 4 – в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, а также в 5 тезисах докладов на конференциях различного уровня и журналах.

На защиту выносятся:

1 Оценка токсичности основных загрязняющих веществ сточных вод оптико-механического производства в условиях имеющейся схемы водоотведения.

2 Разработка и обоснование схемы смешения отдельных производственных потоков сточных вод с учетом свойств их компонентов для снижения токсичности смешанного стока.

3 Результаты выявления механизма снижения токсичности смешанного стока, содержащего ионы металлов и АСПАВ по предлагаемой схеме водоотведения.

4 Сравнительный анализ эффективности биологической очистки химически загрязненных сточных вод предприятия в условиях традиционной и предлагаемой схем водоотведения.

5 Технологические рекомендации по изменению схемы водоотведения действующего предприятия на биологические очистные сооружения.

Личный вклад автора состоит в проведении экспериментальных исследований, обработке, интерпретации и обобщении полученных результатов, а также в формулировке выводов.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 118 страницах машинописного текста, содержит 20 таблиц и 23 рисунка, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Список литературы включает 150 наименования работ отечественных и зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулировано направление исследований.

В первой главе рассмотрен состав химически загрязненных сточных вод предприятий промышленности, токсичность основных загрязняющих веществ, основные методы очистки сточных вод от ионов металлов и СПАВ. Рассмотрены варианты существующих способов совместного обезвреживания разнообразных промышленных отходов, а также научные основы взаимодействия веществ в результате совместного обезвреживания.

Во второй главе описаны объекты и методы исследований. Объектами исследования служили: сточные воды оптико-механического производства различных цехов и производств; сточные воды гальванического производства, содержащие токсиканты - ионы металлов Cr (VI), Cu (II), Ni (II); сточные воды оптического производства, содержащие в качестве токсикантов СПАВ; сточные воды предприятия, смешанные по традиционной схеме; сточные воды предприятия, смешанные по предлагаемой схеме; активный ил биологических очистных сооружений ОАО «КОМЗ»; модельные растворы, содержащие ионы металлов (Ni (II), Cr (VI), Cu (II)) и додецилсульфат натрия, являющийся образцом СПАВ, преимущественно содержащийся в сточной воде рассматриваемого предприятия. В ходе исследований использовали реактивы марок «Х.ч.» и «ч.д.а.».

Для определения и обоснования механизмов обезвреживания сточных вод и снижения их токсичности использовали взаимодополняющие независимые биологические, физические и физико-химические методы исследования: биотестирование, микроскопия, метод электронного парамагнитного резонанса, фотоколориметрия, метод динамического рассеяния света и другие.

В ходе исследований имитировали традиционную и предлагаемую схемы водоотведения предприятия с использованием сточной воды гальванического и оптического производств; в качестве сточной воды других цехов и производств, которые содержат загрязняющие вещества в незначительных количествах, использовали водопроводную воду. Соотношение сточных вод и водопроводной воды и последовательность смешения определялись из реального соотношения сточных вод на ОАО «КОМЗ». Исследуемые схемы водоотведения представлены на рисунке 1.

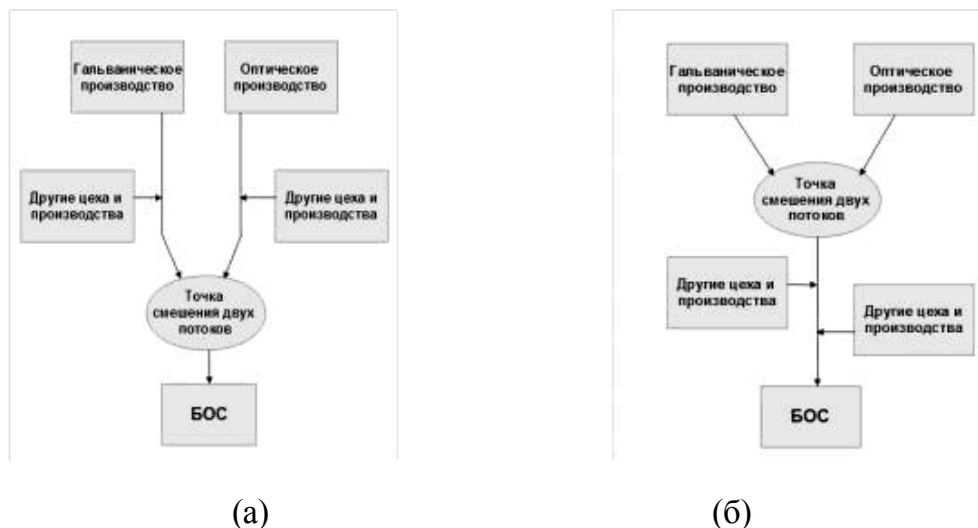


Рисунок 1 – Традиционная (а) и предлагаемая (б) схемы водоотведения предприятия

Биотестирование сточных вод проводилось согласно методике определения токсичности отходов, почв, осадков сточных, поверхностных и грунтовых вод с использованием равноресничных инфузорий *Paramecium caudatum Ehrenberg* (ФР.1.39.2006.02506, 2006).

Дегидрогеназная активность активного ила определялась согласно методике предложенной ВНИИ ВОДГЕО (Роговская, Ц.И. Рекомендации по методам производства анализов на сооружениях биохимической очистки промышленных сточных вод, 1970).

Определение концентраций загрязняющих веществ в сточной воде: ионов металлов Ni (II), Cr (VI), Cu (II), СПАВ проводилось с помощью стандартных аналитических методик (ПНД Ф 14.1.46-96, ПНД Ф 14.1;2.52-96, ПНД Ф 14.1;2.48-96, ПНД Ф 14.1.2.15-95).

Исследование предполагаемого взаимодействия ионов металлов и СПАВ проводили методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Спектры ЭПР измерялись на спектрометре электронного парамагнитного резонанса ELEXSYS-E500. Сравнительные измерения оптической плотности сточных вод проводили на фотоколориметре КФК-2.

Для исследования размеров частиц в сточных водах использовали метод динамического рассеяния света с помощью лазерного анализатора наночастиц «Malvern Zetasizer Nano» (Великобритания). Диапазон измерения в жидкой среде от 1 до 6000 нм.

В третьей главе проводится оценка токсичности сточных вод и исследование механизма снижения токсичности.

Для оценки токсичности сточных вод ОАО «КОМЗ» использовали сточные воды гальванического производства (ГП) и оптического производства (ОП), а также других

цехов и производств предприятия. Определяли токсичность воды от источников образования до поступления в общий коллектор в определенных точках водоотведения. В таблице 1 представлены диапазоны значения токсичности сточных вод в точках отбора.

Таблица 1 - Токсичность образцов сточных вод ОАО «КОМЗ»

Точка отбора водных проб	Токсичность, %
Гальванический цех	от 70 до 100
Оптическое производство	от 40 до 100
Коллектор смешения сточной воды гальванического цеха и других (сборочные, контрольно-испытательная станция, центральное конструкторское бюро, поликлиника, котельная и другие вспомогательные)	От 55 до 80
Коллектор смешения сточной воды оптического производства и других (сборочные, деревообрабатывающий, заводоуправление, литейный, вспомогательные)	От 35 до 75
Коллектор объединения вышеуказанных смешанных потоков в общий поток перед попаданием на БОС	От 40 до 70

Как видно из таблицы 1, токсичность стока по схеме водоотведения от источников образования до выхода с предприятия на БОС не повышается, из чего следует, что сточные воды других цехов и производств предприятия имеют меньшую токсичность, чем сточные воды гальванического цеха и оптического производства, которые являются основными причинами токсичности сточных вод ОАО «КОМЗ» вследствие попадания в воду ионов тяжелых металлов (хром (VI), медь (II), никель (II) и СПАВ, соответственно.

Для определения токсичности металлосодержащих сточных вод использовали реальные сточные воды гальванического цеха. Концентрации металлов в сточной воде находились в следующих диапазонах, мг/дм³: Ni (II) - от 2,2 до 3,5; Cr (VI) - от 2,3 до 11,2; Cu (II) - от 1,3 до 2,0. Для определения токсичности СПАВ-содержащих сточных вод использовали реальные сточные воды оптического производства. Диапазон концентраций СПАВ в сточной воде оптического производства составлял от 1,5 до 11,7 мг/дм³.

В качестве способа снижения токсичности отдельных сточных вод было предложено совместное обезвреживание смешением сточных вод указанных производств в соотношении 1:1 в соответствии с реальным среднесуточным объемом на производствах (табл. 2). Показано, что смешение сточных вод в соотношении 1:1 приводит к снижению токсичности смешанного стока в сравнение с исходной сточной водой. Токсичность смешанного стока не превышает 63 % и имеет минимальное значение 28 %, что говорит о принципиальном снижении токсичности в результате предварительного смешения отдельных потоков сточных вод, т.о. предварительной локальной обработки сточных вод.

Таблица 2 - Токсичность отдельных потоков сточных вод и смешанного стока для *Paramecium caudatum*

Источник сточной воды	Отдельные потоки сточных вод					Смешанный сток (1:1)
	Конц. Ni (II), мг/дм ³	Конц. Cr (VI), мг/дм ³	Конц. Cu (II), мг/дм ³	Конц. АСПАВ, мг/дм ³	Токсичность, %	Токсичность, %
ГП	0,27-0,29	1,4-1,6	0,16-0,19	-	56	28
ОП	-	-	-	0,40-0,65	37	
ГП	1,37-1,40	2,4-3,2	0,68-0,80	-	100	44
ОП	-	-	-	0,60-0,80	40	
ГП	1,37-1,40	2,42-3,2	0,68-0,80	-	82	63
ОП	-	-	-	2,45-2,58	100	
ГП	0,17-0,21	0,25-0,27	0,07-0,09	-	32	30
ОП	-	-	-	0,39-0,45	60	

Дальнейшие эксперименты были направлены на изучение взаимодействия ионов металлов и анионоактивных СПАВ в водных средах, для чего были проведены исследования модельных растворов методом ЭПР. Модельные растворы готовились из CrO₃ и CuSO₄×5H₂O в дистиллированной воде в концентрациях 0,5 моль/л и 1×10⁻² моль/л соответственно. Также исследовался модельный раствор додецилсульфата натрия (ДСН) с концентрацией 1×10⁻¹ моль/л.

С помощью метода ЭПР для меди (II) проводилось сравнение спектров следующих водных растворов: сульфата меди (II) исходного (1); сульфата меди исходного в дистиллированной воде в соотношении 1:10 (2); сульфата меди исходного, смешанного с ДСН в соотношении 1:10 (3). Для хрома (VI) исследовали следующие водные растворы: хромового ангидрида исходного (1); хромового ангидрида исходного с дистиллированной водой в соотношении 1:1 (2); хромового ангидрида исходного, смешанного с ДСН в соотношении 1:1 (3). Полученные спектры представлены на рисунках 2 и 3.

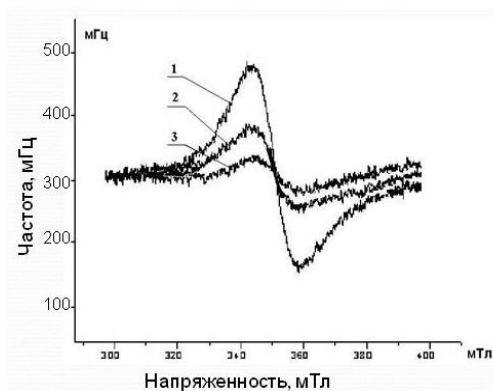


Рисунок 2 – Спектры ЭПР продуктов взаимодействия растворов сульфата меди и ДСН

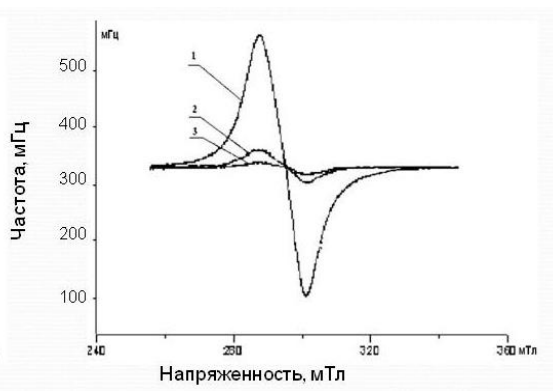


Рисунок 3 – Спектры ЭПР продуктов взаимодействия растворов хромового ангидрида и ДСН

Результаты исследований и анализ полученных спектров показали, что симметричное расположение пиков кривой для всех видов растворов свидетельствуют об отсутствии химического взаимодействия ионов меди (II) и хрома (VI) с ДСН в нормальных условиях при используемых концентрациях.

Тем не менее, более значительное снижение интенсивности пика на обоих спектрах при смешении раствора соли металла с раствором ДСН в отличие от смешения с дистиллированной водой может быть связано с тем, что ДСН при исследуемых концентрациях образует в воде мицеллы, что может привести к адсорбции избыточного относительно окружающего раствора количества ионов меди (II) или хрома (VI) на поверхности либо внутри мицелл. Справедливо говорить об образовании мицелл в растворе на основании того, что, критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) для ДСН равна 8×10^{-3} моль/л, а в данном случае использовалась концентрация ДСН, равная 1×10^{-1} моль/л, что значительно выше ККМ.

Однако, в реальных сточных водах концентрации СПАВ гораздо ниже, чем ККМ, и этот механизм взаимодействия включения ионов металлов в мицеллу СПАВ или адсорбция на поверхности мицеллы, вряд ли может иметь место без создания специальных условий, что также подтверждают литературные данные (Амиров Р.Р., 2006).

С другой стороны, с точки зрения поведения компонентов исследуемых сточных вод имеет место гипотеза взаимодействия металлокомплексов (Мусабеков К.Б. И др., 1987), которые образуются в сточной воде между ионами металла и каким-либо гидрофобным лигандом (L), например, жирными кислотами, СПАВ, нефтепродуктами и т. п. и анионактивными СПАВ, которые содержатся в сточной воде оптического производства.

В таких условиях могут протекать процессы взаимодействия металлокомплекса (-M-L) и ДСН в концентрациях более низких, чем ККМ, при этом происходит электростатическое взаимодействие металлокомплекса с АСПАВ как представлено на рисунке 4.

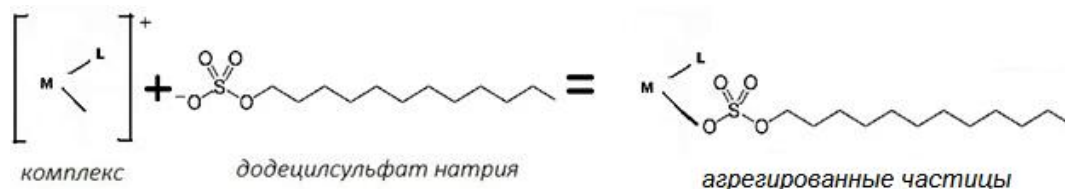


Рисунок 4 - Гипотетическая схема взаимодействия компонентов сточных вод

Для дальнейшей проверки гипотезы об образовании агрегированных частиц в рас-

творях, сточные воды гальванического цеха и оптического производств смешивались по двум схемам: традиционной и предлагаемой, с использованием реального гальванического стока и модельного раствора анионоактивных СПАВ, представленных додецилсульфатом натрия, в узком диапазоне характерных концентраций - от 10 до 12 мг/дм³ (в качестве сточной воды оптического производства). Кроме того, проводили исследование модельного раствора с содержанием ионов металлов (Cr (VI), Cu (II), Ni (II)) в концентрациях 10 мг/дм³, 2 мг/дм³ и 3,5 мг/дм³, соответственно. После смешения полученные образцы сточных вод фильтровали через обеззоленный фильтр марки «синяя лента» и проводили измерение. Результаты исследований приведены на рисунке 5.

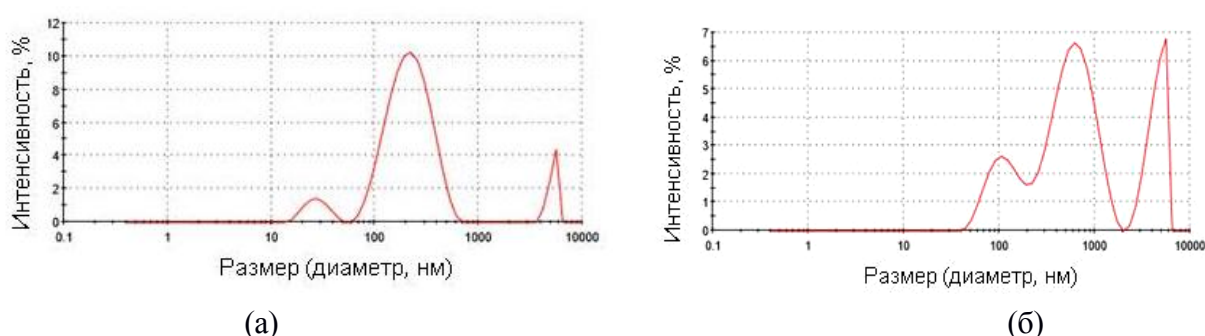


Рисунок 5 - Распределение частиц по размерам при традиционной (а) и предлагаемой (б) схемах водоотведения

Судя по данным гистограмм в растворе, полученном по предлагаемой схеме смешения, наблюдается процесс агрегирования с образованием частиц большего размера, что подтверждает выше сформулированную гипотезу. Доля образующихся частиц размером около 5000 нм в водных растворах, полученных по предлагаемой схеме смешения потоков, больше, чем при традиционной схеме в среднем в 2 раза, что подтверждают и результаты фотометрических исследований, которые устойчиво регистрировали увеличение оптической плотности растворов в случае использования предлагаемой схемы смешения потоков по сравнению с традиционной схемой. Средний диаметр частиц в модельной сточной воде составил 225 нм.

Агрегирование частиц с включением металлов в состав агрегатов в случае предлагаемой схемы водоотведения может обуславливать снижение токсического воздействия металлов на микроорганизмы. Кроме того, органические лиганды в соединениях с ионами металлов снижают «биодоступность» металлов, проявляющуюся в их дальнейшем токсическом действии на микроорганизмы активного ила.

В четвертой главе проведен анализ эффективности процесса биологической

очистки сточных вод оптико-механического производства с использованием различных схем водоотведения, а также исследованы процессы адсорбции и биодegradации СПАВ активным илом биологических очистных сооружений (БОС) ОАО «КОМЗ».

Для оценки эффективности биологической очистки сточная вода предприятия подвергалась биологической очистке в двух параллельно работающих аэротенках объемом 1,3 литра каждый. Концентрация активного ила в аэротенках составляла 1,8-2,5 г/л, время обработки в аэротенке 6-8 часов. Биологическая очистка сточных вод проходила в условиях периодического эксперимента. Перед поступлением в аэротенк сточная вода предварительно отстаивалась. В качестве первичного отстойника использовали мерные цилиндры вместимостью 1000 мл. Результаты исследования приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты биологической очистки сточных вод

Наименование показателя	Поступающая сточная вода		Очищенная сточная вода			
	Традиционная схема	Предлагаемая схема	Традиционная схема	Эффективность, %	Предлагаемая схема	Эффективность, %
ХПК, мг/л	120-180	110-160	33-36	73-80	10-14	91
Хром, мг/л	0,21-0,24	0,15-0,20	0,020-0,064	73-90	0,005-0,025	88-98
Медь, мг/л	0,10-0,16	0,07-0,14	0,020-0,050	69-80	0,009-0,03	78-87
Никель, мг/л	0,25-0,32	0,28-0,38	0,062-0,078	75-76	0,025-0,06	85-91
СПАВ, мг/л	0,27 -0,39	0,25-0,32	0,07-0,132	66-74	0,05-0,09	72-80
рН	7,7	7,1	7,6	-	7,4	-
Токсичность, %	63-68	40-48	-	-	-	-

Полученные результаты показали, что эффективность очистки сточной воды, поступающей на очистные сооружения, выше по всем анализируемым показателям в случае использования предлагаемой схемы на 8-18 % по сравнению с традиционной схемой.

Для исследования адсорбции и биодegradации СПАВ активным илом БОС ОАО «КОМЗ» использовали: сточную воду оптического производства предприятия, содержащую СПАВ; активный ил в двух формах - в виде суспензии, а также в высушенном состоянии. Последний готовили следующим образом: суспензию активного ила фильтровали, затем в течение суток сушили на открытом воздухе, измельчали в фарфоровой ступке. Очистка проводилась в периодических условиях в качалочных колбах с использованием перемешивающего устройства в течение 6 часов с периодическим контролем концентрации СПАВ.

На основе полученных данных определили, что концентрация СПАВ в течение первых 1-3 часов очистки снижается на 86-88 % за счет адсорбционного взаимодействия

с поверхностью активного ила. Таким образом, основными механизмами изъятия СПАВ из сточной воды являются адсорбция и сопутствующие ей процессы экстракции СПАВ полисахаридами гелевой матрицы жизнеспособного активного ила.

Выявление влияния ионов тяжелых металлов на микроорганизмы активного ила в процессе биологической очистки сточных вод оптико-механического производства проводили в условиях отъемно-доливного культивирования с использованием традиционной и предлагаемой схем водоотведения. Основным параметром индикации активности заводского активного ила являлась дегидрогеназная активность микробного сообщества активного ила (ДАИ).

В качестве токсикантов выступали ионы тяжелых металлов (Cu (II), Ni (II), Cr (VI)), содержащиеся в сточной воде гальванического цеха. Контролем в ходе эксперимента служила сточная вода оптического производства, которая в своем составе не содержит ионов тяжелых металлов. Показатели исходных сточных вод приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Значения токсичности и pH сточной воды

Показатель	Сточная вода ГП	Сточная вода ОП	Традиционная схема	Предлагаемая схема
pH	2,1-4,5	7,6-9,0	6,3-7,7	6,1-7,5
Токсичность, %	84-90	45-60	67-75	42-55

Из представленных данных следует, что сточная вода, полученная по традиционной схеме, проявляет минимальную токсичность 67 %, в то время как сточная вода, полученная по предлагаемой схеме, отличается меньшей токсичностью (минимальное значение 42 %). Перед поступлением в аэротенк сточная вода проходила стадию первичного отстаивания. В качестве первичного отстойника использовали мерные цилиндры, вместимостью 500 мл. Замена сточной воды производилась с периодичностью 1-2 раза в сутки. Изменение дегидрогеназной активности микроорганизмов представлено на рисунке 6.

Сточная вода, смешанная по различным схемам, независимо от схемы смешения, вызывает угнетение дегидрогеназ микроорганизмов активного ила до критической отметки. Этот факт обусловлен ингибированием ферментов как металлами, так и продуктами метаболизма клеток активного ила, преимущественно начиная с 9-х суток. Однако, активность дегидрогеназ в случае предлагаемой схемы выше, чем в случае традиционной схемы в первые 9 суток в среднем на 19 %.

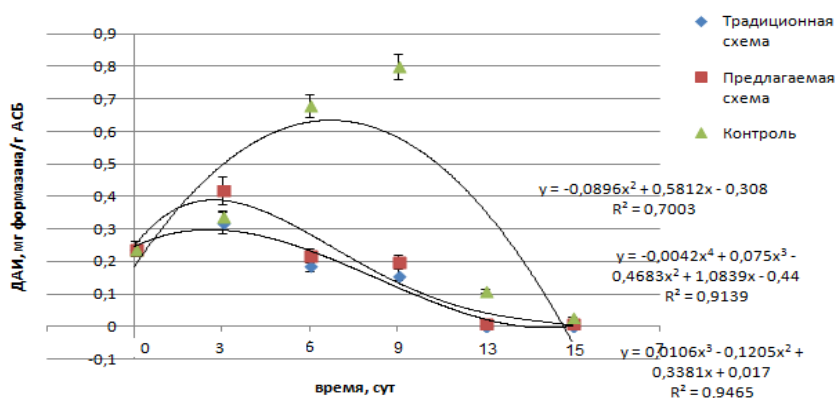


Рисунок 6 – Изменение дегидрогеназной активности исследуемых образцов

Кроме того, эффективность очистки сточной воды по показателю ХПК также выше для предлагаемой схемы в сравнение с традиционной схемой водоотведения.

В пятой главе разработана и обоснована схема водоотведения ОАО «КОМЗ», снижающая токсичность сточной воды, а также приведен расчет предотвращенного эколого-экономического ущерба.

В результате изменения схемы водоотведения, токсичные стоки, содержащие ионы тяжелых металлов (гальванический цех) и СПАВ (оптическое производство), перед поступлением их в общезаводской коллектор, будут подвергаться совместной предварительной локальной обработке. По предлагаемой схеме сточная вода гальванического цеха после образования поступает в усреднитель, который имеется на предприятии, в который также поступает сточная вода оптического производства в соотношении 1:1. Время нахождения сточных вод в усреднителе составляет около 30 минут. После усреднения смешанный поток сточных вод указанных производств поступает в общий коллектор, где смешивается со сточной водой других цехов и производств и направляется на БОС предприятия для дальнейшей очистки.

Экономическая эффективность предлагаемого технического решения, состоящего во внедрении новой схемы водоотведения предприятия, была оценена по результатам расчета эколого-экономического ущерба от загрязнения поверхностного водного объекта органическими веществами (по СПАВ) и ионами металлов (никеля (II), меди (II), хрома (VI) при условии нахождения данного производства на территории Республики Татарстан и составила 1 млн. 559 тыс. руб в год, что подтверждает эффективность применения предлагаемой схемы водоотведения на ОАО «КОМЗ».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Определено, что источниками основных загрязняющих веществ в сточной воде ОАО «КОМЗ» являются гальваническое и оптическое производства; при этом токсичность сточной воды для гальванического производства изменяется в пределах от 70 % до 100 %, оптического - от 40 до 100 % и обусловлена присутствием в ней ионов тяжелых металлов (хром (VI), медь (II), никель (II)) и анионоактивных синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), соответственно.

2 Показано, что при смешении потоков гальванического и оптического производств в соотношении 1:1 токсичность общего стока значительно снижается в сравнение с исходной сточной водой.

3 Результаты исследований причин снижения токсичности смешанного стока выявили, что в среде образуются агрегированные частицы с включением металлов в состав агрегатов, которые возникают вследствие взаимодействия металлокомплекса, образованного между ионами металла и какого-либо лиганда (жирные кислоты, нефтепродукты и др.), содержащегося в потоке гальванического производства, и ионами АСПАВ в потоке оптического производства, что в итоге и приводит к снижению токсичности общего производственного стока.

4 Показано, что с использованием разработанной схемы водоотведения сточных вод предприятия эффективность биологической очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов (хром (VI), медь (II), никель (II)) и СПАВ выше на 8-18 %. При этом не выявлено увеличения ингибирования активного ила биологических очистных сооружений в условиях предлагаемой схемы по сравнению с существующей схемой водоотведения.

5 Разработаны технологические рекомендации и новая схема водоотведения предприятия, которая будет включать процесс предварительной локальной обработки сточных вод гальванического и оптического производств перед поступлением на БОС. Потоки металл- и СПАВсодержащих сточных вод должны смешиваться в соотношении 1:1 непосредственно после образования с последующим сбросом такого локально смешанного потока в производственный коллектор после не менее чем 30-ти минутной экспозиции в усреднителе.

6 Проведена эколого-экономическая оценка предлагаемого технического проекта. Предотвращенный экономический ущерб окружающей среде при использовании предлагаемой схемы составляет более 1,5 млн. руб в год.

Основные публикации по теме диссертации

в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации:

1 Сулова С.В., Сироткин А.С., Хузяшева Д.Г., Морозов В.И. Смещение отдельных потоков производственных сточных вод, загрязненных ионами тяжелых металлов и СПАВ, для их локальной обработки // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 6. С. 54-59.

2 Сулова С.В., Сироткин А.С., Хузяшева Д.Г. Повышение эффективности биологической очистки сточных вод оптико-механического производства путем изменения схемы смешения отдельных потоков // Безопасность в техносфере. 2013. № 1 (40). С. 70-72.

3 Сулова С.В., Сироткин А.С. Оценка эффективности биологической очистки сточных вод оптико-механического производства с использованием различных схем смешения потоков // Вестник Казанского технологического университета. 2014. № 21. С. 211-214.

4 Сулова С.В., Сироткин А.С. О природе снижения токсичности смешанного стока гальванического и оптического производств // Вестник Казанского технологического университета. 2015. № 3. С. 297-299.

▪ *в других изданиях:*

5 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». В кн.: Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан: Тезисы докладов VII республиканской научной конференции., Казань, 2007. Казань: Отечество, 2007. С. 127-130.

6 Сулова С.В., Сироткин А.С. Повышение эффективности биологической очистки химически загрязненных сточных вод оптико-механического производства путем изменения схемы смешения отдельных потоков: материалы конференции: I Республиканская молодежная экологическая конференция, Казань. 2014. С. 84-90.

7 Сулова С.В., Сироткин А.С. Обоснование схемы водоотведения предприятия для повышения эффективности биологической очистки сточных вод: сборник научн. докл.: V международного экологического конгресса «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ELPIT 2015, Самара. С. 297-301.

Заказ

Тираж 100

Офсетная лаборатория Казанского национального
исследовательского технологического университета
420015 г. Казань, ул. К. Маркса, 68