

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Институт инженерной экологии  
Кафедра «Инженерная экология»

УТВЕРЖДАЮ  
И.о.зав. кафедрой ИЭ  
П.А. Полубояринов  
(подпись, и.о. фамилия)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

# ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе на тему:

Оптимизация технологии обезвреживания  
медьсодержащих травильных растворов  
на АО «НПП «Рубин»

Автор квалификационной работы

Б.Р. Ю. Р. Баткаева  
подпись, инициалы, фамилия

Обозначение

ВКР-2069059 – 20.03.01 - № 3/кн -2017 Группа ТБ-41

Направление 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
номер, наименование

Руководитель работы

Д.А. Дзудежников 23.06.17  
подпись, дата, инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

- Общие сведения об объектах сооружениях  
и способах очистки сточных вод предприятия  
наименование раздела Д.А. Дзудежников 23.06.17  
подпись, дата, инициалы, фамилия
- Самбарно-химические показатели загрязнений  
сточных вод предприятия  
характеристики сооружений АО «НПП «Рубин»  
производства Д.А. Дзудежников 23.06.17  
подпись, дата, инициалы, фамилия

Нормоконтролёр

Л.В. Москалец


Л.В. Москалец

ПЕНЗА 2017



Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Институт инженерной экологии  
Кафедра «Инженерная экология»

УТВЕРЖДАЮ  
И.о.зав. кафедрой ИЭ  
 П.А. Полубояринов  
(подпись, и.о. фамилия)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ  
20.03.01 «Техносферная безопасность»

студенту 4 курса группы № ТБ-41 Баткаевой Юлии Рашидовне  
(№ группы, фамилия, и.о.)

предлагается выполнить выпускную квалификационную работу на тему:

оптимизация технико-экономических  
показателей травяных растворов на АО «НПО «Рубин»

тема ВКР утверждена приказом по университету № 06-09-332 от 01.12.2016 г.

руководитель ВКР и.о. зав. кафедрой ИЭ\* ПГУАС к.с.х. наук, доцент Полубояринов П.А.  
(должность, уч. степень, уч. звание, и.о. фамилия)

разделы квалификационной работы:

Общие сведения об объекте исследования и о Заб. кафедр. ИЭ\* к.с.х. наук, доцент Полубояринов П.А.

Системно-технические показатели качества и о Заб. кафедр. ИЭ\* к.с.х. наук, доцент Полубояринов П.А.

Характеристики существующей системы очистки сточных вод

АО «НПО «Рубин» и о Заб. кафедр. ИЭ\* к.с.х. наук, доцент Полубояринов П.А.

(наименование раздела, должность, уч. степень, уч. звание, и.о. фамилия)



### Состав работы:

Чертежи - на 4 листах формата А-1;  
Пояснительная записка и расчеты - 61 стр.  
Другое: -

Срок представления работы к защите - «23» июня 2017 г.

### Исходные материалы и данные для выполнения КР(н):

1. Индивидуальное задание по теме ВКР по производственной практике и материалам проектов разработка и внедрение дозиметрической технологии очистки сточных вод предприятий перерабатывающих производств
2. Наименование и состав объекта АО "НПТ "Рубин"
3. Другие исходные данные: \_\_\_\_\_

#### Задания по разделам ВКР:

1 Общие сведения об очистном сооружении и способе очистки сточных вод предприятия 23.06.17 Je

(дата, подпись консультанта по разделу)

2 Санитарно-химические показатели загрязненности сточных вод предприятия

23.06.17 Je

(дата, подпись консультанта по разделу)

3 Характеристики существующей системы очистного сооружения АО "НПТ "Рубин"

23.06.17 Je

(дата, подпись консультанта по разделу)

4 Компьютерное обеспечение ВКР пробить выпускную квалификационную работу на антиплагиате

23.06.17 Je

(дата, подпись консультанта по разделу)

Подбор литературы по теме ВКР. Составление реферативных обзоров по материалам книг и журналов.

Обязательная литература: ГОСТ 4388-72, вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации железа

Руководитель квалификационной работы студента 23.06.17 Je

(дата, подпись)

Задание к выполнению принял 23.06.17. Евф.

(дата, подпись студента)

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ И СПОСОБАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ.....	8
1.1 Состав и свойства сточных вод.....	8
1.2 Способы очистки сточных вод гальванических предприятий .....	10
1.3 Проблемы очистки медьсодержащих сточных вод.....	21
2 САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ.....	25
3 ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ АО «НПП» РУБИН».....	41
3.1 Рекомендации по проектированию и расчету аппаратного оформления предполагаемой технологии. Расчет экономического эффекта, полученного от внедрения.....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	55
Список используемых источников.....	57

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		БаткаеваЮ.Р.			Оптимизация технологии обезвреживания медьсодержащих травильных растворов на АО «НПП»Рубин»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>						4	61	
<i>Реценз</i>						ПГУАС, каф. ИИЭ, гр.ТБ-41		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

## ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации в последнее время большое внимание уделяется вопросам охраны водного бассейна от загрязнений техногенными отходами. Одним из источников загрязнения поверхностных водоемов ионами тяжелых металлов, сульфатами, хлоридами, солями аммония являются высококонцентрированные технологические растворы, образующиеся на предприятиях радиотехнической промышленности, в частности в процессе производства печатных плат. Одной из основных операций изготовления печатных плат является операция их травления. В процессе травления до 70 % (иногда и больше) покрывающей печатную плату медной фольги стравливается в отработанные травильные растворы. Из-за отсутствия надежного оборудования, предназначенного для регенерации отработанных травильных растворов, и вследствие низкой технологической дисциплины они сбрасываются на локальные очистные сооружения предприятия – станции нейтрализации производственных сточных вод. Традиционно используемый в настоящее время на станциях нейтрализации реагентный метод осаждения катионов тяжелых металлов в виде их гидроксидов предназначен для обезвреживания низкоконцентрированных промывных вод и не может обеспечить необходимой барьерной функции локальных очистных сооружений в случае поступления на них залповых сбросов высококонцентрированных травильных растворов.

В результате сброса высококонцентрированных отработанных технологических растворов травления печатных плат в локальную канализационную сеть предприятия, происходит не только потеря ценных химикатов и цветных металлов, но и существенно нарушается режим работы локальных очистных сооружений, поскольку содержащаяся в травильных растворах медь находится в виде устойчивых комплексных соединений, которые транзитом проходят через весь технологический цикл очистки сточных вод.

Для травления покрытия печатной платы используют химическое и электрохимическое травление. В процессе электрохимического травления осуществляют процесс электрохимического (анодного) растворения меди на незащищенной поверхности покрытия печатной платы и последующее восстановление катионов стравленного металла на катоде. Процесс электрохимического травления отличается упрощенным составом используемого электролита, высокой и стабильной скоростью травления, однако при его использовании наблюдается неравномерное удаление металла по плоскости платы и, как следствие, образование невытравленных островков. Процесс химического травления отличается большей надежностью по сравнению с электрохимическим травлением. Химическое травление осуществляется погружением в травильный раствор, травлением с барботажем, а также разбрызгиванием или распылением травильного раствора. Технологический процесс травления с использованием барботажа отличается от технологии простого погружения изделия в раствор тем, что в объеме травильного раствора создается большое количество пузырьков воздуха, в результате чего за счет возникновения эрлифтного эффекта возникают струйные течения, способствующие увеличению скорости травления.

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Травление разбрызгиванием или распылением осуществляется на специальных струйных или распылительных установках, обеспечивающих контакт поверхности обрабатываемых изделий со струей или потоком аэрозоля травильного раствора, в результате чего обеспечивается высокая скорость травления.

Используемые при изготовлении печатных плат травильные растворы должны соответствовать следующим требованиям:

- реагенты должны быть дешевыми и доступными;
- они должны обладать малым боковым подтравливанием;
- при их использовании должна обеспечиваться высокая скорость травления поверхности изделия;
- они не должны влиять на диэлектрические свойства основы печатной платы.

В настоящее время в технологических процессах изготовления печатных плат используются разнообразные травильные растворы.

Предлагаемая выпускная квалификационная работа бакалавра (ВКР) посвящена внедрению дополнительной технологии очистки отработанных медьсодержащих технологических растворов, которые поступают на локальные очистные сооружения АО «НПП» Рубин», разрабатывающего, а также производящего автоматизированные системы управления и комплексы средств автоматизации народнохозяйственного и специального назначения, в том числе программного обеспечения, технологий и комплексов цифровой картографии, телекоммуникационных средств передачи данных.

В рамках ВКР приведены рекомендации по проектированию и расчету аппаратного оформления предлагаемой технологии, проведен расчет экономического эффекта, полученного от внедрения дополнительной технологии очистки отработанных медьсодержащих технологических растворов, которые поступают на локальные очистные сооружения АО «НПП» Рубин».

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

# 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ И СПОСОБАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ

## 1.1 Состав и свойства сточных вод

Сточные воды – это воды и атмосферные осадки, которые отводятся в водоёмы с площадок промышленных предприятий и населённых пунктов через канализационную сеть или самотёком и свойства которых были ухудшены в результате человеческой деятельности.

Сточные воды по своему составу делятся на:

- 1) производственные сточные воды, образующиеся в процессе применения воды в разнообразных технологических процессах;
- 2) хозяйственно-бытовые сточные воды;
- 3) атмосферные (ливневые) сточные воды.

1. Количество, состав и концентрации загрязняющих веществ производственных сточных вод определяется следующими факторами: видом промышленного производства и характером технологического процесса, составом исходного сырья и выпускаемой продукции, составом исходной свежей воды, режимами технологических процессов.

В зависимости от степени загрязнения производственные сточные воды можно разделить на три основные категории:

– условно-чистые. Они не изменяют физико-химического состава воды водоема и не требуют очистки.

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



– нормативно очищенные – воды, которые прошли очистку до ПДК загрязняющих веществ, сброс которых не приводит к изменению качества воды в водоеме;

– загрязненные – это воды, которые сбрасываются без очистки или недостаточно очищают. Концентрация загрязняющих веществ в таких водах превышает ПДК в расчете на процессы разбавления и самоочищения в водном объекте.

Производственные сточные воды считаются наиболее опасными для водных объектов, так как они гораздо труднее поддаются очистке, чем городские сточные воды и для них требуются сложные и дорогостоящие очистные сооружения. Из-за разнообразия состава и характера загрязнений для очистки производственных сточных вод применяют различные методы, как физико-химические и химические, так и биологические. Промышленные сточные воды сбрасываются в городскую сеть канализации с ограничениями.

2.Хозяйственно-бытовые сточные воды, образующиеся при эксплуатации на территории предприятия санузлов, душевых, прачечных и столовых, в своем составе различают: фекальные загрязнения, физиологические выделения людей, различные хозяйственные отбросы, моющие средства. Особенность хозяйственно-бытовых вод- это относительное постоянство состава и высокая степень загрязненности. В основном масса загрязнений состоит из органических веществ растительного и животного происхождения. В хозяйственно-бытовых стоках всегда содержится огромное количество микроорганизмов, являющиеся продуктами жизнедеятельности человека, которые могут быть и патогенными. Для хозяйственно-бытовых сточных вод, в большинстве случаев применяют биологические методы очистки. Предприятия направляют данные воды на городские очистные сооружения и за их качество ответственности не несут.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

3. Атмосферные (ливневые) сточные воды, образующиеся в результате смыва примесей, которые скапливаются на территории дождевой, талой и поливочной водой. Основная отличительная черта ливневого стока – это его эпизодичность и резко выраженная неравномерность по расходу и концентрациям загрязнений.

В поверхностном стоке в основном содержатся минеральные загрязнения – твердые (взвешенные) частицы и нефтепродукты. Загрязненность поверхностных стоков зависит от многих факторов: уровня благоустройства территории, плотности населения, интенсивности движения транспорта.

Поверхностный сток с промышленных территорий, в большинстве случаев, имеет более сложный состав и высокую концентрацию загрязнений, чем в городских стоках. Эти воды сбрасываются в наружную (дождевую) сеть города.

## 1.2 Способы очистки сточных вод гальванических предприятий

Разнообразный ассортимент применяемых гальванических покрытий обуславливает многообразие загрязнений, находящихся в сточных водах. Исходя из фазового состояния вещества в растворе, все загрязнения можно подразделить на четыре группы:

- взвеси в виде тонкодисперсных суспензий и эмульсий;
- коллоиды и высокомолекулярные соединения;
- органические вещества, растворенные в воде;
- соли, кислоты, основания, растворенные в воде.

Для каждой из групп загрязнений существуют свои методы очистки. Так, для очистки воды от веществ первой группы загрязнений наиболее эффективны методы, основанные на использовании сил гравитации, флотации, адгезии.

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для второй группы – коагуляционный метод. Загрязнения третьей группы наиболее эффективно извлекаются из воды в процессе адсорбционной очистки, а загрязнения четвертой группы, представляющие собой электролиты, удаляют из воды переводом ионов в малорастворимые соединения, используя для этого реагентный метод или методы обессоливания.

Для реализации вышеуказанных задач, целью которых является значительное снижение или полное исключение сброса в водные объекты загрязняющих веществ с промышленными сточными водами, внедряются автоматизированные очистные сооружения на базе новых технологий очистки воды производственных предприятий.

Наиболее прогрессивным представляется сегодня создание производств с замкнутым циклом водоснабжения, внедрение мембранных, ионообменных и электрофлотационных технологий очистки сточных вод, регенерация отработанных растворов электролитов, в том числе кислот, щелочей и солевых концентратов с использованием извлекаемых продуктов в качестве вторичного сырья.

Гальванические производства имеют, два вида сточных вод:

- концентрированные отработанные растворы гальванических ванн и ванн химической обработки;
- промывные воды ванн горячей и холодной промывки.

Методы очистки можно разделить на семь групп: механические; химические; коагуляционно-флотационные; электрохимические; сорбционные; мембранные; биологические.

Однако ни один из указанных методов самостоятельно не обеспечивает в полной мере выполнение современных требований:

- очистка до норм ПДК, особенно по ионам тяжелых металлов;
- возврат 90-95% воды в оборотный цикл; невысокая себестоимость очистки;

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

– малогабаритность установок, утилизация ценных компонентов (кислот, щелочей, металлов).

При больших объемах производства на локальных установках очистки целесообразно использовать электрохимические и мембранные методы (электролиз, электродиализ, электрофлотация), а централизованные очистные сооружения основывать на сочетании нескольких методов: реагентный, электрофлотация и ионообмен.

При небольшом объеме производства предпочтение следует отдать электрохимическим и мембранным методам.

Электрохимические методы очистки имеют ряд преимуществ перед химическими способами: упрощенная технологическая схема и автоматизация при эксплуатации производственных установок; меньшие производственные площади, необходимые для размещения очистных сооружений; возможность обработки сточных вод без их предварительного разбавления; уменьшение количества осадков после обработки сточных вод.

Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов осуществляется путем перевода ионов тяжелых металлов в малорастворимые соединения (гидроксиды или основные карбонаты) при нейтрализации сточных вод с помощью различных щелочных реагентов (гидроксидов кальция, натрия, магния, оксидов кальция, карбонатов натрия, кальция, магния). При нейтрализации кислых сточных вод известковым молоком, содержащим значительное количество известняка, а также растворами соды некоторые ионы тяжелых металлов (цинк, медь и др.) осаждаются в виде соответствующих основных карбонатов, которые менее растворимы в воде, чем соответствующие гидроксиды. При образовании основных карбонатов происходит более полный переход ионов тяжелых металлов в малорастворимую форму. Кроме того, основные карбонаты большинства металлов начинают осаждаться при более низких значениях pH, чем соответствующие гидроксиды.

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12



Технологические сточные воды в гальванических процессах цинкования, кадмирования, меднения и серебрения содержат высокотоксичные простые и комплексные соединения циана (цианиды). Количество цианидов в сточных водах гальванических цехов варьируется в широких пределах: при наличии ванн улавливания – 2-30 мг/л, без ванн улавливания – до 150-300 мг/л.

Для обезвреживания цианосодержащих сточных вод используются различные модификации реagentного метода, основанные на химическом превращении высокотоксичных цианидов в нетоксичные, легко удаляемые продукты: окисление цианидов в щелочной среде до цианатов с последующим их гидролизом до карбонатов и аммония.

Соединения шестивалентного хрома – хромовая кислота и ее соли применяются при нанесении хромовых покрытий, при химической обработке (травление, пассивирование), при электрохимической обработке (аномирование), при электрополировке стальных изделий.

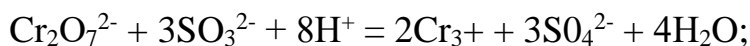
Сточные воды обрабатываются в две стадии:

- восстановление шестивалентного хрома до трехвалентного;
- осаждение трехвалентного хрома в виде гидроксида.

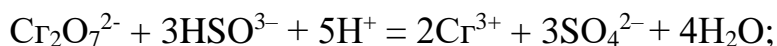
В качестве реагентов-восстановителей наибольшее применение получили натриевые соли сернистой кислоты – сульфит ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), бисульфит ( $\text{NaHSO}_3$ ), пиросульфит ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ).

Восстановление  $\text{Cr}^{6+}$  до  $\text{Cr}^{3+}$  происходит по реакциям:

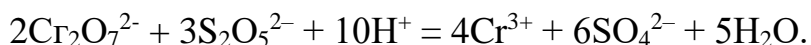
- восстановление сульфитом натрия:



- восстановление бисульфитом натрия:



- восстановление пиросульфитом натрия:



					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			13

Основным техническим узлом системы очистки является электрофлотатор, включающий в себя блок нерастворимых электродов, систему сбора шлама, источник постоянного тока и вытяжной зонт. Работа аппарата основана на электрохимических процессах выделения водорода и кислорода за счет электролиза воды и эффекта флотации.

Установка работает, как в непрерывном, так и в периодическом режимах и обеспечивает извлечение взвешенных веществ, нефтепродуктов, ПАВ, ионов тяжелых металлов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и др. в виде гидроксидов и фосфатов.

Безреагентный электрохимический модуль предназначен для очистки сточных вод от ионов тяжелых цветных металлов. Модуль состоит из электрокорректора рН, двухсекционного электрофлотатора, вспомогательных емкостей для промывной и очищенной воды, дозирующих насосов. Работа модуля основана на процессах образования дисперсной фазы нерастворимых гидроксидов тяжелых металлов и их электрофлотации. Промывная вода, содержащая ионы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  индивидуально или в смеси, подается в катодную камеру электрокорректора рН, где за счет электролиза воды выделяется водород и происходит подщелачивание среды до рН гидратообразования тяжелых металлов. В анодной камере, отделенной от катодной мембраны, происходит накопление анионов  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  и других, за счет чего происходит обессоливание воды. В электрофлотационной камере происходит электрофлотация гидроксидов металлов в виде флотошлама. Очистка от ионов  $\text{Cr}^{6+}$  производится после восстановления до  $\text{Cr}^{3+}$ . Очистка цианосодержащих стоков осуществляется после окисления циана. Установка работает в непрерывном режиме и обеспечивает извлечение ионов металла в виде гидроксида, доведение рН до оптимальных значений, получение анолита для переработки флотошлама. Флотошлам удаляется из электрофлотатора пеносборным устройством.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

При локальной очистке сточных вод возможно повторное использование извлеченного гидроксида металла на корректировку и приготовление электролита основной ванны или для переработки электролизом на металл.

При ионообменной очистке из сточных вод гальванических производств удаляют соли тяжелых, щелочных и щелочноземельных металлов, свободные минеральные кислоты и щелочи, а также некоторые органические вещества.

Очистку сточных вод производят с помощью синтетических ионообменных смол, представляющих собой нерастворимые в воде гранулированные полимерные материалы. В составе молекулы ионита имеется подвижный ион (катион или анион), способный в определенных условиях вступать в реакцию обмена с ионами аналогичного знака заряда, находящимися в сточной воде.

Ионный обмен происходит в эквивалентных отношениях и в большинстве случаев является обратимым. Реакции ионного обмена протекают вследствие разности химических потенциалов обменивающихся ионов.

Целесообразность использования ионного обмена как метода очистки и возвращения 85-95% промывных вод ограничивается приростом содержания солей от 1 до 5 мэкв/л (50-250 мг/л). Очевидно, при каскадно-противоточной промывке, в связи с высокой концентрированностью промывных вод, метод ионного обмена нецелесообразен.

Ионообменный фильтр финишной очистки требуется для достижения региональных предельно допустимых концентраций ПДК вредных веществ по ионам тяжелых металлов, таких как  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ . Схема предусматривает обработку кислотно-щелочных и хромсодержащих сточных вод в самостоятельных технологических цепочках. Схема обеспечивает глубокую очистку воды от тяжелых металлов до уровня 0,01 мг/л, взвешенных веществ и нефтепродуктов до 0,1–0,5 мг/л.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

Рекомендуется для вновь строящихся очистных сооружений в регионах с жесткими требованиями ПДК.

Процессы обратного осмоса и ультрафильтрации основаны на способности молекул воды проникать через полупроницаемые мембраны. При приложении к раствору давления, превышающего осмотическое давление, возникает обратный поток воды через полупроницаемую мембрану. При этом с противоположной стороны мембраны можно получить очищенную воду.

Этот механизм справедлив как для обратноосмотических (гиперфильтрационных), так и для ультрафильтрационных установок. Отличие заключается в практической реализации этих методов.

При обратном осмосе отделяются частицы (молекулы, гидратированные ионы), размеры которых сравнимы с размерами молекул воды (диаметр частиц 0,0001-0,001 мкм). В обратноосмотических установках используют полупроницаемые мембраны толщиной 0,1-0,2 мкм с порами 0,001 мкм под давлением 6-10 МПа. При ультрафильтрации размер отделяемых частиц на порядок больше (диаметр частиц 0,001-0,02 мкм).

В ультрафильтрационных установках применяют полупроницаемые мембраны с порами 0,005-0,2 мкм под давлением 0,1-0,5 МПа. Рулонные мембранные элементы для установок обратного осмоса работают по принципу тангенциальной фильтрации. В процессе обессоливания, она разделяется на два потока: фильтрат (обессоленная вода) и концентрат (раствор с высоким солесодержанием). Разделяемый поток воды движется в осевом направлении по межмембранным каналам рулонного элемента, а фильтрат спиралеобразно по дренажному листу в направлении отвода фильтра. Концентрат выходит с другой стороны мембранного модуля обратного осмоса. Сегодня обратноосмотические мембранные элементы рулонного типа являются наиболее распространенными и наименее дорогостоящими.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16



Процесс мембранного разделения зависит от давления, гидродинамических условий и конструкции аппарата, природы и концентрации загрязнений в сточных водах, а также от температуры. Увеличение концентрации раствора приводит к росту осмотического давления растворителя, повышению вязкости раствора и росту концентрационной поляризации, т.е. к снижению проницаемости и селективности.

Обратный осмос рекомендуется использовать при следующей концентрации стоков: для одновалентных солей – не более 5-10 %; для двухвалентных – 10-15 %; для многовалентных – 15-20 %.

Для уменьшения влияния концентрационной поляризации организуют рециркуляцию раствора и турбулизацию прилегающего к мембране слоя жидкости, применяя увеличение скорости движения жидкости вдоль поверхности мембраны.

С повышением давления удельная производительность мембран увеличивается, так как растет движущая сила процесса. Однако при высоких давлениях происходит уплотнение материала мембран, что вызывает снижение проницаемости, поэтому для каждого вида мембран устанавливают оптимальное рабочее давление.

На очистных сооружениях АО «НПП» Рубин» установлены 2 вида фильтров: гравийный(1) и ионообменный(2).

Принцип действия гравийного фильтра основан на прохождении загрязненной воды через слой калиброванного песка определенной фракции. Загрязнения задерживаются на поверхности частиц песка, а очищенная вода поступает на окончательную фильтрацию. При загрязнении фильтра он промывается обратным потоком воды. Секции фильтра промываются поочередно. При этом на промывку каждой секции поступает вода, отфильтрованная другой секцией. Каждая секция фильтра может работать как индивидуально, так и параллельно.

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В основе метода ионного обмена лежит способность определенных веществ изменять ионный состав воды. Такие вещества называются ионообменными смолами. Смола, которая используется на очистном сооружении предприятия ОАО «НПП» Рубин» – TP207.

TP207 – слабокислотный макропористый катионит с хелатными группами иминодиуксусной кислоты. Смола предназначена для селективного удаления катионов тяжелых металлов из слабокислых и слабощелочных растворов.

TP207 является монодисперсной смолой, таким образом, все зерна имеют одинаковый размер.

Великолепная кинетика позволяет быстрее извлекать ионы из раствора и более полно использовать обменную емкость по сравнению со смолами, имеющими гетерогенное распределение размеров зерен.

При просачивании воды с растворенными веществами через фильтрующий наполнитель происходит замена одних ионов на другие. При умягчении воды ионообменная смола задерживает ионы магния и кальция, отдавая взамен ионы натрия. В результате химический состав воды изменяется. При этом получившиеся соли не оказывают негативного воздействия. Они не откладываются в виде накипи и не вредны для человека. Также действует смола и на другие растворенные вещества, задерживая опасные компоненты.

В процессе работы фильтра происходит изменение ионного состава смолы. Скорость процесса зависит от степени загрязненности воды. Через некоторое время ионообменную смолу требуется восстанавливать. Для этого используют поваренную соль или лимонную кислоту.

Восстановление происходит не полностью. Часть замещенных ионов остается на месте, поэтому постепенно ресурс наполнителя вырабатывается. После нескольких циклов смолу в фильтре требуется заменять. Примерный срок службы при правильном восстановлении, которое проводится регулярно, составляет около трех лет.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

Обработка и утилизация осадков бытовых и производственных сточных вод. Осадки сточных вод – это суспензии, выделяемые из сточных вод в процессе их механической, биологической и физико-химической (реагентной) очистки. Обезвреживание осадков сточных вод является острой проблемой крупных городов. По сравнению с очисткой сточных вод обработка осадков представляет значительно большую технологическую и экологическую сложность. Операции по обработке и утилизации осадков сточных вод затруднены из-за их различного состава и высокой влажности.

Шлам, который образуется в реакторе в результате осаждения, механически обезвоживается на камерном фильтр-прессе.

Принцип их работы основывается на обработке осадка под давлением в специальных герметичных камерах.

В этом случае исключается вытекание осадка, обладающего низкой когезионной способностью.

При обезвоживании на фильтр-прессах в получаемом осадке содержится около 30% сухого вещества, то есть он представляет собой практически твердую массу, что не достигается ни на какой другой установке для обезвоживания осадка.

Но при этом фильтр-прессы работают только в периодическом режиме и требуют более высоких капитальных затрат. Кроме того, обслуживание фильтр-прессов требует в отдельных случаях ручного труда, хотя это управление им может быть и полностью автоматизировано.

Конструкция фильтр-пресса базируется на наборе батарей, состоящих из вертикальных плит, и рам, с натянутой на них фильтровальной тканью, соединенных между собой и прижатых с помощью специального приспособления, образуя, таким образом, герметичные камеры для обезвоживания осадка.

Осадок с помощью насосной системы под давлением подается в эти камеры фильтрация, через специальные отверстия в плитах, образующих в сборе сквозные каналы.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

С помощью специальной системы эти камеры сжимаются, при этом образующийся фильтрат отводится в специальные бороздки на плитах, предназначенные для его отведения и выводится из системы через встроенные внутренние трубы.

При работе фильтр-пресса следует учитывать тот момент, что давление, создаваемой при сжатии плит и оказываемое на поверхность их стыкования, должно быть выше, чем то, что создается внутри камеры с помощью насосной системы.

Удаление обезвоженного осадка, или кека, производится при его накоплении до определенного количества, путем поочередного разжимания фильтровальных плит, при этом он удаляется сам под действием гравитационных сил.

При закрытом прессе он должен быть опустошен, при этом прижатые друг к другу плиты должны обеспечивать герметичное закрытие. Это обеспечивается с помощью прилагаемого давления, автоматически регулируемого в течение всего процесса обезвоживания. После этого камеры фильтр-пресса заполняются осадком, с помощью насосов подачи, в течение небольшого промежутка времени, составляющего обычно порядка десяти минут, при этом легко фильтруемые осадки заполняют ее быстрее.

После того, как пространство камеры заполнено, при продолжающейся подаче осадка давление растет, поэтому осадок начинает уплотняться, оставляя на поверхности фильтровальной ткани обезвоженный слой, с постепенно увеличивающейся шириной.

Максимальное давление достигается за время, составляющее от тридцати до сорока минут, а продолжительность обезвоживания осадка может достигать от одного до пяти часов, в зависимости от его фильтруемости и глубины фильтровальной камеры фильтр-пресса.

После остановки насосов, откачивающих фильтрат, производится продувка осадка и системы труб сжатым воздухом.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		20



Выгружается осадок последовательно, при поочередном открывании всех камер фильтрации. На этой стадии фильтрации необходимо присутствие обслуживающего персонала, так как осадки, не обработанные перед прессованием, или при кондиционировании которых использовались флокулянты, которые бывают склонны к залипанию, поэтому требуют дополнительной ручной зачистки.

### 1.3 Проблемы очистки медьсодержащих сточных вод

В настоящее время все более актуальной становится проблема очистки сточных вод, содержащая медь. Омеднение широко применяется во многих областях производства. Стоки, образующиеся в процессе меднения, относятся к первому (высокотоксичному) классу опасности по ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2)», так как содержат компоненты наиболее опасные для окружающего нас мира.

В связи с тем, что в последнее время стали увеличивать плату за негативное воздействие на окружающую среду, в том числе и за сброс в водные объекты загрязняющих веществ, проблема обработки медьсодержащих стоков стала актуальней. Поэтому решение проблем водоочистки должно рассматриваться исходя из условий экономической целесообразности, а также должны учитываться современные экологические требования.

Ионы меди загрязняют гидросферу, которые поступают из разнообразных источников. Для меди ПДК<sub>вр</sub> – 0,001 мг/дм (лимитирующий показатель вредности – токсикологический). ПДК<sub>в</sub> (по иону меди) установлена 1 мг/дм<sup>3</sup> (лимитирующий показатель вредности – органолептический).

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

В процессе химического меднения применяются вредные вещества: серная, соляная, азотная кислоты, хлорная медь, хлористый палладий, гидроокись натрия, сегнетова соль, трихлорэтилен.

Для травления меди с пробельных участков плат используется ряд травителей: хлорное железо, персульфат аммония, хлорная медь, сплав «Розе», хромовый ангидрид с серной кислотой и ряд других являются токсическими веществами.

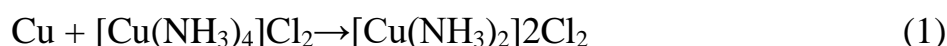
На АО «Научно-производственное предприятие «Рубин» г. Пензы широкое применение получили аммиачные медно-хлористые травильные растворы, в состав которых входят аммиачный комплекс двуххлористой меди и хлористый аммоний. Величина концентрации ионов меди в отработанных травильных растворах этого состава доходит до 80–100 г/л.

Концентрация ионов меди при поступлении на очистку составляла – 2880-15600 мг/л (среднее значение – 4600 мг/л); концентрация аммиака – 2240 - 12400 мг/л (среднее значение – 3700мг/л).

Комплексы меди традиционной очисткой, применяемой на предприятии удалить практически невозможно. Ионы меди и ее соединений обладают ярко выраженным токсическим действием на все живые организмы и при сбросе их в канализационную сеть, представляют серьезную опасность.

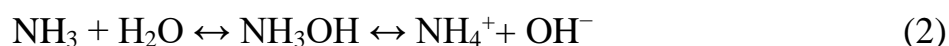
На АО «Научно-производственное предприятие «Рубин» г. Пензы широкое применение получили аммиачные медно-хлористые травильные растворы, в состав которых входят аммиачный комплекс двуххлористой меди и хлористый аммоний. Величина концентрации ионов меди в отработанных травильных растворах этого состава доходит до 80-100 г/л.

Процесс травления поверхности печатных плат при использовании аммиачных медно-хлористых травильных растворов протекает по реакции:



					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

Для обезвреживания отработанных растворов была предложена двухступенчатая реагентная технология. На первой ступени осуществляется понижение уровня pH отработанного раствора с 10,9 до 6,4 путем добавления в него соляной кислоты. В результате понижения уровня pH равновесие реакции (2) сдвинется вправо, при этом образуется гидроокись аммония, которая диссоциирует с образованием иона аммония  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{OH}^-$  иона:



Образовавшиеся в результате разрушения комплексного соединения ионы меди  $\text{Cu}^{+2}$  утилизируются путем их осаждения в виде гидроксидов:



В результате реагентной обработки происходит снижение концентрации ионов меди в травильном растворе до 20 мг/л.

Вторая ступень реагентной обработки отработанных травильных растворов предусматривает осаждение аммиака в виде магний-аммонийфосфата в соответствии с реакцией:



В травильные растворы, прошедшие реагентную обработку, на первой ступени добавляется хлорид магния и тринатрий фосфат, затем уровень pH доводится до 8,0, в результате чего концентрация ионов аммония снижается с 3400 мг/л до 6 мг/л. Промышленное внедрение предложенной технологии не состоялось в виду того, что объем образовавшегося в результате реагентной обработки травильного раствора осадка существенно превышал объем образовавшихся сточных вод, а эффективная технология обезвреживания осадка не была разработана.

Применяемая для обезвреживания кислых отработанных травильных растворов технология «цементации» с использованием железного скрапа позволяет получить в качестве осадка медный порошок, имеющий чистоту 99 %, что полностью снимает вопросы, связанные с его утилизацией.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

Извлечение меди из отработанных травильных растворов методом «цементации» производится в процессе их контакта с поверхностью железного скрапа. При контакте кислых отработанных травильных растворов на поверхности железа происходит выделение металлической меди и переход в раствор катионов железа, поскольку стандартный электродный потенциал железа в электрохимическом ряду напряжений металлов имеет отрицательные значения, а потенциал меди – положительные значения ( $E_{\text{Fe}}^0 = -0,44\text{В}$ ;  $E_{\text{Cu}}^0 = +0,34\text{ В}$ ).



В процессе обезвреживания кислых отработанных травильных растворов методом «цементации» их подогревают до 50°C и погружают в них перфорированную винипластовую корзину с железным скрапом. Медный порошок промывают и собирают полученную медь. Щелочные медно-аммиачные растворы травления не могут быть утилизированы методом «цементации» на железном скрапе. Также существенным недостатком метода «цементации» на железном скрапе является переход в раствор катионов железа. С целью обезвреживания катионов железа оставшийся после отделения меди раствор обрабатывают известковым молоком, а образующийся осадок обезвреживают и производят захоронение.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

## 2 САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ

Состав и свойства сточных вод оценивается по результатам санитарно-химического анализа, который включает целый ряд физических, физико-химических и санитарно-бактериологических определений. Сложность состава сточных вод и невозможность определения каждого из загрязняющих веществ приводит к необходимости выбора таких показателей, которые характеризовали бы определенные свойства воды без идентификации отдельных веществ. Такие показатели называются групповыми или суммарными. Например, определение органолептических показателей (запах, окраска) позволяет избежать количественного определения в воде каждого из веществ, обладающих запахом или придающих воде окраску.

Полный санитарно-химический анализ предполагает определение следующих показателей: температура, окраска, запах, прозрачность, величина рН, сухой остаток, плотный остаток и потери при прокаливании, взвешенные вещества, оседающие вещества по объему и по массе, перманганатная окисляемость, химическая потребность в кислороде (ХПК), биохимическая потребность в кислороде (БПК), азот (общий, аммонийный, нитритный, нитратный), фосфаты, хлориды, сульфаты, тяжелые металлы и другие токсичные элементы, поверхностно-активные вещества, нефтепродукты, растворенный кислород, микробное число, бактерии группы кишечной палочки (БГКП), яйца гельминтов. Кроме перечисленных показателей, в число обязательных тестов полного санитарно-химического анализа на городских очистных станциях может быть включено определение специфических примесей, поступающих в водоотводящую сеть населенных пунктов от промышленных предприятий.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

Температура — это один из важных технологических показателей. Функция температуры — вязкость жидкости и, следовательно, сила сопротивления оседающим частицам, поэтому температура — один из определяющих факторов процесса седиментации. Важнейшее значение имеет температура для биологических процессов очистки, так как от нее зависят скорости биохимических реакций и растворимость кислорода в воде.

Окраска — один из органолептических показателей качества сточных вод. Хозяйственно-фекальные сточные воды обычно слабо окрашены и имеют желтовато-буроватые или серые оттенки. Наличие интенсивной окраски различных оттенков свидетельствует о присутствии производственных сточных вод. Для окрашенных сточных вод определяют интенсивность окраски по разведению до бесцветной, например, 1:400; 1:250 и т.д.

Запах — органолептический показатель, который характеризует наличие в воде пахнущих летучих веществ. Обычно запах определяют качественно при температуре пробы 20°C и описывают как фекальный, гнилостный, керосиновый, фенольный и т.д. При неясно выраженном запахе определение повторяют, подогревая пробу до 65°C. Иногда необходимо знать пороговое число — наименьшее разбавление, при котором запах исчезает.

Концентрация ионов водорода выражается величиной pH. Этот показатель чрезвычайно важен для биохимических процессов, скорость которых может существенно снижаться при резком изменении реакции среды. Установлено, что сточные воды, подаваемые на сооружения биологической очистки, должны иметь значение pH в пределах 6,5 – 8,5.

Производственные сточные воды (кислые или щелочные) должны нейтрализоваться перед сбросом в водоотводящую сеть, чтобы предотвратить ее разрушение. Городские сточные воды обычно имеют слабощелочную реакцию среды (pH = 7,2-7,8).

Прозрачность характеризует общую загрязненность сточной воды нерастворенными и коллоидными примесями, не идентифицируя вид загрязнений. Прозрачность городских сточных вод обычно составляет 1-3 см, а после очистки увеличивается до 15 см.

Сухой остаток характеризует общую загрязненность сточных вод органическими и минеральными примесями в различных агрегатных состояниях (в мг/л). Определяется этот показатель после выпаривания и дальнейшего высушивания при  $t = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$  пробы сточной воды. После прокаливания (при  $t = 600^{\circ}\text{C}$ ) определяется зольность сухого остатка. По этим двум показателям можно судить о соотношении органической и минеральной частей загрязнений в сухом остатке.

Плотный остаток – это суммарное количество органических и минеральных веществ в профильтрованной пробе сточных вод (в мг/л). Определяется при таких же условиях, что и сухой остаток. После прокаливания плотного остатка при  $t = 600^{\circ}\text{C}$  можно ориентировочно оценить соотношение органической и минеральной частей растворимых загрязнений сточных вод.

Взвешенные вещества – показатель, который характеризующий количество примесей, задерживающихся на бумажном фильтре при фильтровании пробы. Это один из важнейших технологических показателей качества воды, позволяющий оценить количество осадков, образующихся в процессе очистки сточных вод. Кроме того, этот показатель используется в качестве расчетного параметра при проектировании первичных отстойников.

Количество взвешенных веществ – один из основных нормативов при расчете необходимой степени очистки сточных вод. Этот показатель называется зольностью. Концентрация взвешенных веществ в городских сточных водах обычно составляет 100 – 500 мг/л.

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Азот находится в сточных водах в виде органических и неорганических соединений. В городских сточных водах основную часть органических азотистых соединений составляют вещества белковой природы – фекалии, пищевые отходы. Аммонийный азот в большом количестве образуется при гидролизе мочевины – продукта жизнедеятельности человека. Кроме того, процесс аммонификации белковых соединений также приводит к образованию соединений аммония. В городских сточных водах до их очистки азот в окисленных формах (в виде нитритов и нитратов), как правило, отсутствует. Окисленные формы азота могут появиться в сточной воде лишь после биологической очистки.

Источником соединений фосфора в сточных водах являются физиологические выделения людей, отходы хозяйственной деятельности человека и некоторые виды производственных сточных вод. Концентрации азота и фосфора в сточных водах – важнейшие показатели санитарнохимического анализа, имеющие значение для биологической очистки. Азот и фосфор – необходимые компоненты состава бактериальных клеток. Их называют биогенными элементами. При отсутствии азота и фосфора процесс биологической очистки невозможен.

Хлориды и сульфаты – показатели, концентрация которых влияет на общее солесодержание. В группу тяжелых металлов и других токсичных элементов входит большое число элементов, которое по мере накопления знаний о процессах очистки все более возрастает. К токсичным тяжелым металлам относят: железо, никель, медь, свинец, цинк, кобальт, кадмий, хром, ртуть; токсичным элементам, не являющимся тяжелыми металлами, – мышьяк, сурьма, бор, алюминий и т.д.

Источник тяжелых металлов – производственные сточные воды машиностроительных заводов, предприятий электронной, приборостроительной и других отраслей промышленности. В сточных водах тяжелые металлы содержатся в виде ионов и комплексов с неорганическими и органическими веществами (таблица 1).

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
						28
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Таблица 1 – Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов в сточной воде

Тяжелые металлы	ПДК, мг/л
Pb	0.03
Cu	0.001
Zn	1
Ni	0.1
Cd	0.001
Co	0.1
As	0.05
Sn	2
Hg	0.0005
Cr(VI)	0.001

Свинец – это тяжелый металл, токсичен, токсичная доза 1–3 г, смертельная доза для человека составляет 10 г. Свинец является канцерогеном. Пути попадания в организм человека – пищевод, кожа, дыхательные пути. Выводится из организма с трудом. Поражает ЦНС, периферическую нервную систему, костный мозг, кровь, сосуды, генетический аппарат, клетки. Симптомы при остром отравлении: схваткообразные боли в животе, запор, общая слабость, головокружение, боли в конечностях и пояснице.

При процессах производства свинца и его сплавов в атмосферу выбрасывается значительное количество свинцовой пыли. Свинец, содержащийся в этой пыли, вовлекается в биологический круговорот, негативно воздействуя при этом на все живое. Наиболее значимым источником поступления свинца в атмосферу является автомобильный транспорт, использующий этилированный бензин.

В организм человека большая часть свинца поступает с продуктами питания. Растительные продукты в целом содержат больше свинца, чем животные.

На производствах, имеющих дело со свинцом, экологическая обстановка хуже, чем где бы то ни было. По результатам официальной статистики, среди профессиональных интоксикаций свинцовая занимает первое место. В электротехнической промышленности, цветной металлургии и машиностроении интоксикация обусловлена превышением ПДК свинца в воздухе рабочей зоны в 20 и более раз (ПДК свинца в воздухе рабочей зоны – /0,05). Свинец вызывает обширные патологические изменения в нервной системе, нарушает деятельность сердечно-сосудистой и репродуктивной систем.

Медь – это мягкий, тяжелый, ковкий, тягучий, вязкий и довольно прочный металл красновато-желтого цвета в отраженном свете и зеленый в проходящем (в очень тонком слое). Медь в организме является необходимым кофактором для нескольких ферментов, катализирующих разнообразные окислительно-восстановительные реакции. При этом неблагоприятным может быть, как избыток меди, так и ее недостаток.

При дефиците меди происходит анемия, потеря пигментации волос, состояния костей и соединительной ткани становятся плохими.

Избыток меди, после попадания в желудочно-кишечный тракт, раздражает нервные окончания в желудке и кишечнике и вызывает рвоту. Хронический избыток меди приводит к остановке роста, гемолизу и низкому содержанию гемоглобина, а также к нарушению тканей в печени, почках, мозге. Токсичность меди можно понизить путем приема  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ .

Чаще всего излишняя концентрация металла в организме объясняется внешними факторами: длительным контактом с медью на производстве, отравлением медьсодержащими препаратами или многократными сеансами гемодиализа.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		30

Цинк – серебристо-белый металл, относящийся к группе тяжелых металлов. Загрязнение окружающей среды цинком происходит в результате добычи и переработки цинксодержащих руд, а также при сжигании минерального топлива, металлургическом и химическом производстве. Однако в ряде случаев токсичным является не избыток, а недостаток цинка. Обусловлено это тем, что цинк выполняет ряд биологических функций. Так, у человека ион цинка входит в состав свыше 20 металлоферментов, включая участвующие в метаболизме нуклеиновых кислот.

Токсичным может оказаться как избыток, так и недостаток цинка. При дефиците происходит нарушение кожных покровов, ухудшение заживления ран, отставание в росте, нарушение половых функций и полового развития у молодых людей, мозговые нарушения и нарушения в иммунной системе, а также проблемы родов и разнообразные дефекты у новорожденных. Терапия заключается в добавлении цинка в пищу, но эффект может проявиться только через значительный промежуток времени. Кроме этого, при добавках цинка возможно негативное влияние на метаболические равновесия других металлов, особенно меди.

Неприятный вкус цинка в воде ощущается при его концентрации 15 мг/л и очень заметен при 40 мг/л. Еще более высокие концентрации вызывают рвоту и диарею. Острое отравление цинком случалось при потреблении кислых фруктовых соков, упакованных в гальванизированные (покрытые цинком) стальные контейнеры. Известны эпизоды отравления цинком на рабочих местах при вдыхании паров и пыли. Случаи хронического отравления у людей не отмечены, хотя они могли проявляться нечетко. Однако известно, что хронический избыток цинка нарушает поступление в организм меди. У животных при избытке цинка также наблюдалось замедление развития костного скелета, если в пище находилось минимальное количество кальция и фосфора.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

В целом ион цинка мало опасен для человека и чаще всего отравление наблюдается, когда он сопровождается другим токсичным элементом – кадмием.

Никель, по данным ВОЗ – один из наиболее опасных загрязнителей окружающей среды. Никель – элемент, который необходим для нормального роста животных, однако его роль до конца еще не выяснена. Известно, что, как и некоторые другие ионы металлов, никель активирует определенные ферменты. Среднее количество никеля, поступающее с пищей, достаточно для выполнения потребностей организмов, поэтому его дефицит не встречается. Высокие концентрации никеля могут вызвать токсикоз, хотя такие случаи редки. Чаще всего случаи отравления никелем отмечаются в процессе карбонилирования никеля (его промышленная очистка) за счет вдыхания высокотоксичных паров карбонила никеля  $Ni(CO)_4$ .

Как и другие тяжелые металлы, никель способен реагировать с биологически важными молекулами, включая белки и ДНК. Однако благодаря низкой доле абсорбции в кишечнике поглощенный никель не столь токсичен.

При попадании никеля в легкие (в промышленных условиях) начальные симптомы отравления довольно мягкие и включают нарушение дыхания, утомляемость, головную боль, тошноту и рвоту, бессонницу, раздражительность. Если в дальнейшем эффект будет развиваться, то это может привести к тахикардии, кашлю, слабости и болям в мышцах, обильному потоотделению, диарее. Физическое состояние будет напоминать пневмонию. Еще в более тяжелых случаях наблюдается смерть от дыхательной недостаточности, отека мозга и кровоизлияния.

При попадании в организм не через легкие никель накапливается преимущественно в почках (что может вызвать их разрушение), а при высоких уровнях оказывает явное нейротоксическое действие.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32

Соединения никеля могут быть канцерогенными. Эпидемиологические данные показывают повышение риска раковых заболеваний дыхательных путей у рабочих никелевой промышленности. Однако если никель ввести с едой и питьем канцерогенез отсутствует.

Никель и его соединения – сильные аллергены. Аллергия (никелевые дерматиты) может быть вызвана “внутренним” металлом ортопедических протезов, сердечных электродов и т.п., равно как и кожным контактом с никелевой бижутерией, ингаляцией или иными контактами с солями никеля.

Значение кадмия для окружающей среды определяется двумя его свойствами:

1) сравнительно высоким давлением паров, определяющим легкость его испарения, например, при плавлении или при сгорании углей;

2) высокой растворимостью в воде, особенно при слабокислой реакции среды.

В окружающей среде содержание кадмия постоянно увеличивается из-за того, что его широко используют в топливе, удобрениях, рудных отвалах. В результате этого кадмиевое отравление становится основной проблемой для тех, кто проживает в промышленных зонах.

Кадмий легко реагирует с белковыми макромолекулами и другими биологически важными молекулами. Химическое подобие кадмия и цинка приводит к замещению кадмием цинка в ряде ферментов. Действие кадмия может отразиться на многочисленных органах, включая легкие, простату, семенники, сердце, печень, почки. При остром отравлении симптомы таковы: рвота, спазм кишечника, головная боль. Попав с пищей в организм, кадмий транспортируется кровью в другие органы, где он связывается глутатионом и гемоглобином эритроцитов.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		33

Кровь курильщиков содержит кадмия примерно в 7 раз больше, чем у некурящих.

В результате длительного хронического отравления почки собирают главную часть от общего содержания кадмия в организме, и почечная кора становится главной мишенью для этого токсиканта.

При хроническом воздействии происходит разрушение печени, сильная дисфункция почек в связи с протеинурией (появление белка в моче). Заболевание ведет к смерти. Болезнь сопровождается болями в спине и ногах, как результат декальцификации костей, которая приводит к их ломкости.

Большинство опытов, поставленных с целью выявления мутагенного воздействия кадмия на организм, показало отсутствие прямого влияния элемента на генетический материал. Однако не исключается возможность синергического воздействия нескольких металлов совместно с кадмием, способного вызвать генетические отклонения.

Специальной терапии для лечения кадмиевого отравления нет, а хелатирующие агенты, используемые при отравлении некоторыми другими металлами в целях ускорения их выведения из организма, могут только перераспределить кадмий в почки (что вызовет их разрушение).

Кобальт необходим для различных форм жизни. Например, он является необходимым компонентом витамина В12. Кобальт является относительно малотоксичным элементом. Однако в высоких дозах он уменьшает способность щитовидной железы аккумулировать йод, становясь причиной зубной болезни (часто встречается у больных анемией при приеме ими в терапевтических целях солей кобальта).

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		34



Кобальт показал кардиотоксичность для некоторых страстных любителей пива, потребляющих более 3 л в день (в некоторых странах в пиво добавляют соли двухвалентного кобальта в количестве 10-40% для стабилизации пены).

Этиловый спирт повышает чувствительность организмов к кобальтовой интоксикации, хотя число пострадавших значительно меньше, чем в случае приема Со-препаратов больными анемией.

Мышьяк относится к полуметаллам. Долгое время он является предметом токсикологических исследований. Ранние работы ставились из-за частых случаев его использования в качестве средства для убийства и самоубийства, из-за частого его использования в качестве пестицида в садах и виноградниках, как отравляющего вещества кожно-нарывного действия в химическом вооружении. В настоящее время мышьяк используется также в производстве электронных схем. Значительный контакт человека с мышьяком происходит при изготовлении и очистке металлических сплавов (особенно медных), а также в процессах, использующих сжигание угля. Приблизительно 80% соединений мышьяка применяется в качестве пестицидов.

В природе мышьяк находится в виде разнообразных устойчивых химических соединений в трехвалентной и пятивалентной форме.

Микроорганизмы способны преобразовывать неорганический мышьяк в диметиларсенат, который может аккумулироваться в рыбе, а затем, попадать в организм человека. Кроме того, мышьяк может присутствовать в виде загрязнения водных источников питьевого назначения. Токсическое влияние варьирует в зависимости от дозы и продолжительности приема.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

В случае острого отравления основным признаком является сильное нарушение желудочно-кишечного тракта, которое будет сопровождаться такими симптомами, как: спазмы и диарея, и эффекты эти проявятся в срок от 30 минут до 2-х часов. В случае хронического отравления наблюдаются нарушения периферической нервной системы: в опытах на животных в конце наблюдался паралич конечностей.

Иногда могут встречаться и другие признаки: шелушение и пигментация кожи, сонливость и плохая память, эпизодическое нарушение речи и бредовое состояние, а в некоторых случаях также анемия.

Мышьяк считается канцерогенным для человека. При контакте с соединениями мышьяка через кожу и перорально возможен рак кожи.

Токсичность самого олова и большинства его неорганических соединений невелика. Острых отравлений, вызываемых широко используемым в промышленности элементарным оловом, практически не встречается. Олово, попавшее в организм в малых количествах, не является токсичным, поэтому белую жезть широко используют при консервировании в пищевой промышленности. Человек может ежедневно потреблять олово в количестве 800-1000 мг. Вероятность абсорбции металлического олова и его неорганических солей через пищевой тракт мала.

Ряд сплавов олова может нанести вред здоровью (особенно при высоких температурах) из-за свойств металлов, присутствующих в этих сплавах (например, свинец, цинк, марганец и т.п.).

У рабочих оловоплавильных заводов при длительном воздействии пыли оксида олова могут развиваться пневмокониозы, у рабочих, занятых изготовлением оловянной фольги, иногда отмечаются случаи хронической экземы. Тетрахлорид олова при концентрации его в воздухе свыше 90 мг/м<sup>3</sup> действует раздражающе на верхние дыхательные пути, вызывая кашель, а при попадании на кожу, хлорид олова вызывает ее изъязвления.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		36

Сильный судорожный яд вызывает оловянистый водород, но вероятность образования его в производственных условиях ничтожно мала.

Органические соединения олова, особенно ди- и триалкильные, обладают выраженным действием на центральную нервную систему. Признаки отравления триалкильными соединениями: головная боль, рвота, головокружение, судороги, парезы, параличи, значительные расстройства. Часто развиваются коматозное состояние, нарушения сердечной деятельности и дыхания со смертельным исходом. Токсичность диалкильных соединений олова несколько ниже, в клинической картине отравлений преобладают симптомы поражения печени и желчевыводящих путей.

Ртутное отравление, как профессиональное, так и бытовое, давно известно человечеству. Профессиональный контакт осуществляется, прежде всего, при ингаляции ртутных паров в процессе получения хлора электролизом и гидроксида натрия, а также при производстве ртути содержащих изделий, например, термометров. У населения главной причиной отравления является метилртуть. Основным способом попадания ртути в организм человека является ее поступление с продуктами питания.

Токсическое воздействие ртути зависит от ее химической формы и способа проникновения в организм. При вдыхании ртутные пары активно абсорбируются и аккумулируются в мозге, почках, яичках. Острое отравление вызывает разрушение легких. При заглатывании ртути происходит осаждение белков из мукомебран желудочно-кишечного тракта, сопровождаемое болью в животе, рвотой и поносом. Если пациент выживает, то критическим органом становится печень.

Ртуть с легкостью преодолевает плацентарный барьер, поэтому дети в период внутриутробного развития, подвергаются ртутному воздействию наравне с матерями, и даже в большей степени из-за слабых защитных механизмов. Хроническое отравление вызывает нарушения в центральной нервной системе.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		37

Элементарная и метилированная ртуть в основном поражают периферийную и центральную нервную систему. Ртутные пары ( $Hg^0$ ) вызывают нейropsychическое действие (пугливость, бессонница, эмоциональная неустойчивость – в целом этот комплекс относится к патологически повышенной возбудимости). Метилртуть имеет сенсорно-моторное (двигательное – нарушение походки, сокращение поля зрения, затрудненное глотание) воздействие. Две этих формы: нейropsychологическое и сенсорно-моторное воздействие, оказывают, в общем, одинаковое нейropатологическое воздействие на элементы нервной клетки, но различия в проявлениях токсичности вызвано распределением этих форм в мозге и их воздействием на разные нервные сферы.

Чрезвычайно чувствительны к действию ртути почки, что вызвано сродством их клеток к ртути (в основном в ионной форме  $Hg_2$ ). При этом в почках аккумулируется основная порция общего ее количества. Достоверного мутагенного воздействия у ртути не обнаружено.

Одним из самых токсичных компонентов гальванического производства является Cr, ПДК которого не превышает  $0,1 \text{ мг/дм}^3$  по Cr (III) и  $0,05 \text{ мг/дм}^3$  по Cr (VI). В общем объеме сточных вод гальванического производства значительная доля приходится на сточные воды, содержащие ионы токсичного шестивалентного хрома. Классическое удаление хрома проводят в два этапа: сначала ионы шестивалентного хрома восстанавливают до трехвалентного, затем осаждают в виде гидроокиси. В качестве восстановителей чаще всего используют натриевые соли сернистой кислоты, сульфид натрия или сероводород.

После восстановления шестивалентного хрома в кислой среде сточные воды нейтрализуют с целью осаждения трехвалентного хрома в виде гидроксида. Для интенсификации очистки химическое осаждение комбинируют с коагулированием и фильтрованием через различные загрузки.

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Оксид хрома (VI) – сильный окислитель, одно из самых токсичных соединений хрома. Он является эталонным экотоксикантом. Токсичность хрома различается в зависимости от степени окисления. Соединения хрома (VI) является в 100-1000 раз более токсичными, чем Cr (III).

Длительный влияние соединений Cr (VI), а именно хромовой кислоты  $H_2CrO_4$  и ее солей, присутствующих в воздухе промышленных помещений, вызывает хроническое отравление в виде перфорации слизистой оболочки носа и ротовой полости, а также воспаление легких.

Хроническое отравление Cr (VI) касается, прежде всего, работников, имеющих контакт с его соединениями.

В токсикологии Cr (VI) вызывающими наибольшее беспокойство, является его канцерогенные и мутагенные свойства. Соединения Cr (VI) относятся к группе сильнейших канцерогенных веществ среди неорганических соединений. По данным Международного агентства исследований рака, хром (VI) относится к группе веществ с доказанным эпидемиологическим канцерогенным влиянием. Важнейшей причиной мутагенной активности соединений Cr (VI) являются окислительные способности.

Среди следовых элементов (при содержании ниже 0,01 мг / кг), которые присутствуют в природе, Cr (III) относится к так называемым микроэлементам. Он необходим для нормального функционирования организма. Дневная необходимая потребность взрослого составляет около 13 – 56 г / сут. Cr (III) входит в состав фактора толерантности глюкозы (GTF), что является органическим комплексом трехвалентного хрома, строение которого не до конца выяснена. GTF регулирует метаболизм глюкозы у людей и животных. Участвует также в синтезе протеинов и метаболизме липидов, а также холестерина.

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017

В случае нехватки Cr (III) наблюдаются следующие проявления: сначала уменьшается толерантность глюкозы, а затем общее ослабление, ограничение роста, нарушения в метаболизме белков и изменения в системе кровообращения.

Учитывая разную токсичность отдельно устанавливаются нормы допустимой концентрации для Cr (III) и Cr (VI). По Европейским нормам в воде содержание соединений хрома (III) не должен превышать 0,1 мг / дм<sup>3</sup>, а хрома (VI) – 0,05 мг / дм<sup>3</sup>. В воздухе нормой является содержание Cr (VI) на уровне среднегодовой концентрации не выше 0,4 мкг / м<sup>3</sup>.

Соединения хрома проникают в организм через дыхательные пути, слизистые оболочки и неповрежденную кожу.

Соединения хрома при действии на кожу могут приводить к развитию поражений типа экзем, дерматитов, обладают также раздражающим и прижигающим действием на слизистые оболочки.

Острое отравление соединениями хрома наблюдается редко. При этом возникают явления острого энтерита, поражение дыхательных путей, сопровождающееся кашлем с мокротой, подъемом температуры тела, одышкой, синюхой, влажными хрипами в легких. В тяжелых случаях могут возникать поражения нервной системы, печени, почек (анурия, азотемия), иногда со смертельным исходом.

Хронические отравления сопровождаются головными болями, потерей в весе, диспепсическими явлениями; возможны гастриты, язвенная болезнь, иногда появляются признаки поражения печени (токсическая желтуха).

Характерным признаком воздействия соединений хрома является развитие язвенных поражений слизистых оболочек ротовой полости и носа вплоть до прободения хрящевой части носовой перегородки. При попадании соединений хрома на свежие царапины, порезы, ссадины возможно развитие длительно текущих язв.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

### 3 ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ АО «НПП» РУБИН»

В 2011 году на АО «НПП «Рубин» было произведено демонтажное удаление существующих локальных очистных сооружений, которые работали по старой технологической схеме и на их месте смонтированы, и запущены в эксплуатацию новые локальные очистные сооружения.

При работе в одну смену расчетная производительность новых локальных очистных сооружений составляет 22 м<sup>3</sup>/сут., при работе в три смены – 66 м<sup>3</sup>/сут.

Технологическая схема локальной очистки сточных вод АО «НПП «Рубин» представлена на рис.1.

Технологическая схема локальной очистки сточных вод АО «НПП «Рубин» с предложенной технологией обезвреживания высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов представлена на рис. 2.

Общий вид локальных очистных сооружений АО «НПП «Рубин» представлен на рис. 3.

Сточные воды, которые образуются на гальванопроизводствах предприятия, отводятся отдельно по видам и самотекам, откуда поступают в положенные емкости.

Хромсодержащие сточные воды поступают в сборную емкость В01.

Щелочные сточные воды поступают в сборную емкость В02.

Кислые сточные воды поступают в сборную емкость В03.

Наполнение емкостей автоматически регулируется и устанавливается с помощью датчиков уровней.

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		415



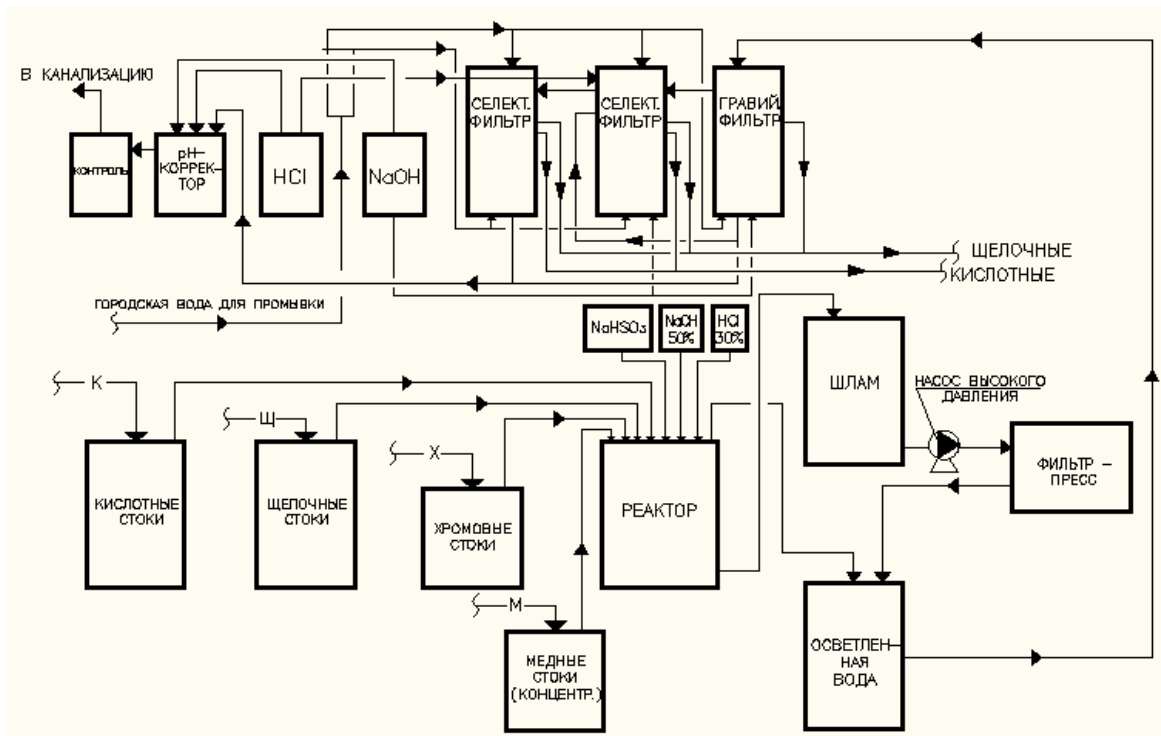


Рисунок 1 – Технологическая схема локальной очистки сточных вод АО «НПП «Рубин»

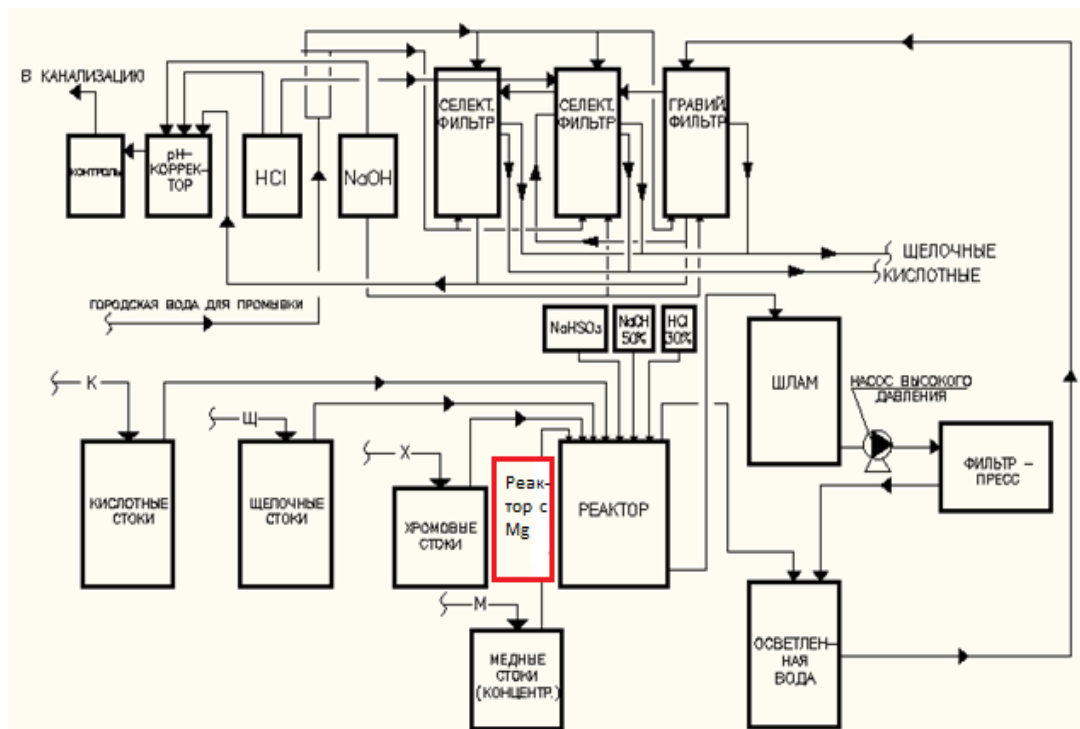


Рисунок 2 – Технологическая схема локальной очистки сточных вод АО «НПП «Рубин» с предложенной технологией обезвреживания высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017

Лист

42



Рисунок 3 – Общий вид локальных очистных сооружений АО «НПП  
«Рубин»»

Производственные сточные воды из сборных емкостей перекачиваются насосами в реактор В05, где происходит их обработка.

Весь процесс обработки сточных вод в реакторе программируется и осуществляется в автоматическом режиме.

Обработка сточных вод в реакторе протекает следующим образом. Первым делом происходит заполнение реактора хромосодержащими сточными водами из сборной жидкости В01. Механической мешалкой мощность которого составляет  $N=1,1$  кВт. перемешивается содержимое реактора. Далее начинается процесс кондиционирования хромосодержащих сточных вод. В реактор дозируется 30% раствор HCl, в результате чего значение уровня pH достигается 2. Продолжительность процесса pH – кондиционирования – 5 минут.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017

Лист

43

Следующий этап – это восстановление хрома VI до хрома III. Для этого в реактор дозируется 30% раствор гидросульфита натрия ( $\text{NaHSO}_3$ ), в результате чего в реакторе поддерживается уровень REDOX потенциала  $Eh=+240$  мВ (восстановительная среда). Продолжительность процесса восстановления хрома составляет 10 минут.

Далее из емкостей B02 и B03 в реактор перекачиваются кислые и щелочные сточные воды.

Предварительно нейтрализуются сточные воды в процессе дозирования 30% раствора гидроксида натрия  $\text{NaOH}$  до уровня  $\text{pH}=6,0$ . Продолжительность процесса предварительной нейтрализации составляет 5 минут.

После сточные воды в процессе дозирования 10% раствора гашеной извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  нейтрализуются до уровня  $\text{pH}=9,0$ . Весь этот процесс продолжается 20 минут.

Потом в течение 2-х минут идет флокуляционная обработка сточных вод путем дозирования катионного сополимера полиариламида КП-555.

Далее идет отстаивание сточных вод в процессе седиментации. Продолжительность процесса отстаивания – 90 минут.

Осветленные сточные воды перекачиваются в резервуар очищенных сточных вод. Жидкий шлам перекачивается в шламособорник. Шлам механически обезвоживается на камерном фильтр-прессе. Доочистка сточных вод происходит на гравийном и ионообменных фильтрах.

Гравийный фильтр – 1шт., диаметр  $D_\phi = 0,469\text{м}$ . Загрузка фильтра: гравийная крошка  $d_3 = 3,0-5,6$  мм, гравийная крошка  $d_3 = 0,8-1,2$  мм. Расчетная скорость фильтрования  $v_\phi = 16$  м/ч.

Ионообменные фильтры – 2шт. Фильтры установлены последовательно, диаметр  $D_\phi = 0,469\text{м}$ . Загрузка фильтра – смола TP207.

В течение суток на предприятии образуется 200 литров высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

В связи с тем, что сброс отработанных травильных растворов в сборные емкости сточных вод привел к нарушению режима функционирования локальных очистных сооружений, возникла необходимость разработки технологии обезвреживания отработанных высококонцентрированных растворов.

Для повышения надежности и эффективности работы локальных очистных сооружений АО «НПП «Рубин» была разработана технологическая схема, которая позволяет полностью утилизировать ценные компоненты, содержащиеся в отработанных травильных растворах. Разработана технологическая схема, предусматривающая их цементационную обработку на магниевых стружках, нагрев до 60 °С и отдувку аммиака. В соответствии с разработанной технологией обезвреживания отработанных медно-аммиачных травильных растворов силами АО «НПП «Рубин» была проведена реконструкция локальных очистных сооружений. В ходе проведения реконструкции на локальных очистных сооружениях были смонтированы: реактор для обезвреживания отработанных растворов и абсорбер, предназначенный для поглощения аммиака из отходящей от реактора воздушной смеси.

Предложенная нами технологическая схема обезвреживания высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов, внедренная в процессе реконструкции на локальных очистных сооружениях АО «НПП «Рубин» представлена на рисунке 4.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

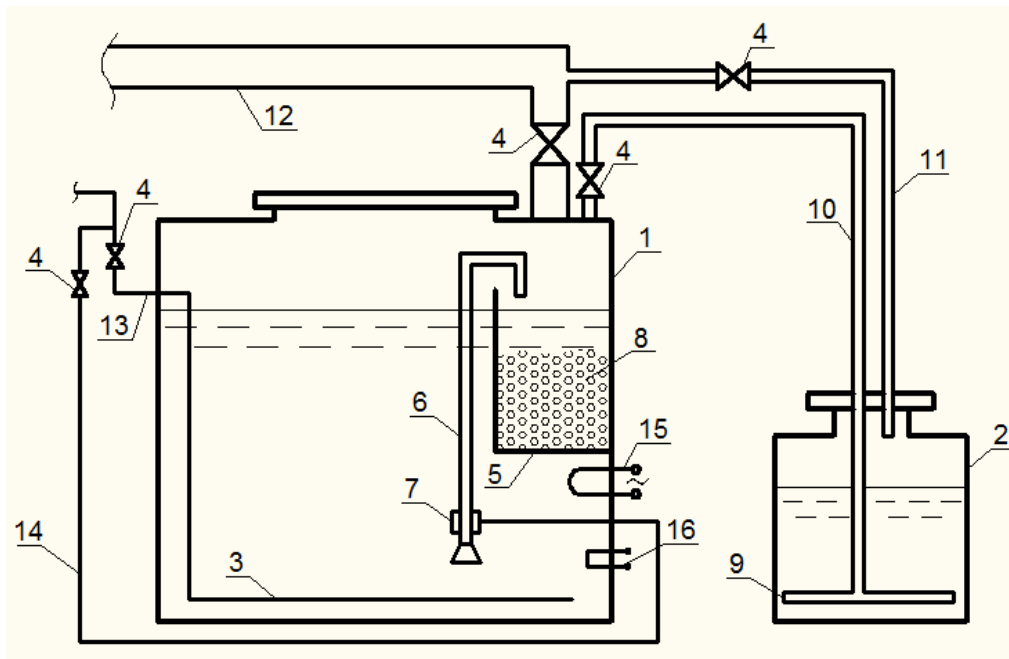


Рисунок 4 – Технологическая схема обезвреживания высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов АО «НПП «Рубин»

1 – реактор; 2 – абсорбер; 3 – система барботирования реактора; 4 – запорная арматура; 5 – перфорированный карман; 6 – перекачивающий эрлифт; 7 – смеситель эрлифта; 8 – засыпка из магниевой стружки; 9 – система барботирования; 10 – трубопровод отвода из реактора воздушной смеси; 11 - трубопровод отвода из абсорбера воздушной смеси; 12 – вытяжная вентиляция; 13 – трубопровод подачи сжатого воздуха в систему барботирования; 14 – трубопровод подачи сжатого воздуха в эрлифт; 15 – электротэн; 16 – датчик температуры.

Общий вид реактора для обезвреживания высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов и абсорбера, представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Общий вид реактора для обезвреживания высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов абсорбера

Обезвреживание травильных растворов производилось по следующей схеме. Отработанные медно-аммиачные растворы перекачиваются химическими насосами в реактор 1. Емкость реактора составляет 0,2 м<sup>3</sup>. После заполнения реактора 1 открывался вентиль 4 на трубопроводе 14, подающем сжатый воздух в смеситель 7 перекачивающего эрлифта 6. Эрлифт 6 перекачивал рециркуляционный поток раствора в перфорированный карман 8, загруженный магниевой стружкой 8. При фильтрации через магниевую стружку из травильного раствора в результате протекания процесса цементации, выделялась металлическая медь.

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Образующаяся в результате растворения металлического магния гидроокись магния задерживалась в порах загрузки из магниевой стружки. После окончания процесса цементационной обработки травильного раствора, вентиль 4 закрывался. Перфорированный карман 5 с магниевой стружкой 8 вынимался из реактора 1. Температура раствора, прошедшего предварительную цементационную обработку, поднималась до 60°C в результате включения электротэна 15. Значение температуры раствора в реакторе 1 контролировалось датчиком 16. Затем открывался вентиль 4 на трубопроводе подачи сжатого воздуха в систему барботирования 3. Открывались вентили 4 на трубопроводах отвода воздушной смеси из реактора 10 и абсорбера 11 в систему вытяжной вентиляции. В процессе всплывания пузырьков воздуха, образующихся в системе барботирования абсорбера 9 в слое азотной кислоты происходит абсорбция содержащегося в воздушной смеси аммиака, в результате чего образуется нитрат аммония (аммиачная селитра).

После отдувки аммиака, обезвреженный раствор перекачивается в сборную емкость щелочных сточных вод В02, смешивается со сточными водами и подвергается дальнейшей очистке на локальных очистных сооружениях. Перфорированный карман 5 с магниевой стружкой 8 устанавливается в реактор 1, после чего процесс очистки отработанных медно-аммиачных растворов повторяется.

После проведения нескольких циклов цементационной обработки растворов, смесь образовавшегося медного порошка и гидроксида магния выгружается из кармана 8. В карман 8 загружается магниевая стружка и процесс обработки травильных растворов продолжается. Смесь медного порошка и гидроксида магния промывается серной кислотой. Гидроксид магния растворяется, в результате чего образуется сульфат магния, являющийся удобрением.

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Результаты, полученные от внедрения технологии обезвреживания высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов на локальных очистных сооружениях АО «НПП «Рубин» представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты внедрения технологии обезвреживания высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов на локальных очистных сооружениях АО «НПП «Рубин»

№ п/п	Показатели	Концентрация загрязнений в растворах, поступающих на обезвреживание, мг/л	Концентрация загрязнений в растворах, после обработки, мг/л	Эффективность процесса обезвреживания Э, %
1	Концентрация ионов меди	<u>2880-15600</u> 4600	<u>1,5-7,3</u> 2,4	99,95
2	Концентрация аммиака	<u>2240-12400</u> 3700	<u>1,3-6,1</u> 2,1	99,94

Примечание: в знаменателе показано среднее значение рассматриваемого показателя.

Полученные в ходе производственных испытаний на АО «НПП «Рубин» технологии обезвреживания высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов показали, что:

1. По предложенной технологии обработка высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных растворов позволяет достичь качества обезвреженных растворов, которые позволяют беспрепятственно отводить их в сборную емкость производственных сточных вод и обрабатывать вместе с производственными сточными водами на локальных очистных сооружениях.

2. В результате обработки отработанных высококонцентрированных медно-аммиачных травильных растворов концентрация содержащихся в них ионов меди снижается в 1810-2140 раз, аммиака в 1720-2030 раз.



3. Предложенная технология обезвреживания высококонцентрированных медно-аммиачных травильных растворов позволяет полностью утилизировать содержащиеся в них загрязнения в виде: порошка цветного металла (меди) и удобрений (аммиачной селитры и сульфата магния).

3.1 Рекомендации по проектированию и расчету аппаратного оформления предлагаемой технологии. Расчет экономического эффекта, полученного от внедрения

Суточный расход отработанных медно-аммиачных травильных растворов, образующихся на предприятии, составляет  $Q_{\text{сут}}=0,2 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

Требуемый объем реактора  $W_{\text{ж}}$  ( $\text{м}^3$ ) для обезвреживания травильных растворов, образующихся за период  $T_{\text{р}}=1 \text{ сут}$ :

$$W_{\text{ж}} = Q_{\text{сут}} \cdot T_{\text{р}} \quad (6)$$

$$W_{\text{ж}} = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ м}^3$$

Реактор имеет квадратную в плане форму с размерами стороны  $B_{\text{р}}=0,7 \text{ м}$ .

Площадь поперечного сечения реактора:

$$S_{\text{р}} = B_{\text{р}}^2, \text{ м}^2 \quad (7)$$

$$S_{\text{р}} = 0,7^2 = 0,49 \text{ м}^2$$

Высота слоя жидкости в реакторе:

$$H_{\text{ж}} = \frac{W_{\text{ж}}}{S_{\text{р}}}, \text{ м} \quad (8)$$

$$H_{\text{ж}} = \frac{0,2}{0,49} = 0,41 \text{ м}$$

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		50

Площадь поперечного сечения съемного кармана составляет  $S_k=0,7 \text{ м}^2$ .  
 При скорости фильтрования через слой магниевой стружки  $v_\phi=20 \text{ м/ч}$   
 величина расхода травильного раствора перекачиваемого эрлифта:

$$Q_{\text{ж}} = v_\phi \cdot S_k, \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (9)$$

$$Q_{\text{ж}}=20 \cdot 0,7=1,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход сжатого воздуха, подаваемого в смесительное устройство при  
 величине относительного расхода эрлифтного устройства  $\bar{Q} = 2,1$

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ж}} \cdot \bar{Q}, \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (10)$$

$$Q_{\text{в}}=1,4 \cdot 2,1=2,94 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Площадь сечения, перекачивающего эрлифтного устройства, при  
 скорости движения жидкости  $v_{\text{ж}}=1,1 \text{ м/с}$ :

$$S_{\text{эр}} = \frac{Q_{\text{ж}}}{3600v_{\text{ж}}}, \text{ м}^2 \quad (11)$$

$$S_{\text{эр}} = \frac{1,4}{3600 \cdot 1,1} = 0,000354 \text{ м}^2$$

Величина ствола, перекачивающего эрлифтного устройства:

$$d_{\text{эр}} = \sqrt{\frac{4S_{\text{эр}}}{\pi}}, \text{ м}^2 \quad (12)$$

$$d_{\text{эр}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000354}{3,14}} = 0,021 \text{ м}^2$$

К установке принимается эрлифтное устройство с диаметром  
 ствола

$$d_{\text{эр}}=25 \text{ мм.}$$

Масса меди  $M_{\text{м}}$  (г) в травильном растворе, обрабатываемом в реакторе  
 при концентрации меди  $C_{\text{м}}=16000 \text{ (мг/л) (г/м}^3)$  определяется по формуле:

$$M_{\text{м}} = W_{\text{ж}} \cdot C_{\text{м}}, \text{ г} \quad (13)$$

$$M_{\text{м}}=0,2 \cdot 16000=3200 \text{ г}$$

Теоретический расход металлического магния  $M_{\text{мг.т}}$  в процессе цементационной обработки травильного раствора определяется по формуле:

$$M_{\text{мг.т}} = M_{\text{м}} \frac{M_{\text{Cu}}}{M_{\text{Mg}}}, \text{ г} \quad (14)$$

где  $M_{\text{Cu}}=63,6$  г и  $M_{\text{Mg}}=24,3$  г – соответственно атомарные массы меди и магния.

$$M_{\text{мг.т}} = 3200 \frac{63,6}{24,3} = 8375 \text{ г}$$

Практический расход металлического магния, необходимого для цементационной обработки травильного раствора  $M_{\text{мг.п}}$  (г) определяется по формуле:

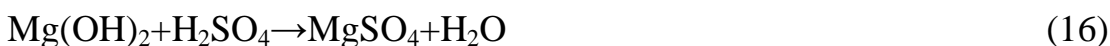
$$M_{\text{мг.п}} = \frac{M_{\text{мг.т}}}{K_{\text{в}}}, \text{ г} \quad (15)$$

где  $K_{\text{в}}$ – коэффициент выхода металлической меди в процессе цементационной обработки травильного раствора  $K_{\text{в}}=0,74$ .

$$M_{\text{мг.п}} = \frac{8375}{0,74} = 11318 \text{ г}$$

При растворении 24,3 г металлического магния в щелочном растворе, образуется 58,3 г гидроксида магния, а при растворении 11318 г металлического магния образуется 27154 г гидроксида магния ( $M_{\text{гм}}=27154$  г).

В соответствии с реакцией:



для растворения 58,3 г гидроксида магния необходимо 98 г серной кислоты, при этом образуется 120,3 г сульфата магния, для растворения 27154 г гидроксида магния необходимо 45645 г серной кислоты, при этом образуется 56031 г сульфата магния.

Масса аммиака  $M_{\text{а}}$  (г) в травильном растворе, обрабатываемом в реакторе при концентрации аммиака  $C_{\text{а}}=1300$  г/м<sup>3</sup> определяется по формуле:

$$M_{\text{а}} = W_{\text{ж}} \cdot C_{\text{а}}, \text{ г} \quad (17)$$

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M_a = 0,2 \cdot 13000 = 2600 \text{ г}$$

В соответствии с реакцией:



для растворения 17 г аммиака необходимо 64 г азотной кислоты, при этом образуется 81 г аммиачной селитры, для абсорбции 2600 г аммиака необходимо 9788 г азотной кислоты, при этом образуется 17388 г аммиачной селитры.

При числе дней работы локальных очистных сооружений в течении года  $N=247$  дней, масса получаемого медного порошка составит:

$$M_{\text{м.г.}} = M_{\text{м}} \cdot N = 3200 \cdot 247 = 790400 \text{ г} \approx 0,79 \text{ т} \quad (19)$$

Масса получаемого сульфата магния:

$$M_{\text{с.м.г.}} = M_{\text{с.м.}} \cdot N = 56032 \cdot 247 = 13839904 \text{ г} \approx 13,8 \text{ т} \quad (20)$$

Масса получаемой аммиачной селитры будет равна:

$$M_{\text{а.с.г.}} = M_{\text{а.с.}} \cdot N = 12388 \cdot 247 = 13839904 \text{ г} \approx 3,1 \text{ т} \quad (21)$$

Годовая потребность в металлическом магнии составит:

$$M_{\text{мг.г.}} = M_{\text{мг.п}} \cdot N = 11318 \cdot 247 = 2795546 \text{ г} \approx 2,8 \text{ т} \quad (22)$$

Расход серной кислоты в течение года составит:

$$M_{\text{с.к.г.}} = M_{\text{с.к.}} \cdot N = 45645 \cdot 247 = 11274315 \text{ г} \approx 11,3 \text{ т} \quad (23)$$

Расход азотной кислоты в течение года будет равна:

$$M_{\text{а.к.г.}} = M_{\text{а.к.}} \cdot N = 9788 \cdot 247 = 2417636 \text{ г} \approx 2,4 \text{ т} \quad (24)$$

Годовая прибыль от реализации полученных продуктов определяется по формуле:

$$П = M_{\text{м.г.}} \cdot Ц_{\text{м}} + M_{\text{с.м.}} \cdot Ц_{\text{с.м}} + M_{\text{а.с.г.}} \cdot Ц_{\text{а.с}}, \quad (25)$$

Где  $Ц_{\text{м}} = 2100$  тыс.руб/т,

$Ц_{\text{с.м}} = 55$  тыс.руб/т,

$Ц_{\text{а.с}} = 100$  тыс.руб/т

Соответственно цена металлического медного порошка, цена сульфата магния и цена аммиачной селитры будет равна:

$$П = 0,79 \cdot 2100 + 13,8 \cdot 55 + 3,1 \cdot 100 = 1659 + 759 + 310 = 2728 \text{ тыс.руб/год.}$$

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Годовые затраты на приобретение реагентов составят:

$$З = M_{\text{мг.г}} \cdot C_{\text{мг}} + M_{\text{ск.г}} \cdot C_{\text{ск}} + M_{\text{ак.г}} \cdot C_{\text{ак}}, \quad (26)$$

где  $C_{\text{мг}} = 210$  тыс.руб/т;

$C_{\text{ск}} = 80$  тыс.руб/т;

$C_{\text{ак}} = 160$  тыс.руб/т.

Соответственно цена металлического магния, цена серной кислоты и цена азотной кислоты будет равна:

$$З = 2,8 \cdot 210 + 11,3 \cdot 80 + 2,4 \cdot 160 = 1876 \text{ тыс.руб/год.}$$

Полученный экономический эффект от внедрения предложенной технологии на локальных очистных сооружениях АО «НПП «Рубин» в ценах 2017 года составит:

$$Э = П - З = 2728 - 1876 = 852 \text{ тыс.руб/год.}$$

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		54

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра была произведена оптимизация технологии обезвреживания медьсодержащих травильных растворов на АО «НПП» Рубин», разработаны и внедрены технологии обезвреживания высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов на локальных очистных сооружениях предприятия, с целью повышения надежности и эффективности работы локальных очистных сооружений АО «НПП» Рубин».

В соответствии с разработанной технологией обезвреживания отработанных медно-аммиачных травильных растворов силами АО «НПП «Рубин» была проведена реконструкция локальных очистных сооружений. В ходе проведения реконструкции на локальных очистных сооружениях были смонтированы: реактор для обезвреживания отработанных растворов и абсорбер, предназначенный для поглощения аммиака из отходящей от реактора воздушной смеси.

Полученные в ходе производственных испытаний на АО «НПП «Рубин» технологии обезвреживания высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов показали, что:

1. Обработка высококонцентрированных отработанных медно-аммиачных травильных растворов по предложенной технологии позволяет достичь качества обезвреженных растворов, позволяющих без особых проблем отводить их в сборную емкость производственных сточных вод и обрабатывать совместно с производственными сточными водами на локальных очистных сооружениях.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		55

2. В результате обработки отработанных высококонцентрированных медно-аммиачных травильных растворов концентрация содержащихся в них ионов меди снижается в 1810-2140 раз, аммиака в 1720-2030 раз.

3. Предложенная технология обезвреживания высококонцентрированных медно-аммиачных травильных растворов позволяет полностью утилизировать содержащиеся в них загрязнения в виде: порошка цветного металла (меди) и удобрений (аммиачной селитры и сульфата магния).

После обработки концентрация загрязнений в растворах составила:

- меди – 1,5-7,5 мг/л (2,4мг/л);
- аммиака – 1,3-6,1мг/л (2,1мг/л).

Таким образом эффективность обезвреживания составила:

- меди – 99,95 %;
- аммиака – 99,94 %.

После установления дополнительной установки на локальные очистные сооружения АО «НПП» Рубин», концентрация меди в сточной воде разительно снизилась. Она не представляет угрозы для окружающей среды и может в дальнейшем использоваться вторично.

В работе также предложены рекомендации по проектированию и расчету аппаратного оформления предлагаемой технологии, проведен расчет экономического эффекта, полученного от внедрения дополнительной технологии очистки отработанных медьсодержащих технологических растворов, которые поступают на локальные очистные сооружения АО «НПП» Рубин». Полученный экономический эффект от внедрения предложенной технологии на локальных очистных сооружениях АО «НПП» «Рубин» в ценах 2017 года составит 852 тыс. руб./год.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		56

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. №7 –ФЗ (ред. от 29.12.2015);
2. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»: от 21 июля 1997 г. №116 – ФЗ (в ред. федерального закона от 04.03.2013 №22 – ФЗ и от 13.07.2015 №- ФЗ);
3. «Об отходах производства и потребления»: Федеральный закон от 24.06.98 г. № 89-ФЗ (в ред. федер. закона от 29.12.2014 №485- Ф.З.);
4. Трудовой кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 30 декабря 2001 г. №197- ФЗ (в ред. федер. Закона от 01.04.2012 и изменений от 23.07.13);
5. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 №74- ФЗ;
6. «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов»: Приказ Росприроднадзора от 18.07.2014 №445;
7. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Приказ Госкомнадзора от 28.04.1999 №96 «О рыбохозяйственных нормативах»;
8. О составе разделов проектной документации и требованию к их содержанию: Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 №87 (в ред. Пост. Прав. РФ от 08.08.2013 №679);
9. ГОСТ 12.1.005 – 88 ССБТ Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
10. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (В ред. 2011 г. с прил.);

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57



11. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам. – М.: Госстандарт СССР, 1981;
12. ГОСТ 17.1.3.07-82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков». - М.,1982;
13. ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2).» - М.,1977;
14. ГОСТ 18293-72 Вода питьевая. Методы определения содержания свинца, цинка, серебра. Взамен ГОСТ 4614-49 и ГОСТ 4387-48; введ.0101.74. М.: Государственный стандарт союза СССР: Издательство стандартов, 1976. - I, 19 с;
15. ГОСТ 4011-72 Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа. Взамен ГОСТ 4011-48; введ. 01.01.74. - М.: Межгосударственный стандарт: ИПК издательство стандартов, 2008. - II, 7 с;
16. ГОСТ 4388-72 Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации меди. Взамен ГОСТ 4388-48; введ. 01.01.74. - М.: Государственный стандарт союза СССР: Издательство стандартов, 1986. -I, 10 с;
17. ГОСТ 9.314-90. Вода для гальванического производства и схемы промывок. Общие требования. М.: Изд-во стандартов, 1990;
18. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М., 2003;
19. Методика разработки допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей (Утв. Приказом МПР РФ 17 декабря 2007 г. №333).

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

20. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для вузов/ Ю.В.Воронов, С.В. Яковлев. - М.: Издательство: Ассоциации строительных вузов, 2008 - 704 с.

21. Карманов А.П. Технология очистки сточных вод: Учебное пособие/ А.П. Карманов, И.Н. Полина. - Сыктывкар: СЛИ, 2015. -207 с. 48.

22. Очистка сточных вод (примеры расчетов) /Учебное пособие для вузов по специальности «Водоснабжение и канализация» /М.П. Лапицкая, [и др.]. - Мн.: Выш. школа, 2007- 255 с.,ил.

23. Андреев, С.Ю. Интенсификация деструктивной очистки производственных сточных вод с использованием окислителя на основе феррата натрия / С.Ю. Андреев, И.А. Гарькина, Н.Н. Ласьков, В.А. Князев // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – №2. – С.152–156.

24. Яхкинд, М.И. Использование методов химического и электрохимического окисления соединений железа в технологии получения ферратов / М.И. Яхкинд, С.Ю. Андреев, И.А. Гарькина, В.А. Князев // Региональная архитектура и строительство. – 2015. – №1. – С.130–135.

25. Гогина, Е.С. Ресурсосберегающие технологии / Е.С. Гогина. – М.: АСВ, 2012.

26. Зуева, Т.В. Разработка технологии утилизации отработанных медно-аммиачных растворов травления: автореф. канд. техн. наук / Т.В. Зуева. – Пенза, 2014.

27. Борисенко З. В., Быцан Н. В. Способ очистки сточных вод от шестивалентного хрома. А. с. СССР № 1542910, кл. С 02 F 1/42, 2007.

28. Бучило, Э. Очистка сточных вод травильных и гальванических отделений / Э. Бучило; под. ред. А.Ф. Шабалина; пер. с пол. Г.Н. Мехеда М.: Металлургия, 2014- 199 с.

29. Вайнштейн, И.А. Очистка и использование сточных вод травильных отделений: (Переработка растворов солей железа) / И.А. Вайнштейн. М.: Металлургия, 2015- 110 с.

					<i>ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017</i>	<i>Лист</i>
						60
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

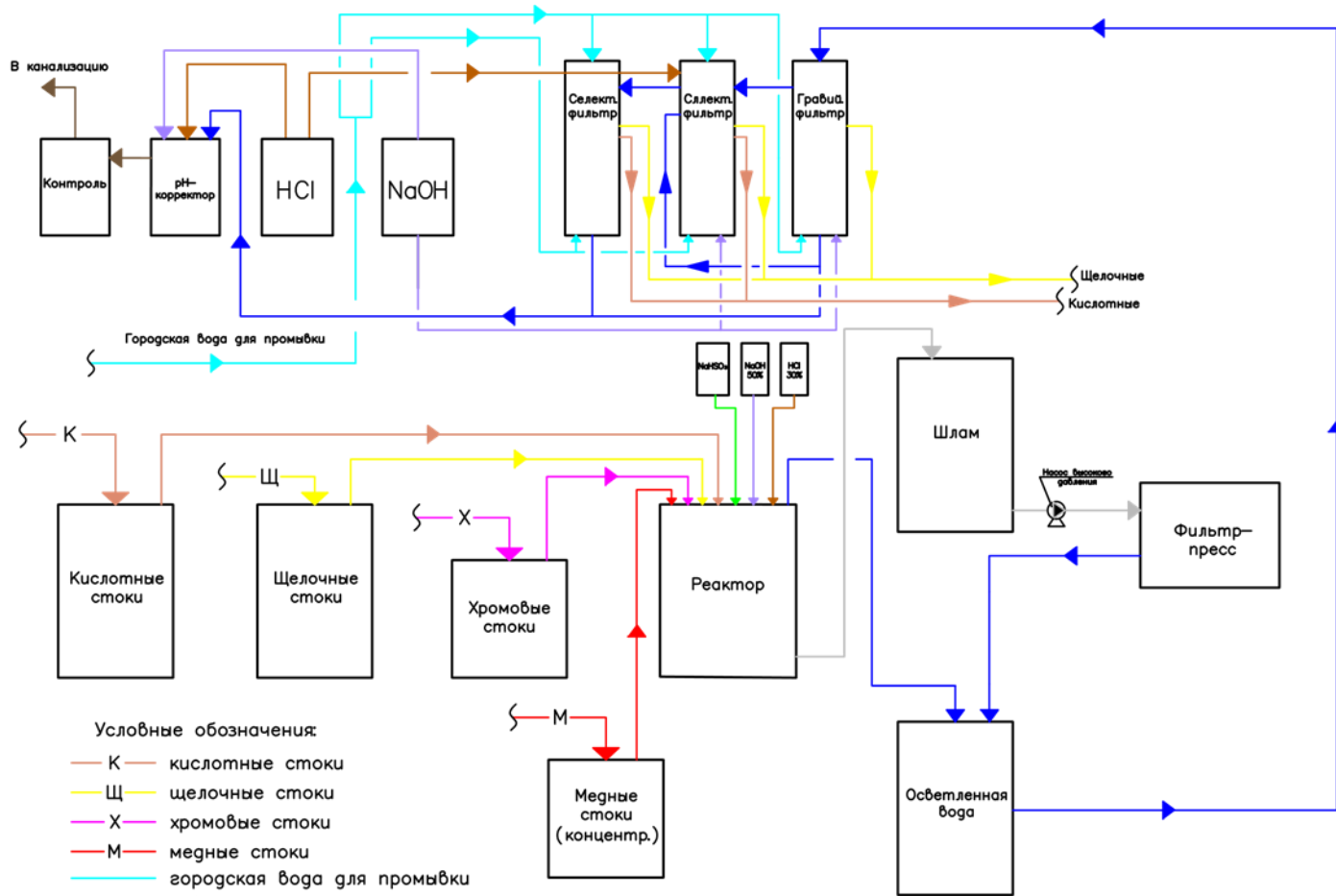
30. Виноградов С.С. Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование / С.С. Виноградов.; под ред. В.Н. Кудрявцева; изд.2-е, перераб. и доп. М.: Производственно-издательское предприятие «Глобус», 2012 - 256 с.

31. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство/ С.С. Виноградов.; под ред. В.Н. Кудрявцева; изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Производственно-издательское предприятие «Глобус», 2013 — 352 с.

32. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник. В 2-х томах / Под. ред. М.А. Шлугера; Т. 1. М.: Машиностроение, 2011 -240 с.

33. «Фильтр-пресс для обезвоживания осадков» [Электронный ресурс].URL:<http://www.biostock.ru/obezvozhivanie-osadka/filtr-press.html>  
(Дата обращения 10.04.2017).

					ВКР-2069059-20.03.0-131328-2017	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

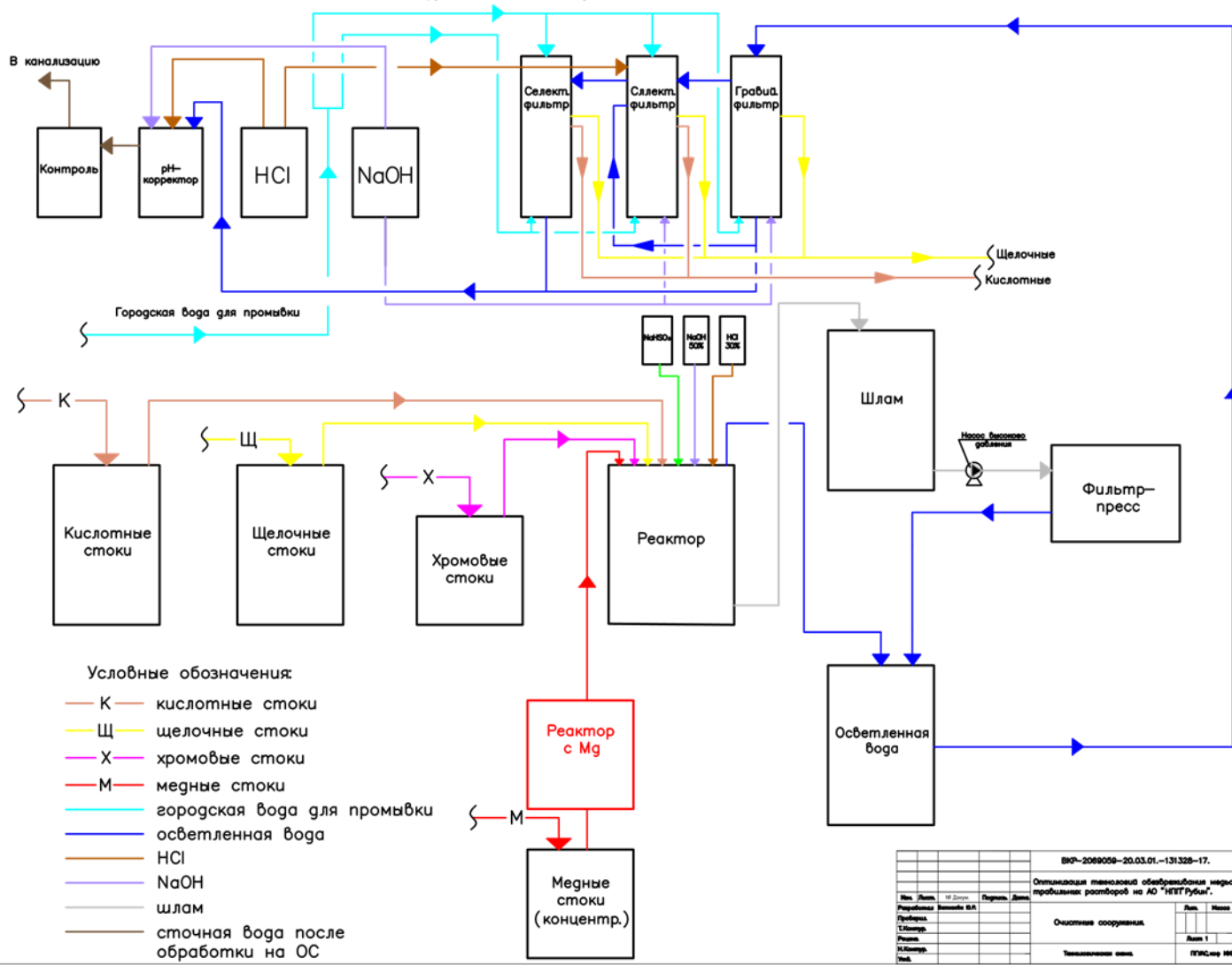


- Условные обозначения:
- K — кислотные стоки
  - Щ — щелочные стоки
  - X — хромовые стоки
  - M — медные стоки
  - (голубая линия) — городская вода для промывки
  - (синяя линия) — осветленная вода
  - (оранжевая линия) — HCl
  - (фиолетовая линия) — NaOH
  - (серая линия) — шлам
  - (коричневая линия) — сточная вода после обработки на ОС

Очистные сооружения			
Изм.	Исполн.	Проверен.	Дата

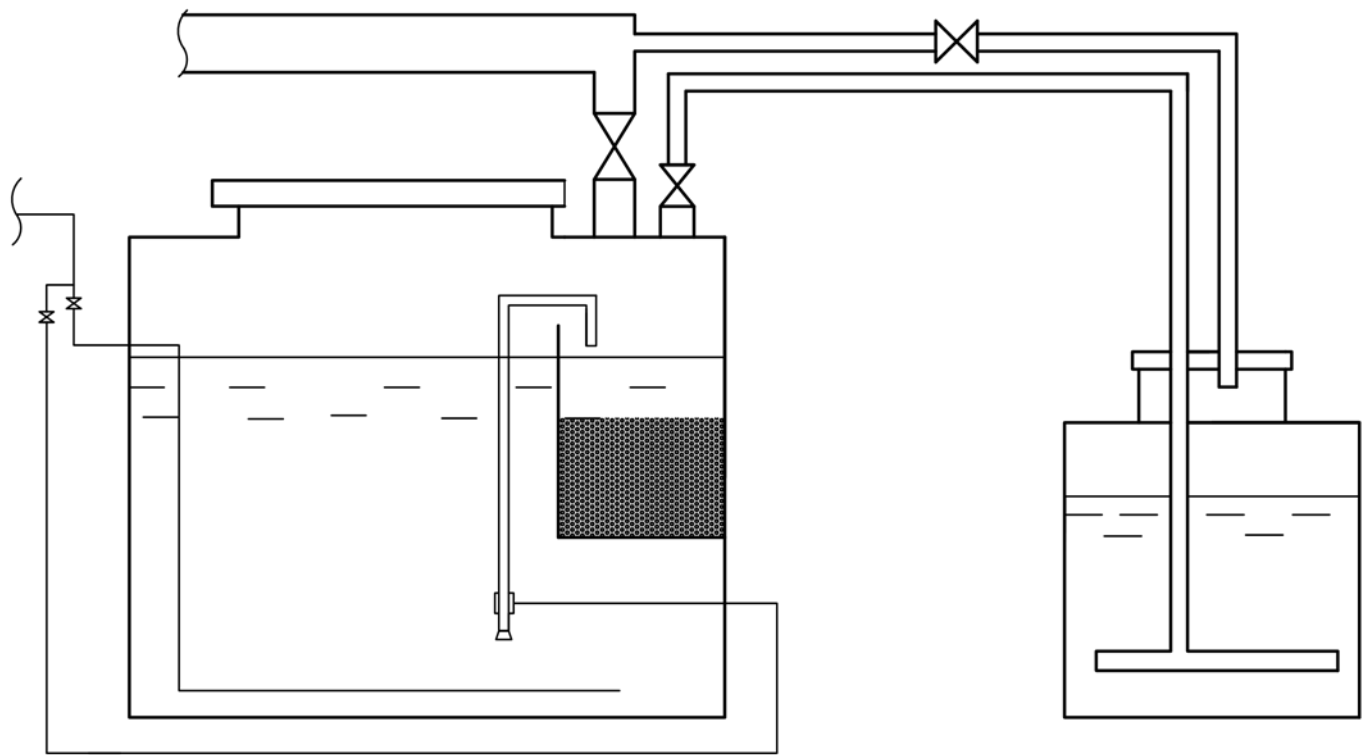
Технологическая схема	Лит.	Масштаб

Технологическая схема очистные сооружения АО "НПП Рубин".



- Условные обозначения:
- K — кислотные стоки
  - Щ — щелочные стоки
  - X — хромовые стоки
  - M — медные стоки
  - (cyan) — городская вода для промывки
  - (blue) — осветленная вода
  - (orange) — HCl
  - (purple) — NaOH
  - (grey) — шлам
  - (brown) — сточная вода после обработки на ОС

ВКР-20890209-20.03.01.-131328-17.			
Оптимизация технологической обработки и консервация сточных вод на АО "НПП Рубин".			
Изм.	Доп.	Исполн.	Дата
Разработчик	Валентин В.А.	Проверен	Дата
Проектировщик		Очистные сооружения	Лист 1 из 1
Исполнитель		Техническая служба	ГЭС/СМУ ИД/ср.19-01



				ВКР-20090209-20.03.01.-131328-17.			
				Оптимизация танковой обработки мерсеризации тропических растворов на АО "НУТ Рубин".			
Изм.	Доп.	№ Двух.	Перем.	Доп.	Изм.	Изм.	Изм.
Разработчик	Литвинко В.А.				Система автоматического контроля		
Проверка					оптимизации процесса		
Утверждение					мерсеризации тропических		1-1
Исполнитель					растворов -	Лист 1	Листов
Изд.					с листом 2		
				Техническое задание			
				ИЗМ. № 13-01			

ОБЩИЙ ВИД  
ЛОКАЛЬНЫХ  
ОЧИСТНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ  
АО «НПП «РУБИН»



ОБЩИЙ ВИД  
РЕАКТОРА

