



Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
Профиль: Инженерная защита окружающей среды
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Экологическая опасность шламов гальванического производства и их переработка методом силикатизации

УДК 502/504:621.357

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г12	Недева Юлия Николаевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Торосян В.Ф.	к.пед.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер каф. БЖДЭиФВ	Романенко В.О.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
направления 280700 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
Универсальные компетенции	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.



Юргинский технологический институт
 Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
 Профиль: Инженерная защита окружающей среды
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой БЖДЭиФВ
 _____ С.А. Солодский
 « ____ » _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г12	Недовой Юлии Николаевне

Тема работы:

Экологическая опасность шламов гальванического производства и их переработка методом силикатизации	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 27/с

Срок сдачи студентов выполненной работы:	11.06.2016 г.
------------------------------------------	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Гальваническое производство Юргинского машиностроительного завода. Нанесение гальванических покрытий представляет собой электрохимический процесс, при котором происходит осаждение слоя металла на поверхности изделия. Процесс осуществляют в гальванических ваннах, которые наполняют агрессивными растворами для очистки поверхности металлических конструкций. После чего на них наносят олово, цинк, хром, никель и др. Сточные воды содержащие тяжелые металлы и образующиеся в результате
---------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	суммарного сброса промывных вод нескольких гальванических ванн, подвергаются очистке. Затем стоки, смешанные с полиакриламидом поступают в отстойники, где происходит отделение шлама, и осветленные стоки через перелив поступают на окончательный этап очистки.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<p>1 Провести анализ проблемы воздействия на окружающую среду предприятий, содержащих гальваническое производство, в современной литературе.</p> <p>2 Осуществить оценку воздействия стоков гальванического производства на водные объекты.</p> <p>3 Выполнить экспериментальные исследования по разработке минеральных композиций, содержащих гальванический шлам, применяемых для строительной отрасли.</p> <p>4 Определить экологическую безопасность и механические характеристики полученных образцов.</p>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Романенко Василий Олегович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2016 г.
-------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Торосян В.Ф.	к.пед.н.		10.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г12	Недева Юлия Николаевна		10.02.2016

Реферат

Дипломная работа состоит из 5 частей, 68 страниц, 10 таблиц, 7 рисунков, 50 литературных источников.

Ключевые слова: ВОДА, ШЛАМ, ОТСТОЙНИК, ФИЛЬТР, ГАЛЬВАНИКА.

Объектом исследования является гальванический шлам и способы его переработки.

Цель работы – снижение экологического воздействия гальванических шламов и их использование в составе строительных композитов.

В процессе работы проводился анализ методов очистки гальванических сточных вод, электрокоагуляцию, применяемую для этих целей, исследование очистки гальванических сточных вод в электрокоагуляторах типа АПГ-81, образование гальванического шлама в отстойниках и создание из него минеральных композитов.

В результате проведенных исследований был выбран метод переработки гальванического шлама методом силикатизации.

Эффективность метода заключается в создании экологически безопасных минеральных композитов.

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе MicrosoftWord 7.0.

Abstract

The diploma consists of 5 sections, 68 pages, 10 tables, 50 literary sources.

Keywords: WATER, SLUDGE, SUMP, FILTER, ELECTROPLATING.\

The object of study is galvanic sludge and methods of its processing.

Purpose – the reduction of environmental impact of electroplating sludge and their use in the construction of composites.

In the process, an analysis of methods of purification of galvanic waste waters, electrocoagulation used for these purposes, the study of purification of galvanic wastewater in electrocoagulation type APG-81, the formation of a galvanic sludge in ponds and the creation of a mineral composites.

The result of the research was the chosen method of processing galvanic sludge by the method of silication.

The effectiveness of the method is to create environmentally safe mineral composites.

Thesis made in the text editor MicrosoftWord 7.0.

Содержание

	С.
Введение	9
1 Оценка воздействия на окружающую среду предприятий, имеющих гальваническое производство	11
1.1 Основные понятия и принципы ОВОС	11
1.2 Законодательные, нормативно – правовые документы, используемые при проведении ОВОС	13
1.3 Экологические проблемы гальванического производства в трудах современных исследователей	16
2 Технология гальванического производства на ООО «ЮРМАШ»	19
2.1 Характеристика гальванического участка	19
2.2 Характеристика основных гальванических покрытий	21
2.2.1 Хромирование	21
2.2.2 Цинкование	22
2.2.3 Никелирование	22
2.2.4 Фосфатирование	23
2.3 Экологическая опасность осадков сточных вод гальванических производств	24
2.4 Методы очистки гальванических сточных вод на ООО «ЮРМАШ»	26
2.5 Технология окончательной очистки гальванических стоков на станциях нейтрализации	32
3 Утилизация шламов гальванических производств	34
3.1 Характеристика шлама гальванического производства на ООО «ЮРМАШ»	34
3.2 Способы утилизации шламов гальванического производства	36
3.3 Экспериментальные исследования по использованию шламов в составе экологически безопасных минеральных композитов	37

3.4	Разработка массовых составов минеральных композитов, содержащих гальванический шлам для производства бетонных изделий и цементно – песчанно – глиняных составов	41
4	Фнансовый менеджмент. Расчёт платы за выбросы сточных вод с содержанием ионов тяжелых металлов	44
5	Социальная ответственность	51
5.1	Характеристика объекта исследования	51
5.2	Анализ выявленных вредных факторов	52
5.2.1	Электромагнитные поля	52
5.2.2	Обеспечение требуемого освещения на объекте	54
5.2.3	Обеспечение оптимальных параметров микроклимата	55
5.2.4	Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на объекте	56
5.3	Анализ выявленных опасных факторов	57
5.3.1	Механические опасности	58
5.3.2	Электрический ток	58
5.4	Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	59
5.5	Защита в чрезвычайных ситуациях	62
5.6	Заключение к разделу	63
	Заключение	64
	Список литературы	65

Введение

Отходы гальванического производства – шлам, содержат значительные количества дорогостоящих и дефицитных компонентов, которые в свою очередь являются сильными ядами, способными оказывать канцерогенное, мутагенное и тератогенное воздействие на человека. Ионы тяжелых металлов оказывают губительное действие на микроорганизмы очистных сооружений, прекращают или замедляют процессы биологической очистки сточных вод и сбрасывание осадков в метантенках. Токсичные металлы в водоемах не подвергаются самоочищению, а наоборот, губительно действуют на флору и фауну и тормозят процессы самоочищения водоемов.

На предприятии ООО «ЮРМАШ» проблема захоронения гальванических шламов решается простым способом – их размещением в поверхностном шламохранилище. В год на предприятии образуется около 0,2 тыс. тонн.

А так как гальванические шламы, основу которых составляют гидроксиды тяжелых металлов: медь, никель, хром, цинк, железо и др, согласно «Критериев, которые осуществляют отнесение объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, утвержденного Постановлением Правительства (на основании ФЗ № 7 – «Закон Об охране окружающей среды»), такие отходы относятся к 3 классу опасности, т.е. являются высокотоксичными отходами, то проблема их утилизации остается для данного предприятия нерешенной.

Цель работы – снижение экологического воздействия гальванических шламов и их использование в составе строительных композитов.

Задачи:

- Провести анализ проблемы воздействия на окружающую среду гальванического производства.

- Осуществить оценку воздействия стоков гальванического производства на водные объекты (на примере ООО «ЮРМАШ»).

- Выполнить экспериментальные исследования по разработке минеральных композиций, содержащих гальванический шлам, для строительной отрасли.

- Определить экологическую безопасность и механические характеристики полученных образцов.

1 Оценка воздействия на окружающую среду предприятий, имеющих гальваническое производство

1.1 Основные понятия и принципы ОВОС

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) – процедура учёта экологических требований законодательства Российской Федерации в системе подготовки хозяйственных, в том числе предпроектных, проектных и иных решений, направленная на выявление, а так же предупреждение неприемлемых для общества экологических и связанных с ними экономических, социальных и иных последствий её реализации и оценка затрат на природоохранные мероприятия.

Целью ОВОС является:

- организация и проведение на стадии подготовки решения объективных, всесторонних, научных исследований;
- анализ объектов экспертизы в плане полноты, эффективности и обоснованности предусмотренных мер;
- правильность определения заказчиком экологического риска и опасности планируемой деятельности;
- прогнозирование о состоянии, на основании собранной информации, возможных изменениях экологической обстановки, в результате размещения и развития производства, не приводящих к отрицательному воздействию на окружающую среду, то есть выявление вероятности экологически вредного воздействия и наступление экономических, социальных и экологических последствий.

Субъектами ОВОС являются:

- заказчик: организатор деятельности, обладающий финансовыми ресурсами для подготовки и реализации намеченных хозяйственных решений;

- инвесторы: юридические или физические лица, которые осуществляют капитальные вложения на территории РФ с использованием собственных или иных средств в соответствии с законодательством РФ;

- разработчик: проектная, научно – исследовательская, проектно – технологическая или другая организация, которая осуществляет по заявлению заказчика разработку проекта хозяйственной деятельности или другой документации, реализация которой может оказать воздействие на окружающую среду;

- общественность: физические или юридические лица, объединённые общей идеей.

Принципы ОВОС определены в законе «Об охране окружающей среды»:

- обязанности – ОВОС является обязательной мерой;

- широкой гласности и участия общественности;

- научной обоснованности – ОВОС научно исследовательский процесс и проводится на современном научно – техническом уровне с использованием методов научных исследований квалифицированных экспертов и новейших форм;

- презумпция экологической опасности – заказчик должен привести доказательства экологической безопасности намеченной деятельности;

- комплексность оценки – предполагается подготовка заказчиком раздела ОВОС проекта, с определением воздействия, масштабов, распространения и изменения в окружающей среде, природных явлениях и процессах, а так же социальной среде;

- достоверность и полнота информации;

- гласность;

- ответственность заинтересованных лиц за организацию, проведение и качество ОВОС и экологической экспертизы.

Экологическая оценка основана на простом правиле: легче выявить и предотвратить негативные для окружающей среды последствия деятельности

на стадии планирования, чем обнаружить и исправлять их на стадии ее осуществления.

1.2 Законодательные, нормативно-методические и информационно-справочные документы, использованные при проведении ОВОС

Важнейшим международным правовым документом в области оценки воздействия на окружающую среду является Конвенция Европейской экономической комиссии ООН «Об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте». Конвенция подписана СССР в 1991 г., но до настоящего времени не ратифицирована Российской Федерацией. В ней говорится о необходимости проведения оценки воздействия на окружающую среду для объектов, оказывающих трансграничное воздействие, устанавливаются наиболее общие рамки, определяющие эту процедуру, а также необходимость уведомления затрагиваемых сторон и подготовки документации об оценке воздействия. Конвенция устанавливает необходимость участия общественности в процессе оценки воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте и определяет Перечень видов деятельности, для которых проведения оценки воздействия обязательно. Также Конвенция устанавливает минимальные требования к содержанию документации по оценке воздействия на окружающую среду и общие критерии, «помогающие в определении экологического значения видов деятельности», не включенных в Перечень.

К законодательным документам РФ, регламентирующим требования к проведению оценки воздействия на окружающую среду, относятся:

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. (с изм. и доп.);

Федеральный закон «Об экологической экспертизе» № 174-ФЗ от 3 ноября 1995 г. (с изм. и доп.), который указывает на необходимость представления материалов оценки воздействия на окружающую среду в составе

документации, поступающей на государственную экологическую экспертизу (Статья 14), независимо от видов этих материалов;

Федеральный закон «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» № 39-ФЗ от 5 февраля 1999 г. (с изм. и доп.);

Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» № 96-ФЗ от 4 мая 1999 г. (с изменениями на 29 декабря 2014 года);

Закон РФ от 1.02.92 № 395-1 (ред. от 30.11.2011) «О недрах»;

Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30 марта 1999 г. (с изменениями на 29 декабря 2014 года) (редакция, действующая с 1 марта 2015 года);

Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ от 4.06.98 г. (с изменениями на 29 декабря 2014 года) (редакция, действующая с 15 февраля 2015 года);

Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 01.07.1997г (с изменениями на 31 декабря 2014 года);

Земельный кодекс Российской Федерации от 15.10.2001 № 136-ФЗ (действующая редакция от 08.03.2015);

Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 8.12.2013 с изменениями, вступившими в силу с 01.01.2014);

Постановление Правительства РФ от 1 апреля 2000 г. № 373 «Об утверждении Положения о государственном учете вредных воздействий на атмосферный воздух и их источников»;

Приказ Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. № 372 «Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации»;

Приказ Минприроды России от 9 декабря 1995 г. № 539 «Об утверждении «Инструкции по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности».

В настоящее время основным нормативно-правовым актом, регулирующим порядок проведения ОВОС, является «Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации», которое было утверждено приказом Госкомэкологии РФ от 16.05.2000 г. № 372 . В Положении об ОВОС подробно описаны этапы и состав документов ОВОС.

Реализация оценки воздействия на окружающую среду в России регламентируется и другими ведомственными нормативными актами, представленными в таблице 1.

Таблица 1 – Нормативно-правовая база ОВОС

Нормативные документы	Орган государственной власти, принявший данный документ
Инструкция по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности	Минприроды РФ
СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96	Госстрой РФ
СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства»	

Методическую базу оценки воздействия на окружающую среду, помимо указанных нормативных документов, также составляют:

- «Руководство по проведению оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при разработке обоснований инвестиций в строительство, технико-экономических обоснований и/или проектов строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации или ликвидации хозяйственных и/или иных объектов и комплексов», одобренное Минприроды России (письмо от 3.01.96 № 02-02/35-181);

- процедуры международных организаций, осуществляющих инвестиционные проекты в России, в первую очередь – процедуры Всемирного

банка реконструкции и развития и Европейского банка реконструкции и развития;

- ведомственные инструкции и методические указания, касающиеся этапов подготовки инвестиционного проекта;

- отраслевые нормативные акты и методические разработки.

Кроме того, для разработки проекта ОВОС используются информационно-справочные документы, содержащие информацию об объекте (географические сведения, характер проводимых работ, наличие строений и т.д.); распоряжение Администрации (согласование); акт, выданный комиссией по выбору земельного участка; согласованную районным управлением градостроительную проработку на расположение объекта; распоряжение, данное Главой города (района); свидетельство, подтверждающее государственную регистрацию права на аренду участка для проектирования объекта; заключение на разрешение строительства на данном участке, выданное Роспотребнадзором; заключение на выбор земельного участка от Государственного инспектора Гостехнадзора; справку об отсутствии полезных ископаемых; справку об отсутствии на участке памятников культуры, выданную отделом культуры города или района; согласованные с Администрацией материалы, собранные с помощью опросов общественного мнения; заявление в Гостехнадзор о рассмотрении и согласовании предоставленных материалов на выбор земельного участка с гарантиями оплаты и указанными реквизитами и др. необходимые документы.

1.3 Экологические проблемы гальванического производства в трудах современных исследователей

В работе Т.А. Трифионовой и Н.В. Селиванова (Владимирский государственный университет) рассматривается возможность снижения загрязнения окружающей среды соединениями тяжелых металлов,

содержащихся в отходах гальванического производства, за счет реализации комплексной технологии их переработки и утилизации.

Объектом исследования явились шламы одного из заводов города Владимира. Авторами разработана комплексная технология переработки гальваношламов сложного состава, которые содержат более 10 % цинка, меди, никеля, хрома и других металлов. Технология включала такие стадии: сернокислородное выщелачивание, сорбционное извлечение цветных металлов, электролиз десорбатов, концентрирование истощенных электролитов, получение керамической плитки с использованием осадков от выщелачивания. Впуску товарной продукции предшествовало 14 операций:

- выщелачивание гальваношлама раствором серной кислоты;
- фильтрование раствора выщелачивания с помощью отстаивания и флокулянтов;
- обезвоживание и промывка осадка от выщелачивания;
- подготовка раствора выщелачивания к сорбции;
- извлечение из раствора нефтепродуктов и органических веществ;
- сорбция (CrVI);
- десорбция (CrVI);
- отсывка анионита от десорбата;
- коллективная сорбция Cr, Ni, Zn;
- десорбция Zn;
- десорбция Cu и Ni;
- отмывка катионита;
- концентрирование истощенных растворов десорбатов обратным осмосом;
- получение катодных осадков Zn, Cu, Ni.

Все операции проводились в периодическом режиме. В результате проделанной работы авторы добились извлечения тяжелых и цветных металлов в раствор выщелачивания (более 80 %), хрома (81,2 %), никеля (93,5 %), цинка (97,5 %), меди (82,1 %). Извлечение цинка в цинковый десорбат составило

99,4 %, меди и никеля в медно – цинковый десорбат (96,6 % и 98,2 %), хрома в хромовый десорбат (99,95 %). Предлагаемая технология практически безотходна так как сточные воды используются для приготовления раствора серной кислоты для выщелачивания шлама и растворов десорбатов, а обезвоженный осадок от выщелачивания шел на приготовление керамической плитки [1–3].

Авторами научной статьи «Оценка технологий утилизации гальваношламов по критериям наилучших доступных технологий» О.А Суржко, С.В. Золоторев был предложен процесс термической переработки шламов, которая позволяет обезвредить их и получить безвредные продукты горения, а так же зольные остатки, которые состоят в основном из оксидов металлов. Чтобы обжечь гальванический шлам применяют барабанные печи с противоточной системой термической обработки, а так же циклонные печи с верхним выводом газов, после прокали в которых обеспечивается полное обезвреживание шламов за счет сгорания токсичных органических веществ и улавливание ценных минеральных продуктов. Дозирование шлама в циклонную печь осуществляется двухвалковым шнеком.

На основании изученных источников можно сделать вывод, что шламы можно перерабатывать различными методами, с извлечением большой выгоды для предприятия и тем самым снизить уровень воздействия на окружающую среду, так как главные компоненты загрязнения – тяжелые металлы, извлекаются из гальваношламов. Достигается ресурсосбережение за счет замены природного сырья на шлам.

2 Технология гальванического производства на примере ООО «ЮРМАШ»

2.1 Характеристика гальванического участка

Нанесение гальванических покрытий представляет собой электрохимический процесс, при котором происходит осаждение слоя металла на поверхности изделия. В качестве электролита используется раствор солей наносимого металла. Положительно заряженные ионы металла направляются к катоду, в результате чего происходит электроосаждение металла.

Гальванический участок предназначен для восстановления деталей электролитическим осаждением металла. На участок детали поступают партиями со склада деталей, ожидающих ремонта, или с других производственных участков.

На рисунке 1 приведена схема гальванического участка, состоящего из гальванических ванн в которых осуществляются различные технологические операции.

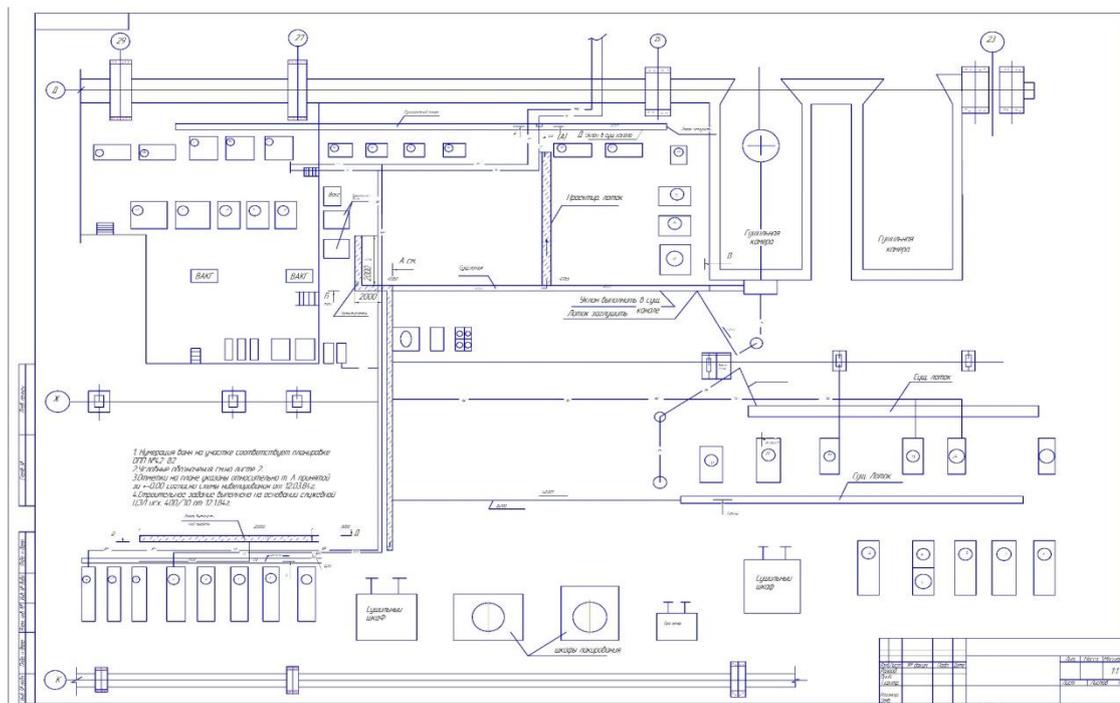


Рисунок 1 – Схема гальванического участка

Гальванические ванны – резервуары, содержащие растворы, в которых выполняются подготовительные, основные (операции нанесения покрытий) и заключительные этапы химической или гальванической (электрохимической) обработки деталей, ванны, есть основное оборудование гальванических цехов и участков.

Отличие в конструкции ванн характеризуется прежде всего особенностями технологического процесса, требующими подогрева или охлаждения электролита, перемешивания, качания штанг, непрерывной фильтрации, наложения различных физических факторов (ультразвука, магнитного поля, протока электролита и т.п.). Так же для ванн необходимо требуемой полярности и силы с возможно большей равномерностью распределения тока по поверхности деталей и меньшими потерями электрического напряжения.

Представляют они собой емкости различного объема. Их наполняют агрессивными растворами. В эти растворы опускают металлические конструкции для обработки. Находясь в такой среде, поверхность любого изделия полностью очищается. После этого на нее можно наносить олово, цинк, хром никель и другие металлы. Ложась на подготовленную поверхность, такое покрытие на долгие годы обеспечит ей надежную защиту и эстетичный внешний вид [4].

Несмотря на чрезвычайное разнообразие применяемых гальванических ванн, к ним предъявляется ряд общих требований: герметичность, химическая инертность материала ванны к содержащемуся в ней раствору, возможность создания и поддержания заданного теплового режима; удобство и безопасность обслуживания.

Ванны изготавливают из материала, который может переносить воздействие кислот и щелочей. Это либо винипласт, либо пропилен. Пропилен более лучший материал, обладает большей химической стойкостью, термической стойкостью, время износа очень велико, устойчив в ударным нагрузкам, механически прочный, водопоглощение очень низкое.

2.2 Характеристика основных гальванических покрытий

2.2.1 Хромирование

Хромирование проводят для того, чтобы защитить металл от коррозии, для потертых и слишком старых поверхностей оно актуально. Если нанести несколько слоев, то происходит защита поверхности от колебания температур и высокой влажности. Хромирование – продлевает срок годности детали и повышает его твердость. Гальваническим способом нанесение – нанесение слоя на деталь с оттенком стали. Существует просто хромирование и гальваническое хромирование. Эти методы осуществляются в ваннах и придают деталям высокую твердость, устойчивость к коррозии и прочность. Так же хромирование позволяет создать более декоративный и товарный вид детали.

Хромирование в наше время широко применяется в обработке автомобильных запчастей наружных, сантехники, в интерьере, сувенирах и в другом[5].

Декоративные и защитные свойства хрома имеют так же огромное значение при восстановлении исходного размера деталей, утративших свои исходные параметры в процессе эксплуатации.

Хромирование деталей – процедура, применяемая не только к металлическим изделиям. Ей можно подвергать даже материалы, обладающие значительной пористостью. Например, полиуретан.

2.2.2 Цинкование

Технологической основой процесса является электролиз. Для его проведения используют специальные ванны, которые наполняются электролитом. При гальваническом цинковании в ванну загружаются железные изделия и при помощи электродов через них пропускается электрический ток. То же самое осуществляется и с цинком. Электрический ток в электролите

начинает двигаться, упорядоченно следуя за разностью потенциалов. Цинк, который является анодом, растворяется, и его ионы стремятся к катоду, т.е. железным деталям. Там цинк оседает, образуя равномерное покрытие. Для нанесения гальванических цинковых покрытий можно использовать различные типы электролитов: кислые – сульфатные, хлоридные, фторборатные, сульфаматные; слабокислые – хлоридные и аммиакатные; щелочные – цианистые, цинкатные, пиррофосфатные, аминокислотные, а также их комбинации. По разным причинам в практике гальванотехнике наиболее широкое распространение получили лишь несколько видов электролитов: щелочные – цианистые и цинкатные, кислые – сульфатные, а так же слабокислые – хлоридные и аммиакатные.

Наиболее оптимальными электролитами являются цинкатные. Они превосходят другие типы растворов по степени экологической безопасности и экономичности. Цинкатные электролиты характеризуются высокой рассеивающей способностью, наносимые покрытия обладают достаточно высокой коррозионной стойкостью. Основными недостатками цинкатных электролитов является плохая паяемость наносимых из них покрытий, выделение в рабочую зону аэрозолей щелочи и непригодность для цинкования чугунных изделий.

Цинкование металла не только защищает продукцию от воздействий внешней среды, но и от воздействий механических повреждений предотвращая расколы на поверхности изделия. Также при использовании новейших технологий, которые уже давно успешно применяются в Европе цинкование может быть использовано для декора изделий.

2.2.3 Никелирование

Никелирование – это нанесение на поверхность деталей или изделий покрытия из никеля. Толщина покрытия может варьироваться от 1 до 50 мкм. Как правило, никелирование применяется для металлов, в первую очередь

стали, а также сплавов на основе меди, цинка и алюминия. В редких случаях никелирование используется для деталей из магния, титана, молибдена, вольфрама и их сплавов. Что касается конкретных изделий, то никелирование особенно распространено на производстве деталей химической аппаратуры, медицинских инструментов, автомобилей. Основными свойствами, которыми обладает никелирование, является устойчивость к коррозии, в том числе возникающей от воздействия влаги, растворов щелочей и солей, а также слабых органических кислот. Помимо этого никелирование повышает износостойкость изделий, поэтому рекомендуется производить его с деталями, которые в процессе работы подвергаются сухому трению. Наконец, никелирование может использоваться просто в декоративных целях, поскольку при покрытии образуется зеркальный металлический блеск [6, 7].

2.2.4 Фосфатирование

Создание химическим путём на поверхности металлических изделий пленки нерастворимых фосфатов предохраняющей металл (при дополнительном нанесении лакокрасочного покрытия) от атмосферной коррозии. Фосфатированию подвергают главным образом углеродистую и низколегированную сталь и чугун. Пленка толщиной 5 мкм хорошо удерживает смазку, что снижает коэффициент трения; благодаря высокому удельному электрическому сопротивлению фосфатные покрытия выдерживают напряжение 300–500 В и сохраняют устойчивость до 400 °С. Фосфатирование осуществляется погружением изделий в нагретый до 90 °С раствор фосфатов железа, марганца, цинка и кадмия. Обычно процесс продолжается около 1 часа. После фосфатирования и сушки изделие пассивируется в слабом хроматном растворе. Применяется так же электрохимическое фосфатирование (на переменном и постоянном токе), длительность такой обработки 15–20 минут.

2.3. Экологическая опасность осадков сточных вод гальванических производств

Самой значимой проблемой промышленных предприятий, которые имеют гальваническое производство, есть проблема ликвидации и утилизации гальванических шламов – осадки, которые образуются в процессе очистки гальванических сточных вод электрокоагуляционным и реагентными методами. Шлам – смесь труднорастворимых гидроксидов, карбонатов, сульфидов тяжелых металлов.

Проблема утилизации осадков сточных вод давно привлекает внимание ученых и специалистов, но никогда она не была столь актуальна и неотложна, как в настоящее время, так как проводятся крупные мероприятия, в государственном масштабе, по охране окружающей среды [8].

В настоящее время в области очистки сточных вод разработаны соответствующие нормы и правила выпуска вод в водоемы, принимаются новые методы по очистке стоков, отвечающие все более возрастающим требованиям к охране водоемов от загрязнений.

В плане отношения осадков сточных вод, не хватает более жестких мер государственного регулирования. Промышленные предприятия в основном испытывают затруднения в ликвидации концентрированных осадков, стоимость обработки и удаления которых достигает 50–100 % стоимости очистки стоков. Именно эти отходы в жидком или обезвоженном виде сбрасываются в карьеры, овраги, моря, загрязняя водные источники. Переполненные шламонакопители, иловые пруды или площадки, размываемые дождями, так же являются источниками поступления загрязнений в ближайшие водоемы. Утилизация осадков сточных вод имеет огромное экономическое значение. В настоящее время стоимость строительства очистных сооружений и их эксплуатация весьма обременительна для бюджетов городов и заводов. Если в дальнейшем мероприятия по охране водных источников будут направлены только на все более глубокую очистку стоков, то эти вспомогательные для промышленных

предприятий сооружения будут разрастаться, превращаясь в доминирующие по капитальным вложениям. Выходом из этого положения является создание безотходных производств с эффективной утилизацией как жидких, так и твердых отходов. Образование отходов в России достигает 3,5 млрд. тонн в год, из них преобладающее значение достигают промышленные отходы 2,6 млрд. тонн в год. А ведь они являются ценными вторичными отходами, которые могут широко использоваться в настоящее время. Токсичность и опасность отходов оказывает негативное влияние на человека и окружающую среду. В России каждый год обрабатывается около 7 млрд. тонн, а вторично используется всего 8 %. Проблема переработки огромного количества отходов стала одной из первых проблем, которые нужно решать немедленно для сохранения всего живого на планете.

На основе Закона «Об охране окружающей среды» были приняты в 1995 году Федеральные Законы «Об особо охраняемых природных территориях», «О недрах», «Об экологической экспертизе» и другие. В 1995 году принят Федеральный Закон «Об отходах производства и потребления», который определяет правовые основы обращения с отходами на уровне производства и потребления в целях предотвращения вредного воздействия их на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья. Таким образом, в этом Законе проблема отходов рассматривается в комплексе с проблемами охраны природы, здоровья людей и ресурсосбережения.

Закон включает восемь глав. В первой главе рассмотрены общие понятия (отходы, их характеристика, размещение, использование, обезвреживание и так далее). Во второй главе определены полномочия Федерации и субъектов Федерации. В третьей главе указаны общие требования к обращению с отходами (требования к проектированию и эксплуатации различных объектов, обращению с отходами, их транспортировка и так далее). В четвертой главе рассмотрены вопросы нормирования, государственного учета и отчетности в области обращения с отходами. В пятой главе – вопросы

экономического регулирования в области обращения с отходами (планирование мер по уменьшению количества отходов, платность размещения отходов, экономическое стимулирование деятельности в области обращения с отходами). В шестой главе изложены принципы государственного контроля, седьмая глава посвящена ответственности за нарушение законодательства, восьмая – о вступлении в силу Закона (он подписан Президентом 4.06.98г.)

2.4 Методы очистки гальванических сточных вод на ООО «ЮРМАШ»

Для очистных сооружений особое значение имеет состав и концентрация сточных вод гальванического производства.

Промывными водами называют сбрасываемую из промывных ванн воду после какой-либо одной технологической ванны.

Сточные воды являются суммарным сбросом промывных вод из ванн промывки после нескольких технологических ванн, объединенных либо по месту расположения (участок, цех), либо по типу содержащихся в них веществ (хромсодержащие, никельсодержащие и т.п. сточные воды).

Так как в процессе хромирования электролиты загрязняются примесями металлов вследствие растворения материала деталей. Ионы меди, никеля, железа, цинка и других металлов выносятся промывными водами в сточные воды. Повышение содержания примесных металлов существенно снижает удельную электропроводимость, тем самым нарушая процесс электрохимического метода очистки (выходит из строя электрооборудование).

Согласно СНиП .04.03-85 процесс очистки сточных вод от шестивалентного хрома и других металлов осуществляется [9–13]:

- при содержании только ионов шестивалентного хрома Cr^{+6} с концентрацией до 100 мг/л;
- при общем содержании ионов цветных металлов до 100 мг/л, с концентрацией каждого из них до 30 мг/л;

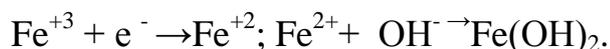
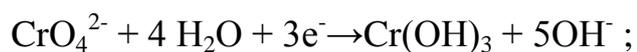
- минимальном общем солесодержании сточной воды 300 мг/л и концентрации взвешенных веществ до 50 мг/л.

Как показывает практика, присутствие ионов тяжелых металлов в хромосодержащих стоках позволяет производить процесс качественной очистки от шестивалентного хрома при концентрации последнего до 50 мг/л.

На гальванике в процессе нанесения покрытий после основной технологической ванны устанавливается ванна улавливания, чтобы уловить ценные или токсичные компоненты и снизить тем самым загрязнение ими сточных вод. Ванна улавливания представляет собой в два раза разбавленный основной раствор. Сливать в канализацию или на очистные сооружения такую воду нельзя, это приведет к нарушению технологического процесса и загрязнению водных ресурсов, а так же увеличит количество шлама на очистных сооружениях [14].

Сбросы концентрированных растворов в большом объеме и аварийные сбросы, нарушают нормальное функционирование очистных станций.

Электрохимическая очистка или метод электрокоагуляции основана на электролитическом растворении стальных электродов с образованием ионов 2-х валентного железа (Fe^{2+}), восстанавливающих бихромат и хроматионы.



В результате электрохимической реакции концентрация ионов водорода в сточных водах уменьшается и повышается величина водородного показателя (рН) обработанных стоков.

При этом происходит образование гидроксида железа (II) и гидроксида железа (III), гидроксида хрома (III), а также гидроксидов других тяжелых металлов, ионы которых могут присутствовать в сточных водах, т. е. достигается восстановление ионов шестивалентного хрома Cr^{+6} до трехвалентного Cr^{+3} и осаждение Cr^{+3} в виде $\text{Cr}(\text{OH})_3$.

Для обработки хромосодержащих стоков оптимальными условиями являются следующие исходные значения:

- концентрация Cr^{+6} до 50 мг/л;
- величина рН в интервале 3–6.

При концентрации Cr^{+6} до 100 мг/л, при концентрации Cr^{+6} более 100 мг/л необходима более низкая величина рН.

При исходной величине рН меньше трех возрастает скорость электрохимических процессов восстановления Cr^{+6} .

При исходной величине рН больше шести возрастает удельный расход электричества на обработку единицы объема сточных вод вследствие снижения их электропроводности и большей величины перенапряжения на катоде при выделении водорода.

Плотность тока на электродах коагулятора следует поддерживать в пределах 1,8–2,2 А/см². Именно при этой плотности тока результаты очистки удовлетворительны.

В процессе электрокоагуляции имеет место явление пассивации, связанное с образованием на поверхности анодов пленки гидроокисей, тормозящей процесс электрорастворения металла, а иногда и полностью его прекращает.

Для предотвращения пассивации необходима смена полярности электродов, т. е. реверсирование тока на выпрямителе, с помощью переключающего устройства (рубильника) через 30–60 минут работы электрокоагуляторов (ЭКГ) [15].

Удаление пассивной пленки достигается проработкой электродовдепассивирующим раствором серной кислоты. Электрохимическая очистка от хрома целесообразна при исходном солесодержании сточных вод больше или равном 0,3 мг/л. Если оно меньше, то к ним следует добавлять электролит (предпочтительно поваренную соль), что повышает электропроводность сточных вод, тем самым снижая затраты электроэнергии

на их обработку и оказывает депассивирующее действие на поверхность электродов.

В результате электрохимической обработки хромосодержащих стоков их величина рН, как правило, повышается. Причем тем больше, чем выше исходная концентрация Cr^{+6} в обрабатываемых стоках. Конечная величина рН обработанной воды может отличаться от исходной на 1–4 единицы. Схема электрокоагулятора представлена на рисунке 2.

Для полного осаждения образовавшихся гидроокисей желательно, чтобы конечный показатель рН обработанных стоков был равен восьми, что требует добавления щелочных реагентов (едкая щелочь, известковое молоко) к обработанным стокам или смешивание их со щелочными сточными водами.

Гидроксид $\text{Cr}(\text{OH})_3$ обладает амфотерными свойствами и при $\text{pH} \geq 12$ растворяется в избытке едкой щелочи с образованием хромитов, т. е. ионы хрома опять перейдут в раствор.



Поэтому следует избегать избыточного дозирования едкой щелочи при нейтрализации кислых хромосодержащих сточных вод.

Для ускорения процесса осветления сточных вод используют синтетический флокулянт полиакриламид (ПАА).

Добавление 0,1 % его раствора увеличивает скорость выпадения осадков гидроксидов металлов в 3 раза.

Иногда вследствие перевода в раствор с поверхности стальных анодов избытка ионов Fe^{2+} по сравнению с необходимым количеством для восстановления Cr^{+6} наблюдается более высокая концентрация ионов железа в обработанной воде. В этом случае целесообразна продувка обработанных сточных вод воздухом перед поступлением в отстойник в камере аэрирования. При этом достигается окисление содержащихся в воде Fe^{2+} – ионов и гидроксида железа (II) с образованием труднорастворимого гидроксида железа (III), т. е. общее содержание в воде растворенного железа снижается:





Для достижения максимального эффекта очистки сточных вод допускается двукратная циркуляция воды через ЭКГ.

Хромосодержащие стоки обрабатываются электрохимическим способом на электрокоагуляторах типа АПГ-81.

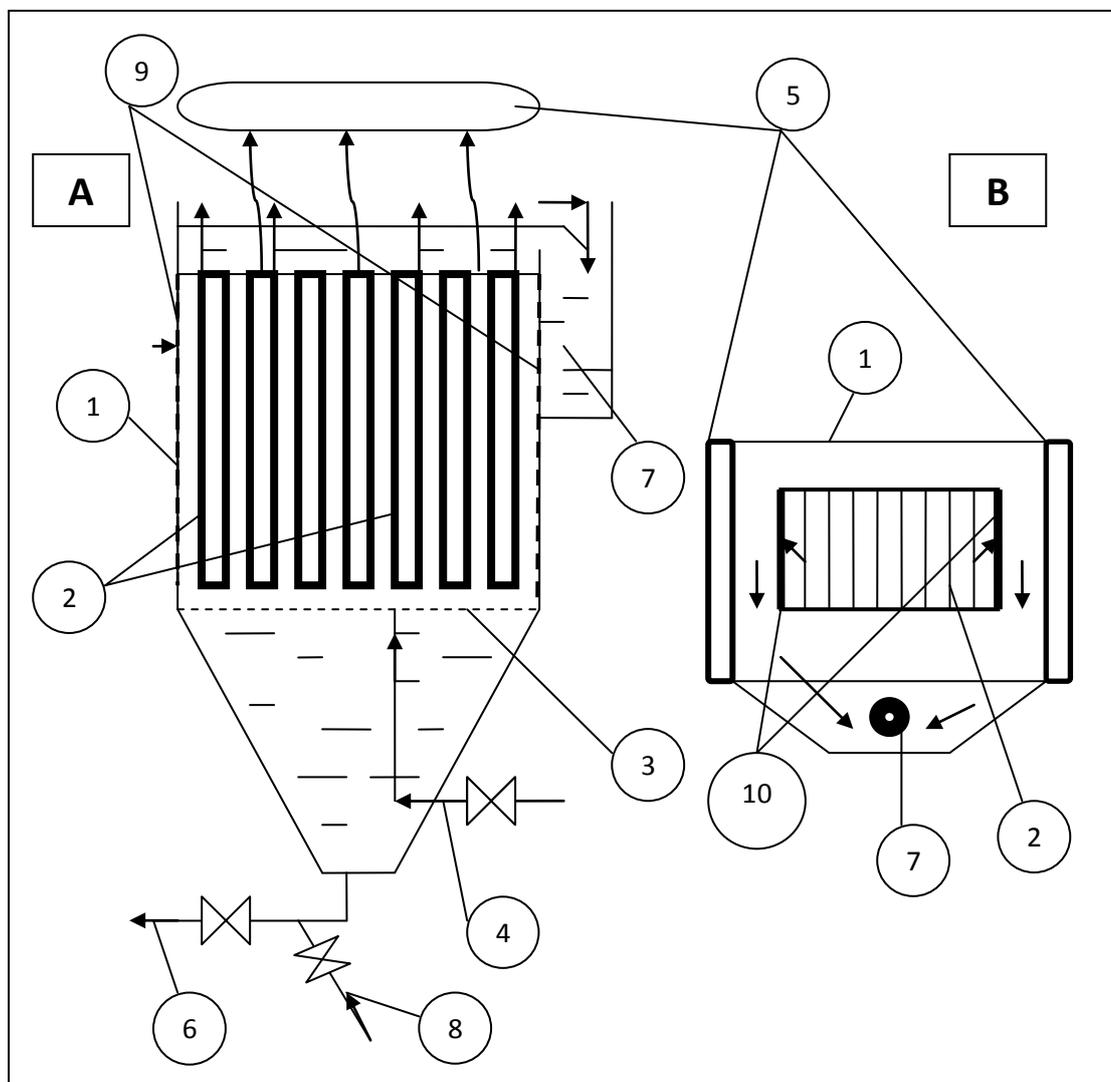


Рисунок 2 – Схема электрокоагулятора:

А – разрез, В – вид сверху;

- 1 – корпус; 2 – электроды; 3 – распределительная решетка; 4 – подача стоков;
 5 – отведение газов; 6 – отведение осадков; 7 – отведение очищенных стоков;
 8 – подача воздуха; 9 – футировка; 10 – резинки.

Электродные пластины изготавливаются из малоуглеродистой стали марки Ст20, Ст10, Ст3 и устанавливаются внутрь корпуса изолированными друг от друга [16, 17].

Подача обрабатываемых сточных вод в электрокоагулятор осуществляется снизу вверх через патрубок в днище аппарата. Технические данные электрокоагулятора представлены в таблице 2.

Напряжение к блоку электродов подается посредством токоведущих шин от сети 380 В через выпрямительный агрегат типа ТВР 3150-24.

Таблица 2 – Технические данные электрокоагулятора АПГ-81

Наименование	Количество и единица измерения
Производительность одного электрокоагулятора по обрабатываемым стокам	до 10 м ³ /час
Средняя температура стоков, поступающих на обработку	+30° С
Исходная концентрация	Cr ⁺⁶ до 50 мг/л;
Тяжелых металлов каждого в сумме не более	не более 100мг/л до 30 мг/л
Конечная концентрация должна быть не выше ПДК	Cr– 0,025; Ni – 0,03;Zn – 0,164; Fe– 0,264
Исходное значение рН	5,0–6,0
Плотность тока	0,5–1,5 А / кв.дм
Напряжение постоянного тока	12–24 В
Время обезвреживания сточных вод в зоне электрокоагулятора	0,5–1 мин
Межэлектродное расстояние	7 мм
Количество пластин в пакете	35 шт
Размеры пластины электрода	340x760x5мм
Размеры электродного пакета	370x340x870мм

2.5 Технология окончательной очистки гальванических стоков на станциях нейтрализации

Для приёма промышленных стоков на станциях имеются 7 приемных емкостей (5 ёмкостей по 80 м³ у корпуса 81; ёмкости по 500 м³ у корпуса 92) цилиндрической формы с теплоизолированной наружной поверхностью и химзащитным слоем на внутренней поверхности.

Станция 81:хромосодержащие стоки из цехов 22 и 31 по трубопроводу, проложенному в тоннеле, поступают в приемные емкости № 8 и 9, а кисло – щелочные в приемные емкости № 6 и 7, находящиеся в подвале станции 81. Из цеха 44 хромосодержащие стоки поступают по трубопроводу в приемную емкость № 4, которая соединена с емкостями – усреднителями № 2 и 3, откуда насосами № 44 и 45 подаются на электрокоагуляторы.

Хромосодержащие стоки из емкостей № 8 и 9 насосами № 30 и 31 так же подаются в ёмкости – усреднители № 2 и 3 (2 емкости по 80 м³), расположенные у здания станции 81, откуда насосами подаются на электрокоагуляторы .

Обработанные на ЭКГ стоки поступают в емкость №1, в которой смешиваются с поступающими сюда из приемных емкостей №6 и 7 кисло-щелочными стоками. Смешанные стоки подаются на станцию 92 для окончательной очистки.

Станция 18/1:из цеха 14 по трубопроводу, проложенному в канале, никельсодержащие стоки поступают в приемные емкости № 1 и 2 самотеком, кисло – щелочные – в № 3 и 4.

Никельсодержащие стоки насосами подаются на электрокоагуляторы. После обработки они поступают в емкости № 3 и 4, откуда, смешавшись с кисло – щелочными стоками, подаются насосами по трубопроводу на эстакаде на станцию 81 для окончательной очистки.

Станция 92:смешанные стоки со станций 81 и 18/1 по трубопроводу на эстакаде поступают в приемные 500 м³ резервуары станции 92.

Усредненные стоки самотеком поступают в вихревые смесители, в которые дозируется синтетический флокулянт полиакриламид (ПАА).

Затем стоки, смешанные с полиакриламидом поступают в отстойники, где происходит отделение шлама, и осветленные стоки через перелив поступают на окончательный этап очистки в скорые фильтры.

После чего очищенные от химико – механических примесей стоки поступают в накопительные резервуары 250 м³ и 500 м³, соединенных между собой коллектором. Из накопителей через перелив стоки сбрасываются в ливневую канализацию [18–25].

В отстойниках происходит накопление шлама, который периодически сбрасывается в шламоуплотнитель, где шлам еще отстаивается. Осветленная вода возвращается в отстойник, а уплотненный гальванический шлам вывозится машиной назолоотвал ТЭЦ.

За процессом очистки и нейтрализации ведется химико – технологический контроль. Забор проб производится до и после очистки стоков. Аппаратчиками нейтрализации проводится визуальный химический анализ на содержание шестивалентного хрома, тяжелых металлов (железо, никель, цинк) и величину водородного показателя рН.

Также проводится химический анализ проб нейтрализованных электролитов и воды из промывочных ванн с гальванических участков завода на содержание шестивалентного хрома, ионов тяжелых металлов и величину рН.

3 Утилизация шламов гальванических производств

3.1 Характеристика шламов гальванического производства ООО «ЮРМАШ»

Отходы гальванического производства содержат значительные количества дорогостоящих и дефицитных компонентов, которые в свою очередь являются сильными ядами, способными оказывать канцерогенное, мутагенное и тератогенное воздействие на человека. Ионы тяжелых металлов оказывают губительное действие на микроорганизмы очистных сооружений, прекращают или замедляют процессы биологической очистки сточных вод и сбрасывание осадков в метатенках. Токсичные металлы в водоемах не подвергаются самоочищению, а наоборот, губительно действуют на флору и фауну и тормозят процессы самоочищения водоемов.

Так как в большинстве случаев сточные воды гальванического производства являются суммарным сбросом промывных вод из ванн промывки после нескольких технологических стадий, объединенных либо по месту расположения (участок, цех), либо по типу содержащихся в них веществ (хромсодержащие, никельсодержащие и др.), то составы гальванических шламов, характеризуются большим разном значений их компонентов. В свою очередь это актуализирует проблему дифференциации их переработки, а наличие большого количества цветных металлов свидетельствует о нецелесообразности их захоронения [26].

На предприятии ЮРМАШ проблема захоронения гальванических шламов решается самым простым способом – их размещением в поверхностном шламохранилище. В год на предприятии образуется около 0,2 тыс. тонн.

А так как гальванические шламы, основу которых составляют гидроксиды тяжелых металлов меди, никеля, хрома, цинка, железа и др., согласно «Критериям, которые осуществляют отнесение объектов,

оказывающих негативное воздействие на окружающую среду», утвержденного Постановлением Правительства 2014 г (на основании ФЗ № 7- Закон «Об охране окружающей среды»), такие отходы относятся к 3 классу опасности по ГОСТ 12. 1000–76, т. е. являются высокотоксичными отходами, то проблема их утилизации остается для данного предприятия нерешенной.

Гальванический шлам ООО «ЮРМАШ», как отработанный раствор, представляет гетерогенную систему, состоящую из мелкодисперсной взвешенной фазы и раствора. Характеризуется плотностью 1060–1100 кг/м³. рН 6,5-7,5. Согласно результатам анализа его рентгенофазного состава шлам имеет стабильный компонентов состав, приведенный в таблице 3. Средство измерения: энергодисперсионный рентгеновский флуоресцентный спектрометр EDX – 720. Спектрометр изображен на рисунке 3. Химический состав шлама представлен в таблице 3.



А

Б

Рисунок 3 – Исследование шлама в лаборатории:

А - энергодисперсионный рентгеновский спектрометр EDX – 720;

Б – спектральный анализ шлама.

Таблица 3 – Химический состав шлама

Хим. элементы	Fe	Cr	Ca	Zn	Al	Ni	Mn	Si	P	S
Массовое содержание,	92,4	2,6	1,4	0,7	-	0,6	0,5	1,3	0,1	0,1
%	87,6	2,5	5,0	-	0,5	0,6	0,6	2,6	0,1	0,1
	91,4	2,8	1,4	0,8	-	0,6	0,6	1,6	0,2	0,1

3.2 Способы утилизации шламов гальванического производства

Важно отметить, что проблемой утилизации гальванических шламов и использование их в строительной отрасли занимались многие исследователи. Например исследователи А.М. Шевцов, В.Ю. Ткаченко разработали композитный состав, содержащий цемента 12–33 %, мелкого заполнителя – доменного граншлака и 30–60 %, шлама – отхода гальванического производства 7–10 %, вода остальное. При этом шлам представлял собой отработанный раствор и промывные воды, нейтрализованные известью и имел следующий состав: Ca^{2+} до 50 %, Fe^{3+} до 5 %, Al^{3+} до 15 %, SiO_2 до 10 %, Cr^{2+} до 30 %, Mg^{2+} до 8 %, (Ni, Cu, Zn) до 8 %, (Pb, Cd, Hg) до 0,05 %, сульфаты до 50 %, фосфаты до 15 %, карбонаты до 50 %. Прочность на сжатие образцов из указанных составов, полученных авторами составляла 38–52 МПа [27].

При этом важно отметить, что исследователи не учитывают pH среды, которая влияет на миграцию Fe^{3+} , Cr^{3+} и др. ионов в водный раствор.

Разработчики М.А. Медков, А.А. Юдаков, приготовили композитную массу для бетонной смеси которая включала цемент, заполнитель, (песок) и воду, с добавлением цианистого шлама гальванического производства предварительно прокаленного при 900 °С в количестве 0,05–0,15 % на 1 % цемента. Цианистый шлам гальванического производства относится к высокотоксичным отходам гальванического производства, поэтому его обеззараживали термическим разложением цианидов. Цианистый шлам содержит: Cu 0,15 %; Zn 3,88 %; Ni, 28 %; Cd 12,9 %; Fe 11,1 %; Mn 0,21 %; Cr 1,58 %; Al 0,7 %. Авторами было установлено, что введение продуктов термического разложения цианистых шламов в цементно – песчаную смесь приводит к упрочнению бетонных изделий на 4–12 % [28, 29].

Силикатизация – один из способов, применяемых для повышения прочности материалов, путем добавления в них кремневых соединений.

3.3 Экспериментальные исследования по использованию шламов в составе экологически безопасных минеральных композитов

В данной работе были выполнены исследования по разработке массовых составов минеральных композитов на основе гальванического шлама с высоким содержанием железа, цемента и различных наполнителей и изучены их свойства.

Шлам отбирался из шламонакопителя отделения его очистки и доставлялся в лабораторию. Приготовление смеси осуществлялось перемешиванием цемента, мелкого заполнителя разного состава, и шлама отхода гальванического производства с водой затворения, при этом количество воды корректировалось с учетом влажности шлама. Из полученной смеси готовили методом пластического формования образцы 30х30х30см. Образцы высушивались при комнатной температуре и затвердевали.

В исследовании важно было решить проблемы использования гальванического шлама в составе минеральных композиций, которые позволяли не только применять их в строительной промышленности при изготовлении сооружений, конструкций и строительных растворов, а также экологической безопасности этих композиций. В таблице 4 приведен композитный состав, с наполнителями известь, жидкое стекло.

Таблица 4 – Композитный состав образцов

Номер образца	Состав, масс. %	Шлам	Жидкое стекло	Цемент	Известь
1	10	4	8	16	12
2	13	12	15	55	10
3	30	15	10	15	10
4	40	20	10	10	10

После отвердевания образцы погружались в дистиллированную воду на трое суток и по истечении времени раствор, анализировался на содержание железа, хрома, цинка, никеля, используя методики.

- измерение массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфасалициловой кислотой ПНД Ф 14.1:2:4.50-96;

- измерение массовой концентрации хрома с дифенилкарбазидом ПНД Ф 14.1:2:4.52-96;

- измерение цинка с дитизоном ПНД Ф 14.1:2:4.60-96;

- измерение никеля с диметилглиоксимом ПНД Ф 14.1:2.46-96.

Определение хрома:

В мерную колбу вместимостью 100 см³ поместили 1 мл пробы, долили дистиллированной водой до метки, затем добавили 1 мл серной кислоты, 0,3 мл ортофосфорной кислоты, 2 мл спиртового раствора дифенилкарбазида, перемешали, дали постоять до усиления цвета. Измерение производили на фотоэлектроколориметре с длиной волны 540 нм, кюветы с длиной оптического пути 50 мм (холостая и проба).

Определение никеля:

В колбу вместимостью 10 см³ поместили 1 мл пробы, добавили 2 мл бромной воды, 3 мл аммиака, 1 мл спиртового раствора диметилглиоксима. Долили до метки дистиллированной водой, перемешали, дали постоять. Измеряли на ФЭК с длиной волны 440 нм, кювета на 50 мм.

Определение цинка:

В мерную колбу 5 см³ поместили 1 мл пробы, добавили 3 мл сегнетовой соли, 0,5 мл аммиака, 5 мл буферного раствора, 1 мл сульфарсазена, долили до метки. Измеряли на ФЭК с длиной волны 540 нм, кювета на 20 мм [30].

Определение железа:

В колбу вместимостью 100 см³ поместили 1 мл пробы прилили 2 мл хлористого аммония, 2 мл сульфасалициловой кислоты, 2 мл аммиака, долили до метки. Измеряли на ФЭК с длиной волны 400 нм, кювета на 50 мм.

Содержание металлов в составе образец – вода, представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Содержание металлов в растворах системы образец – вода (мг/л)

Образец	Ni ²⁺	Cr ³⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺
1а	0,55	7,90	5,65	3,60
1б	0,58	7,70	5,76	3,40
1с	0,56	7,60	5,63	3,50
1д	0,53	7,80	5,62	3,80
2а	0,43	2,90	2,90	1,60
2б	0,48	2,80	2,86	1,72
2с	0,41	2,78	2,88	1,46
2д	0,42	2,91	2,91	1,56
3а	0,53	10,90	3,25	5,00
3б	0,56	9,26	3,54	4,95
3с	0,48	10,11	3,34	5,06
3д	0,51	10,31	3,11	5,00
4а	1,00	21,40	5,10	9,60
4б	1,11	20,65	5,61	9,54
4с	1,01	21,32	5,01	9,64
4д	1,00	21,05	5,00	9,50

Результаты анализов миграции ионов железа, никеля, хрома, цинка, из минеральных композитов в воду (Рис.4) по сравнению с миграцией этих ионов из гальванического шлама высушенного, измельченного и помещенного в воду за одинаковый период времени (Рис. 5) показывают, что процессы значительно количественно различаются.

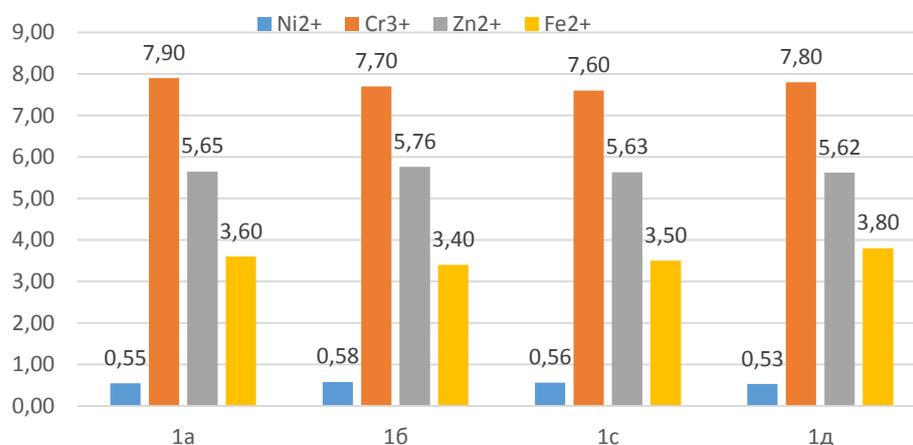


Рисунок 4 – Миграция ионов железа, никеля, хрома, цинка из композита состава 1 в воду (мг/л)

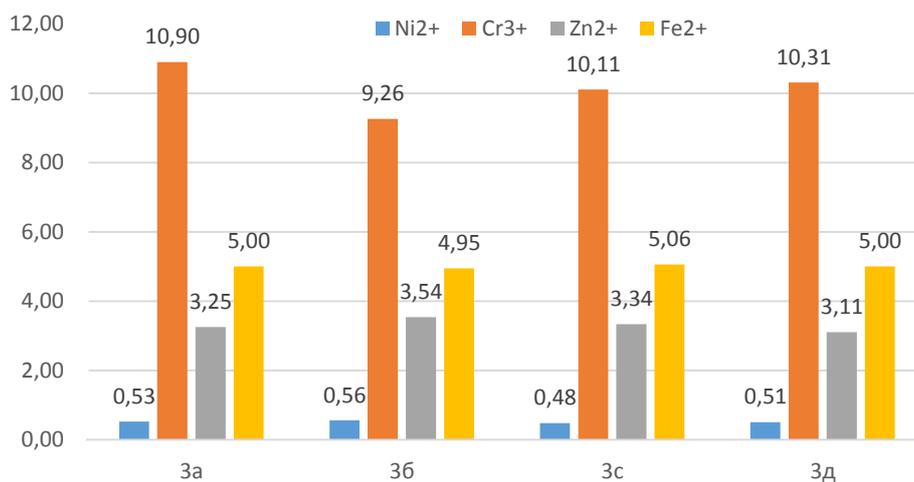


Рисунок 5 –Миграция ионов железа, никеля, хрома, цинка из композита состава 3 в воду (мг/л)

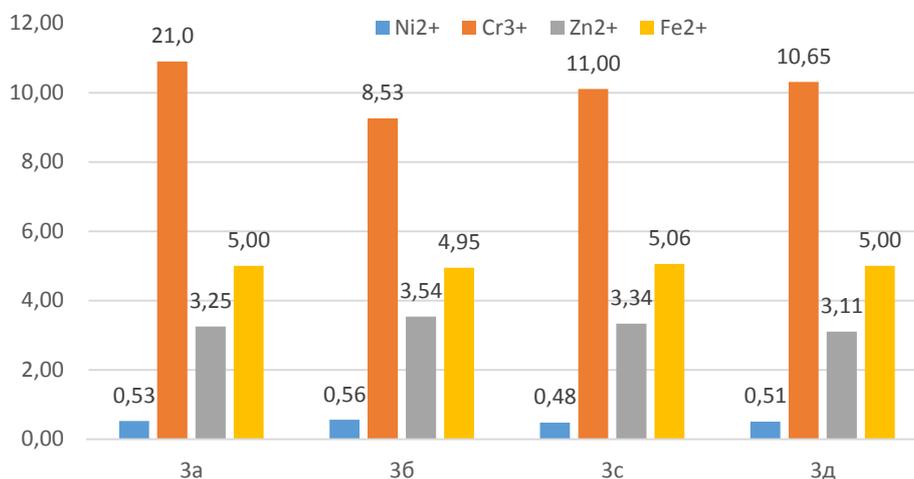
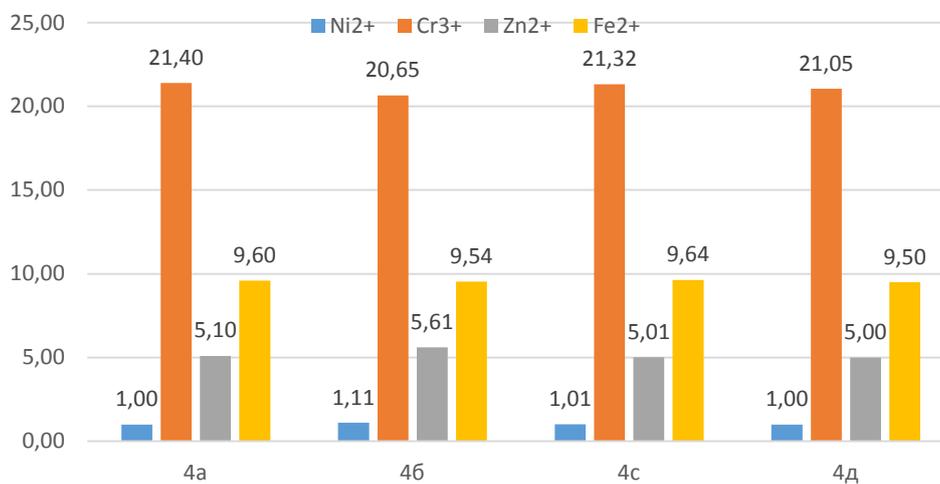


Рисунок 6 – Миграция ионов железа, никеля, хрома, цинка из композита состава 3в воду (мг/л)



**Рисунок 7– Миграция ионов железа, никеля, хрома, цинка
из композита состава 4 в воду(мг/л)**

На (рис. 6) и (рис. 7) показана миграция ионов металлов из образца в воду.

Как показывают результаты анализа введение в состав минерального композита на основе гальванического шлама наполнителей, повышающих рН больше 8, процесс миграции ионов железа, никеля, хрома, цинка значительно возрастает.

3.4 Разработка массовых составов минеральных композитов

В исследовании были подготовлены также цементно – песчаные смеси. ООО ЮРМАШ, которые могут использоваться в производстве бетонных изделий, цементно – песчано – глиняных и других композиционных составов, определены прочностные характеристики образцов и их экологическая безопасность.

Результаты анализа миграции этих образцов, помещенных в воду на трое суток приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Миграция металлов из композита в воду

№ образца	Ni ²⁺ ,Мг/л	Cr ³⁺ ,Мг/л	Zn ²⁺ ,Мг/л	Fe ²⁺ ,Мг/л
5	1,10	0,27	1,35	1,40
6	0,37	2,20	1,51	1,50
7	0,27	3,40	2,05	2,00

Таблица 7 – Композитный состав образцов

Номер образца	Шлам, %	Песок, %	Цемент, %	Глина, %	Прочность На сжатие,МПа	Жидк. стекло
5а	10	10	60	10	2,05	10
5б	10	10	60	10	2,91	10
5с	10	10	60	10	3,76	10
6а	20	20	40	20	9,33	-

Продолжение таблицы 7

6б	20	20	40	20	9,86	-
6с	20	20	40	20	10,12	-
7а	40	10	40	10	9,52	-
7б	40	10	40	10	12,62	-
7с	40	10	40	10	11,76	-
8а	40	10	40	10	11,78	-
8б	40	10	40	10	11,86	-
8с	40	10	40	10	13,71	-
9а	20	-	-	80	36,78	-
9б	20	-	-	80	38,86	-
9с	20	-	-	80	38,12	-
10а	10	40	50	-	12,76	-
10б	10	40	50	-	14,59	-
10с	10	40	50	-	12,93	-
11а	20	30	50	-	14,22	-
11б	20	30	50	-	15,79	-
11с	20	30	50	-	14,34	-
12а	30	10	60	-	20,67	-
12б	30	10	60	-	22,11	-
12с	30	10	60	-	22,65	-
13а	20	50	30	-	27,67	-
13б	20	50	30	-	27,11	-
13с	20	50	30	-	26,58	-

Прочность на сжатие образцов изображена на рис.6 и рис. 7.

Рисунок 6 – Прочность на сжатие образцов 5.6,7,8

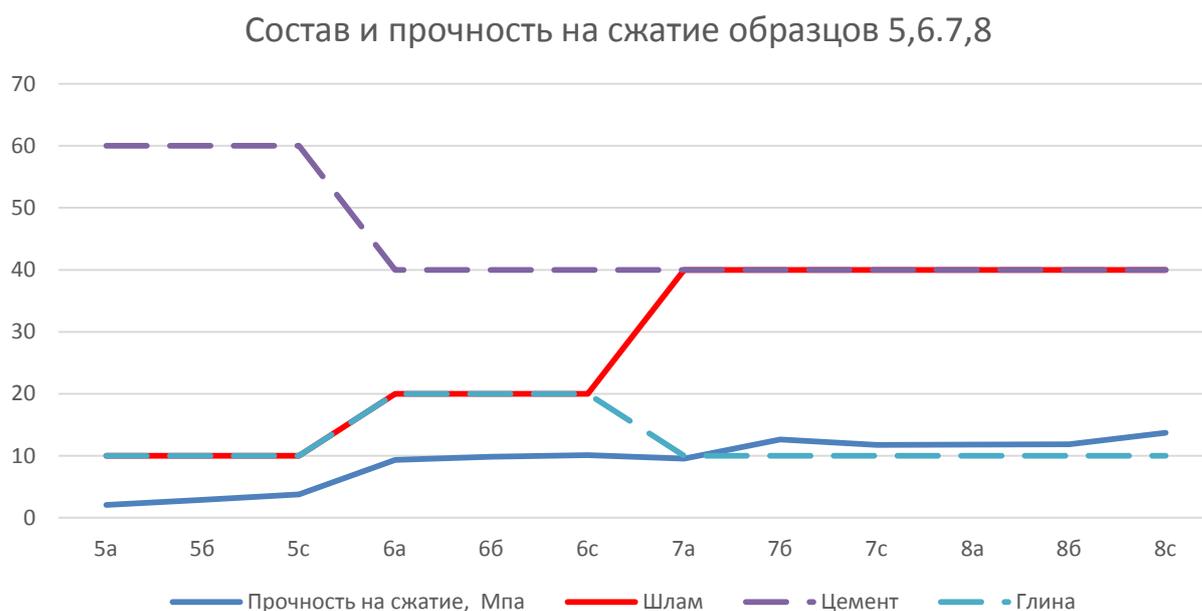
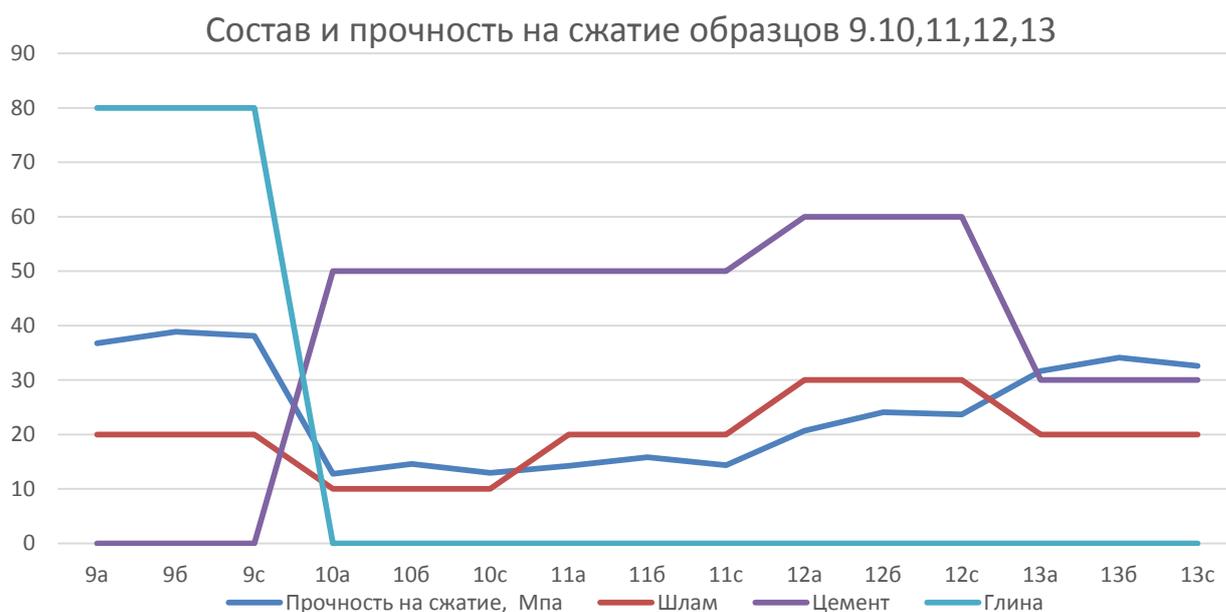


Рисунок 7 – Прочность на сжатие образцов 9,10,11,12,13



Сравнивая результаты величин прочности на сжатие образцов №5,6 можно сделать заключение, что наибольшее значение прочности и наименьшая миграция ионов Ni^{2+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , в раствор. Композиция такого состава может быть использована для производства отделочных строительных материалов.

Среди образцов №8,9, которые подвергались обжигу, наибольшая прочность соответствует соотношению шлам – глина 1:4. Такая композиция может быть использована для производства керамического кирпича [31–35].

В нашем исследовании гальванический шлам был использован также как пигмент в составе водоэмульсионной краски. При этом в нее вводился гальваношлам, ортофосфорная кислота до создания рН 7,5 и связывания до нерастворимых фосфатов ионы Ni^{2+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} . Цвет краски изменялся от светло – бежевого до коричневого, в зависимости от количества введенного шлама.

Таким образом, химический и фазовый состав высокожелезистого гальваношлама позволяет использовать его в качестве компонента композиций цементного и глиняного составов для использования их в производстве строительных материалов с экологически безопасными характеристиками.

4 Финансовый менеджмент. Расчет платы за сброс сточных вод с содержанием ионов тяжелых металлов

Базовые нормативы платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду, в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 8 августа 1992 года N 632 «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия».

Плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы сбросов, определяется путем умножения соответствующих ставок платы на величину загрязнения и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ.

$$P_{\text{нвод}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{нвод}} \cdot M_{i\text{вод}}, \quad (1)$$

при $M_{i\text{вод}} \leq M_{\text{нвод}}$,

где i – вид загрязняющего вещества ($i = 1, \dots, n$);

$P_{\text{нвод}}$ – плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы сбросов, руб.

$C_{\text{нвод}}$ – ставка платы за сброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативов сбросов, руб;

$M_{i\text{вод}}$ – фактический сброс i -го загрязняющего вещества, т;

$M_{\text{нвод}}$ – предельно допустимый сброс i -го загрязняющего вещества, т.

Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек (бассейн реки Обь) для Кемеровской области составляет – 1,02–1,29 [36].

Средний объем гальванических сточных вод за месяц составляет 13000м³.

Базовые нормативы платы за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты представлены в таблице 6.

Таблица 6 –Базовые нормативы платы за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты

Наименование загрязняющего вещества	Нормативные платы за сброс 1 т загрязняющих веществ, руб.	
	Нормативные платы за сброс 1т загрязняющих веществ, руб.	В пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов сбросов)
Железо общее	22175	110875
Никель (Ni ²⁺)	221750	1108750
Цинк (Zn ²⁺)	221750	1108750
Хром (по Cr ⁶⁺)	110875	544375

Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек (бассейн реки Обь) для Кемеровской области составляет 1,02–1,29.

Предельно допустимая концентрация хрома в очищенной воде составляет 0,025 мг/л.

$$m = C_{в-ва} \cdot V_{ст.вод} \cdot k, \quad (2)$$

Где $C_{вещ}$ – концентрация вещества;

$V_{ст}$ – объем сточной воды за месяц;

k – коэффициент перевода.

Масса загрязняющих веществ в таком случае составляет:

$$m = 0,025 \cdot 13000 \cdot 0,001 = 0,325 \text{ т/мес.}$$

Согласно формуле 9 можно рассчитать плату за сброс 13000 м³ сточных вод с концентрацией ионов Cr⁺⁶, равной 0,025 мг/л, в пределах нормативов:

$$П_{н\text{ вод}} = 110875 \cdot 1,160 \cdot 0,325 = 41799,9 \text{ руб.}$$

Предельно допустимая концентрация общего железа в очищенной воде составляет – 0,264 мг/л.

Согласно формуле 2 масса загрязняющих веществ в таком случае составляет:

$$m = 0,264 \cdot 13000 \cdot 0,001 = 3,432 \text{ т/мес.}$$

Согласно формуле 1 можно рассчитать плату за сброс 13000 м³ сточных вод с концентрацией общего железа, равной 0,264 мг/л, в пределах нормативов:

$$П_{н\text{ вод}} = 2175 \cdot 1,16 \cdot 3,432 = 88281,3 \text{ руб.}$$

Предельно допустимая концентрация цинка в очищенной воде составляет – 0,164 мг/л.

Согласно формуле 2 масса загрязняющих веществ в таком случае составляет:

$$m = 0,164 \cdot 13000 \cdot 0,001 = 2,132 \text{ т/мес.}$$

Согласно формуле 1 можно рассчитать плату за сброс 13000 м³ сточных вод с концентрацией ионов Zn^{+2} , равной 0,164 мг/л, в пределах нормативов:

$$П_{н\text{ вод}} = 2217501 \cdot 1,16 \cdot 2,132 = 548414,4 \text{ руб.}$$

Предельно допустимая концентрация никеля в очищенной воде составляет – 0,03 мг/л.

Согласно формуле 2 масса загрязняющих веществ в таком случае составляет:

$$m = 0,03 \cdot 13000 \cdot 0,001 = 0,39 \text{ т/мес.}$$

Согласно формуле 9 можно рассчитать плату за сброс 13000 м³ сточных вод с концентрацией ионов Ni^{+2} , равной 0,03 мг/л, в пределах нормативов:

$$П_{н\text{ вод}} = 0,39 \cdot 221750 \cdot 1,16 = 100319,7 \text{ руб.}$$

Количество загрязняющих веществ занесено в таблицу 7.

Таблица 7 – Количество загрязняющих веществ в среднемесечном объеме сточных вод после физико-химической очистки

Наименование загрязняющего вещества	Масса загрязняющие веществ, т/мес.
Хром	0,325
Железа	3,432
Цинк	2,132
Никель	0,39

Сброс в пределах нормативов – в таблице 8.

Таблица 8 –Плата за сброс в пределах нормативов

Наименование загрязняющего вещества	Плата, руб
Хром	41799,9
Железо	88281,3
Цинк	548414,4
Никель	100319,7
Итого	778815,3

Общая плата за сброс среднемесечного количества (13000 м³) сточных вод в пределах нормативов составит – 778815,3 руб.

Плата за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы сбросов над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент.

$$P_{сл\ вод} = 5 \sum_{i=1}^n C_{ливод} (M_{i\ вво} - M_{ливод}) \quad (3)$$

при $M_{i\ вво} > M_{ливод}$,

где i – вид загрязняющего вещества ($i = 1, \dots, n$);

$P_{сл\ вод}$ – плата за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ, руб.;

$C_{\text{ли вод}}$ – ставка платы за сброс 1 тонны i загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб.;

$M_{i \text{ вод}}$ – фактическая масса сброса i загрязняющего вещества, т;

$M_{\text{ливод}}$ – масса сброса i загрязняющего вещества в пределах установленного лимита.

Предположим, что концентрация шестивалентного хрома в 1 м^3 сточных водах составила $0,05 \text{ мг/л}$, что составляет ПДК. Тогда, рассчитаем массу загрязняющих веществ в пределах нормативов по формуле (2):

$$m = 0,025 \cdot 1 \cdot 0,001 = 0,000025 \text{ т,}$$

и сверх норматива:

$$m = 0,025 \cdot 1 \cdot 0,001 = 0,000025 \text{ т.}$$

Согласно формуле 2, рассчитаем плату за сброс 1 м^3 сточной воды с концентрацией загрязняющих веществ сверх установленного лимита (за превышение платят в 25 кратном размере):

$$P_{\text{сл вод}} = 0,000025 \cdot 554375 \cdot 1,16 \cdot 1,98 = 31,83 \text{ руб.}$$

$1,16$ – средний коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек для Кемеровской области. Установлен постановлением РФ;

554375 – Нормативные платы за сброс 1 т загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов сбросов). Установлен постановлением РФ [37].

$1,98$ – коэффициент платы.

Предположим, что концентрация общего железа в 1 м^3 сточных водах составила $0,528 \text{ мг/л}$, что составляет ПДК. Тогда, рассчитаем массу загрязняющих веществ в пределах нормативов по формуле (10):

$$m = 0,264 \cdot 1 \cdot 0,001 = 0,000264 \text{ т,}$$

и сверх норматива:

$$m = 0,264 \cdot 1 \cdot 0,001 = 0,000264 \text{ т.}$$

Согласно формуле 11, рассчитаем плату за сброс 1 м³ сточной воды с концентрацией загрязняющих веществ сверх установленного лимита (за превышение платят в 25 кратном размере):

$$P_{\text{сл вод}} = 0,000264 \cdot 110875 \cdot 1,16 \cdot 1,98 = 67,23 \text{ руб.}$$

1,16 – средний коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек для Кемеровской области. Установлен постановлением РФ;

110875 руб. – Нормативные платы за сброс 1 т загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов сбросов). Установлен постановлением РФ;

Пусть предельно допустимая концентрация цинка в 1 м³ сточных водах составила 0,328 мг/л, что составляет ПДК. Тогда, рассчитаем массу загрязняющих веществ в пределах нормативов по формуле (2):

$$m = 0,164 \cdot 1 \cdot 0,001 = 0,000164 \text{ т,}$$

и сверх норматива:

$$m = 0,164 \cdot 10,001 = 0,000164 \text{ т.}$$

Согласно формуле 11, рассчитаем плату за сброс 1 м³ сточной воды с концентрацией загрязняющих веществ сверх установленного лимита (за превышение платят в 25 кратном размере):

$$P_{\text{сл вод}} = 0,000164 \cdot 1108750 \cdot 1,16 \cdot 2,45 = 516,70 \text{ руб.}$$

1,16 – средний коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек для Кемеровской области установлен постановлением РФ.

1650 – Нормативные платы за сброс 1 т загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов сбросов). Установлен постановлением РФ.

Пусть предельно допустимая концентрация никеля в 1 м³ сточных водах составила 0,06 мг/л, что составляет ПДК. Тогда, рассчитаем массу загрязняющих веществ в пределах нормативов по формуле (2):

$$m = 0,03 \cdot 1 \cdot 0,001 = 0,00003 \text{ т,}$$

и сверх норматива:

$$m = 0,03 \cdot 1 \cdot 0,001 = 0,00003 \text{ т.}$$

Согласно формуле 11, рассчитаем плату за сброс 1 м³ сточной воды с концентрацией загрязняющих веществ сверх установленного лимита (за превышение платят в 25 кратном размере):

$$P_{\text{сл вод}} = 0,00003 \cdot 1108750 \cdot 1,16 \cdot 2,45 = 79,1 \text{ руб.}$$

1,16 – средние коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек для Кемеровской области. Установлен постановлением РФ;

Сверхлимитная плата представлена в таблице 9.

82500 руб. – Нормативные платы за сброс 1 т загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов сбросов). Установлен постановлением РФ.

Таблица 9 – Сверхлимитная плата за сброс 1 м³ сточных вод с концентрацией тяжелых металлов, превышающую предельно допустимую в 2 раза

Наименование загрязняющего вещества	Плата, руб.
Хром	32,96
Железо	69,6
Цинк	432,4
Никель	79,1

Расчет стоимости очищенной технической воды:

За месяц, в среднем, очищается 13000 м³ гальванических сточных вод.

Стоимость 1 м³ очищенной технической воды определяется по формуле:

$$C_{o.v} = C_{m.v} \cdot V_v \quad (4)$$

где $C_{m.v}$ – стоимость очищенной технической воды, составляет 3,44 руб.

Тогда, стоимость 13000 м³ составит: $C_{o.v} = 3,44 \cdot 1,18 \cdot 13000 = 52769,6$ руб,

НДС = 1,18%.

5 Социальная ответственность

5.1 Характеристика объекта исследования

Объектом исследования выбрана 81 станция цеха №48.

Здание 81 станции двухэтажное, кирпичное. Стены оштукатурены и покрашены. Имеется так же подвал, в котором расположены емкости для приема сточных вод.

Основное оборудование для электрохимической очистки гальванических сточных вод располагается на втором этаже данного корпуса, в большом зале. Кроме основного входа в зал есть запасной выход, который предусмотрен проектировщиками здания на случай эвакуации при пожаре и других чрезвычайных ситуациях. Запасной выход оснащен пожарной лестницей, кроме того, с запасного выхода аппаратчики нейтрализации имеют возможность попасть к приемным емкостям, расположенные у корпуса. Освещение в зале комбинированное. По периметру зала расположены электрокоагуляционные установки и выпрямительные агрегаты – ТВР. Электрокоагуляторы и выпрямительные агрегаты расположены таким образом, чтобы обеспечить беспрепятственный подход к каждой установке обслуживающим персоналом как с лицевой, так и с тыльной сторон. Для дополнительного удобства, электрокоагуляционные установки расположены тройками. Над электрокоагуляторами расположена специальная рельса электрической тали. Электроталь необходима для извлечения, чистки, замены электрокоагуляционных пакетов, расположенных внутри ванны каждого коагулятора. Так же в зале расположен лабораторный стол с необходимым оборудованием (мерные колбы, склянки с реактивами, пипетки, методики визуального определения содержания металлов в сточных водах) для проведения аппаратчиками первичных анализов. Первичные анализы необходимы для качественной обработки сточных вод. Лабораторный стол оснащен дополнительной подсветкой и вытяжкой.

На 81 станции осуществляется непрерывный производственный процесс по очистке различных сточных вод от загрязнений, который сопровождается рядом вредных факторов. Эти факторы негативно сказываются на здоровье и самочувствии человека. Электрические поля от различного оборудования для очистки сточных вод может привести к раку, импотенции, потере памяти, изменять гормональный фон, оказывать негативное влияние на психологическое состояние и вызывать депрессию, стресс, психоз. Чрезмерный шум от насосов – причина многочисленных нервных заболеваний, хронической усталости, преждевременного переутомления, ослабления внимания и памяти. Ненормированное освещение воздействует на психику, приводит к снижению иммунитета, функциональным нарушениям в деятельности центральной нервной системы. Химические реактивы (кислоты, щелочи, аммиак) могут вызывать серьёзные раздражения и повреждения как слизистых оболочек воздухоносных путей, так и ткани лёгких, а в конечном итоге приводить к тяжёлым и даже фатальным исходам [38–42].

Очистка сточных вод по ряду критериев (работа с химическими веществами, ненормированное освещение и уровень шума) производственного процесса относится к вредному производству. За каждую отработанную смену аппаратчики нейтрализации получают по 0,5 л молока, четырехпроцентную доплату за вредность (от количества отработанных часов). За каждый отработанный месяц добавляется один день к отпуску (12 дней в год).

5.2 Анализ выявленных вредных факторов

5.2.1 Электромагнитные поля

Промышленные стоки, содержащие ионы тяжелых металлов и шестивалентного хрома, обрабатываются электрохимическим методом на электрокоагуляторах.

Электрокоагулятор состоит из металлического корпуса (нержавеющая сталь) и помещенного внутри него блока электродов (пакета). Внутренние стенки корпуса футерованы электроизоляционным материалом (полимерный материал, резина, винипласт), устойчивым к агрессивному воздействию сточных вод и продуктов их обработки, а так же реагентов, применяемых в процессе электрохимической очистки стоков. Пакет электродов, размещенный в корпусе электрокоагулятора, подсоединяется к источнику тока с помощью токоведущих шин от сети 380 В через выпрямительный агрегат. Электродные пластины для пакета электродов изготавливаются из малоуглеродистой стали марки Ст20, Ст10, Ст3 и устанавливаются внутрь корпуса изолированными друг от друга.

Напряжение и ток, подаваемый на пакет электродов, регулируются выпрямительным устройством типа ТВР 3150–24.

Электромагнитные поля – это особая форма существования материи, характеризующаяся совокупностью электрических и магнитных свойств. Основными параметрами, характеризующими электромагнитное поле, являются: частота, длина волны и скорость распространения.

Степень биологического воздействия электромагнитных полей на организм человека зависит от частоты колебаний, напряженности и интенсивности поля, режима его генерации (импульсное, непрерывное), длительности воздействия. Биологическое воздействие полей разных диапазонов неодинаково. Чем короче длина волны, тем большей энергией она обладает.

Люди, работающие под чрезмерным электромагнитным излучением, обычно быстро утомляются, жалуются на головные боли, общую слабость, боли в области сердца.

Для защиты от электрических полей работникам выдаются, резиновые сапоги и перчатки.

5.2.2 Обеспечение требуемого освещения на объекте

A – длина помещения, 12 м.

B – ширина помещения, 8 м.

H – высота помещения, 4 м.

Для зала электрокоагуляторов наиболее подходящим осветительным прибором является открытый двухламповый светильник типа ОД или ОДОР. Наилучшая высота их подвеса над полом $h_2 = 3,5$ м.

Из приложения выбираем значения нормируемой освещенной рабочей поверхности в среде химической активности. $E=300$ лк. Для корректировки полученной величины освещенности определяем коэффициент запаса k. Для помещения с малым выделением пыли $k = 1,5$.

Осуществим размещение осветительных приборов, используя соотношения для на выгоднейшего расстояния между светильниками.

$$\lambda = L/h, h = h_2 - h_1, h = 3,5 \text{ м.}$$

Находим $\lambda = 1,2$ для светильников с защитной решёткой, следовательно:
 $L = \lambda \cdot h = 3 \text{ м.}$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников – $L/3 = 1 \text{ м.}$

Исходя из размеров зала, размеров светильников ОД, ОДОР ($A = 1,2-1,5 \text{ м, B} = 0,26 \text{ м}$) и расстояние между ними, определяем, что светильников в ряду должно быть 3, а рядов, всего светильников должно быть шесть.

Величину светового потока определяем по формуле

$$\Phi = E \cdot k \cdot S \cdot z / n \cdot \eta, \quad (5)$$

где Φ – световой поток каждой из ламп, лм;

E – минимальная освещенность, лк;

k – коэффициент запаса;

S – площадь помещения, м^2 ;

n – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока;

z – коэффициент неравномерности освещения.

Для светильников с люминесцентными лампами z при расчетах принимается равным 0,9.

Для этого необходимо найти индекс помещения $j = S/h(A+B)$,

$$J = 12 \cdot 8 / 3,2(12+8) = 1,5.$$

Коэффициенты отражения стен P_c и потолка P_n определяется из таблицы для бетонных стен с окнами и чисто бетонным полом и $P_c = 0,3$ и $P = 0,5$, то $\eta = 0,43$.

$$\Phi = 300 \cdot 1,5 \cdot 36 \cdot 0,9 / 6 \cdot 0,43, \Phi = 5651 \text{ лм.}$$

Из таблицы 10 определяем тип ламп. Это должна быть лампа ЛД мощностью 80 Вт.

Таблица 10 – Основные характеристики люминесцентных ламп

P, Вт	U сети, В	U на лампы, В	Ток лампы, А	Световой поток, лм				
				ЛДЦ	ЛД	ЛХБ	ЛБ	ЛТБ
15	127	58	0,3	450	525	600	630	600
20	127	60	0,35	620	700	900	980	900
30	220	108	0,34	1110	1380	1500	1740	1500
40	220	108	0,41	1520	1960	2200	2480	2200
80	220	108	0,82	2720	3440	3840	4320	3840
12 5	220	120	1,25	-	-	-	5500	-

Таким образом, система общего освещения зала электрокоагуляторов должна состоять из 6 двухламповых светильников типа ОД с люминесцентными лампами ЛД мощностью 80Вт, построенных в ряд по 3 светильника [43].

5.2.3 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата объекта

В электрокоагуляционном зале установлена общая вентилирующая система. Вентиляция имеется так же и у каждого коагулятора. Наличие

вентиляции позволяет избежать выбросов в воздух рабочей зоны различных газообразных веществ, которые образуются в результате окислительно-восстановительных реакций на электродах коагуляторов.

Согласно произведенным замерам ЦСЭЛ (центральная заводская лаборатория), параметры микроклимата на станции 81 в холодный и теплый период соответствуют регламентирующим нормативным документам. Обеспечение оптимальных условий микроклимата на станции достигается благодаря наличию вентиляционной системы, калориферов, исправной работы отопительной системы, утепление оконных рам, гаражных ворот.

5.2.4 Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на объекте

Цех работает в непрерывном режиме по сменному графику. Смена продолжается в течение 12 часов. Первая смена: с 8.00 до 20.00, вторая смена: с 20.00 до 8.00, затем два выходных. Такие факторы, как продолжительная работа с дисплеями, работа в неудобной позе, монотонность труда практически не отражаются на деятельности персонала на рабочем месте. Аппаратчики нейтрализации – основной обслуживающий персонал станции 81, в их обязанности входят различные функции: осмотр оборудования, постоянное наблюдение за основным оборудованием в течение смены и его настройка, обход станции, забор стоков для первичных анализов каждый час, перевод реверса на ТВР и другие. Круглосуточное наблюдение за оборудованием вызывает перенапряженность зрительного анализатора, в меньшей степени напряжен слуховой анализатор, умственное переутомление. Аварийные ситуации, поломки оборудования, поступление высококонцентрированных стоков так же негативно сказываются на самочувствии человека, вызывая психологический, эмоциональный и физический стрессы. Постоянное воздействие производственных факторов создает значительную нагрузку на

нервную систему, вызывает ухудшение самочувствия, бессонницу, неспособность сосредоточиться [44].

Основное место пребывания персонала – аппаратная.

Окраска помещений и мебели должна способствовать созданию благоприятных условий для зрительного восприятия, хорошего настроения.

Для защиты от избыточной яркости окон могут быть применены шторы и экраны.

В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола:

- окна ориентированы на юг: стены зеленовато – голубого или светло-голубого цвета, пол – зеленый;

- окна ориентированы на север: стены светло-оранжевого или оранжево-желтого цвета; пол – красновато – оранжевый;

- окна ориентированы на восток: стены желто – зеленого цвета, пол зеленый или красновато – оранжевый.

Для потолков железобетонных перекрытий рекомендуется использовать белый цвет.

Цветовой интерьер подобран оптимально. Окна аппаратной ориентированы на южную сторону, поэтому стены окрашены в светло – голубой цвет. Потолок – в белый [45, 46].

5.3 Анализ выявленных опасных факторов

К опасным производственным факторам рабочего места относятся:

- механические опасности
- электрический ток

5.3.1 Механические опасности

К источникам механической опасности относится: вероятность падения в результате скользкого состояния поверхностей, в частности пол. Возможны травмы, связанные с подъемом тяжестей, однообразными рабочими операциями и положением при работе. Такие травмы могут являться результатом чрезмерных усилий при подъеме вручную тяжестей и осуществления однообразных операций [47].

Мероприятия по защите от механических опасностей:

- содержание пешеходных и производственных зон в чистоте и в сухом состоянии и обеспечение работников противоскользкой обувью;
- обеспечение того, чтобы технологический процесс предусматривал как можно меньшее пересечение путей перемещения, тем самым предотвращая опасность столкновения и падения;

5.3.2 Электрический ток

Источниками электроопасности аппаратного цеха является повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека от всего оборудования находящегося в цепи. Оборудование, находящееся в аппаратном цехе, работает от электрического тока. Проходя через человека электрический ток воздействует на организм следующим образом. Выражается в раздражении и возбуждении живых клеток организма, что приводит к непроизвольным судорожным сокращениям мышц, нарушению нервной системы, органов дыхания и кровообращения. При этом могут наблюдаться обмороки, потеря сознания, расстройство речи, судороги, нарушение дыхания (вплоть до остановки). Тяжелая электротравма нарушает функции мозга, дыхания, сердца до полной их остановки, что приводит к гибели пострадавшего. Наиболее частой причиной смерти от электротравмы является фибрилляция желудочков сердца, при

которой нарушается сократительная способность мышц сердца. Электролитическое воздействие. Проявляется в разложении плазмы крови и др. органических жидкостей, что может привести к нарушению их физико-химического состава.

Мероприятия по защите от электрического тока обеспечивают недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, пониженное напряжение, заземление и зануление установок, автоматическое отключение, индивидуальная защита и т. д.

Защитное заземление предназначено для устранения опасности поражения электрическим током в случае прикосновения к корпусу и другим нетоковедущим частям оборудования, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»).

Защитное зануление, так же как и защитное заземление, предназначено для устранения опасности поражения электрическим током при замыкании на корпус оборудования. Защитное зануление осуществляется присоединением корпусом и других конструктивных нетоковедущих частей электроустановок к неоднократно заземленному нулевому проводу [48].

5.4 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

Электрохимическую защиту необходимо осуществлять в сочетании с защитными покрытиями.

Источником загрязнения окружающей среды в процессе очистки гальванических сточных вод являются неочищенная или недоочищенная сточная вода, гальванический шлам, отработанные электролиты [49].

Выбросы и сбросы вредных веществ допускаются на основе разрешения, выдаваемого органами Минприроды Российской Федерации.

Для уменьшения выбросов тяжелых металлов в окружающую среду следует:

- поддерживать в полной технической исправности резервуары и технологическое оборудование и обеспечивать их герметичность;
- обеспечивать исправную работу электрокоагуляционных установок и другого оборудования технологической схемы;
- герметично закрывать задвижки на всех емкостях;
- не допускать переливов неочищенных сточных вод из приемных и промежуточных емкостей;
- следить за исправностью контрольно-измерительного оборудования: уровнемеров, сигнализаторов уровня, электронных реле.

На территории станций очистки необходимо ежедневно производить забор проб сточной воды до и после очистки. Отбор и анализ проб проводят в соответствии с требованиями методики по определению концентрации тяжелых металлов. Количественное определение содержания металлов в сточных водах проводят согласно следующим методикам: на хром – ПНД Ф 14.1.52 – 96, никель – ПНД Ф 14.1:2.46–96, цинк – ПНД Ф 14.1:2:4.60–96 и общее железо – ПНД Ф 14.1:2.50–96.

Частота и место отбора проб определяются схемой – графиком «Отбора проб сточных вод и проведение химического анализа цеха № 48», утвержденной директором энергетического производства по согласованию с местными санитарно – эпидемиологическими станциями (СЭС) и фиксируются в журнале лаборатории, проводящей отбор и анализ проб.

Присутствие вредных веществ в очищенной воде не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК) в мг/л по указанному стандарту: Хром – 0,025 мг/л, никель – 0,03 мг/л, цинк – 0,164 мг/л, железо – 0,264 мг/л.

Аппаратчики нейтрализации должны каждый час проводить первичные химические анализы стоков до и после обработки (визуальный метод по шкале концентраций).

Так же необходим постоянный осмотр технического состояния эстакад, качественный обогрев эстакад подпитка ми в холодное время года, не допускается разморозение труб [50].

Очистные сооружения эксплуатируют в соответствии с производственной инструкцией, составленной на основании требований типового проекта и утвержденной руководством предприятия.

Сброс неочищенных стоков в водоемы категорически запрещается.

Необходимо систематически следить за чистотой канализационных колодцев, не допускать заиливания их выходов, не реже раз в год (весной и осенью) очищать и проводить внутренний осмотр действующего оборудования канализационной сети, колодцев и необходимый ремонт.

Образующийся гальванический шлам подлежит захоронению в специально отведенных местах (золоотвал ТЭЦ), согласованные с санитарно – эпидемиологической службой города .

Отработанные электролиты нейтрализуются согласно соответствующим инструкциям, разбавляются и сбрасываются в общий сток. Перед сбросом нейтрализованных электролитов инженеры – технологи цеха проводят контрольный забор проб и анализ, при получении удовлетворительных результатов согласуют с ответственными лицами цехов прием сточных вод на очистные сооружения цеха № 48.

С целью восстановления Cr^{+6} до Cr^{+3} необходимо применять пиросульфит натрия. Восстановление происходит согласно уравнению:



Согласно технологической инструкции «Обезвреживание растворов гальванических ванн» для нейтрализации 1 кг шестивалентного хрома необходимо,8 кг пиросульфита.

При сбросе сточной воды с концентрацией шестивалентного хрома 600 мг/л для нейтрализации 40 м³ стоков (3 приемные емкости по 80 м³) потребуется пиросульфита: в 1 м³ стоков с такой концентрацией содержится 600 г Cr^{+6} а в 40 м³ – $600 \text{ г/м}^3 \times 40 \text{ м}^3 = 144000 \text{ г} = 144 \text{ кг } \text{Cr}^{+6}$.

5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Пожаровзрывоопасность производства определяется параметрами пожарной опасности и количеством используемых в технологических процессах материалов и веществ, конструктивными особенностями и режимами работы оборудования, наличием возможных источников зажигания и условия для быстрого распространения огня в случае пожара.

Станция 81 – основная станция нейтрализации хромсодержащих и нефтесодержащих сточных вод. Здание относится к категории Д.

Здание полностью оснащено всеми необходимыми первичными средствами огнетушения: песок, асбестовая ткань, огнетушители различных типов (углекислотные, порошковые), вспомогательное оборудование (лопата, лом и прочее), первичные средства пожаротушения расположены у входа в здание, в специально отведенном месте. Так же в здании есть тревожная кнопка оповещения о пожаре. Огнетушители ежегодно проверяются и освидетельствуются, все средства пожаротушения, их наличие и соответствие проверяются отделом ПБ и ПБ. Разработана инструкция ПБ – 01, в которой прописаны действия всех работников в случае пожара, назначены ответственные лица. Так же, на каждом этаже здания расположены схемы эвакуации при пожаре, телефоны пожарной службы, расположенные в общедоступном месте. Действия обслуживающего персонала в случае пожара прописаны и в ПЛАСе.

Для предотвращения аварийных ситуаций на станции разработан план ликвидации аварийных ситуаций – ПЛАС, в котором подробно описаны возможные аварийные ситуации, последовательность действий каждого из работников в подобном случае, возможные способы ликвидации последствий аварии. Ответственные лица-начальники смен регулярно проводятся беседы, практические занятия, где прорабатываются аварийные ситуации с обслуживающим персоналом, описанные в ПЛАСе. Кроме того, на предприятии разработан ряд инструкций, где прописаны обязанности и

ответственность каждого работника в тех или иных ситуациях. Ежеквартально проводится повторный инструктаж с отметкой о прохождении в журнале. Также, проводятся внеплановые и целевые инструктажи. На пролетах корпуса расположены стенды по безопасности жизнедеятельности человека с иллюстрациями и подробным описанием действий в случае аварий, чрезвычайных ситуаций, оказания первой медицинской помощи.

5.6 Заключение к разделу

Для обеспечения безопасной жизнедеятельности трудового коллектива необходимо соблюдать инструкции по пожарной безопасности, охране труда, технике безопасности, промышленной санитарии, использовать средства индивидуальной защиты во время всех рабочих операций, соблюдать технологический процесс очистки сточных вод, соблюдать все рабочие инструкции, разработанные на предприятии, рабочие действия осуществлять согласно «Рабочей инструкции аппаратчика нейтрализации III–V разрядов».

Заключение

Гальванический шлам, как отход гальванического производства содержит тяжелые металлы: медь, цинк, железо, хром, никель и др. которые являются высокотоксичными.

Сточные воды гальванического производства после очистки содержат тяжелые металлы в пределах ПДК, но в них присутствует большое количество шлама.

Гальванический шлам может быть использован в составе Si – содержащих минеральных композитов для строительного материала, с экологически безопасными характеристиками.

Список литературы

- 1 Василенко Л.В. Методы очистки промышленных сточных вод: учеб. Пособие / Л.В. Василенко, А.Ф. Никифоров, Т.В. Лобухин. – М.: Стройиздат, 1998. – 46 с.
- 2 Экология: общая, социальная, прикладная: учеб. для вузов / Н.А. Воронков. – М.: Агар, 2006 – 424 с.
- 3 Яковлев С.В. Водоотведение системы промышленных предприятий / В.Д. Яковлев. – М.: Стройиздат, 1990. – 112 с.
- 4 Гвоздев В.Д. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков / В.Д. Гвоздев, Б.С. Ксенофонтов. – М.: Химия, 1988. – 112 с.
- 5 ГОСТ 9.314 – 90 Вода для гальванического производства. – М.: Химия, 1988. – 15 с.
- 6 Бродских А.К. Общая экология / А.К. Бродских. – М.: изд. центр «Академия», 2006. – 256 с.
- 7 СНиП 2.04.03 – 85 Искусственное и естественное освещение. – М.: Агар, 1976. – 272 с.
- 8 Горелов А.А. Экология / А.А. Горелов, Ю.А. Смирнов. – М.: Стройиздат, 2000. – 240 с.
- 9 Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: учеб. Пособие / Ю.Л. Хотунцев. – М.: Московская Академия, 2004. – 480 с.
- 10 СНиП 23.05 – 95 Естественное и искусственное освещение, – М.: Стройиздат, 1985. – 87 с.
- 11 Федоров В.Д. Экология / В.Д. Федоров, Т.Г. Гильманов. – М.: МГУ, 1980. – 218 с.
- 12 Арустамов Э.А. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, И.В. Левакова, Н.В. Баркалова; 5 – е изд., перераб. И доп. – М.: Издательский Дом «Дашков и К», 2008. – 320 с.

- 13 ГОСТ 12.1.003 – 83 Шум. Общие требования безопасности. – М.: Стройиздат, 1996. – 113 с.
- 14 СНиП 11.12 – 88 Защита от шума. – М.: Агар, 2000. – 49 с.
- 15 Поруцкий Г.В. Биохимическая очистка сточных вод органических производств / Г.В. Поруцкий. – М.: Химия, 1975 – 256 с.
- 16 Очистка производственных сточных вод – С.В. Яковлев, ЯюНю Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. – М.: Стройиздат, 1985 – 511 с.
- 17 Яковлев С.А. Вдоотведение и очистка сточных вод / С.А. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М.: Стройиздат, 2002. – 704 с.
- 18 Расчет нормативов ПДК загрязняющих веществ в сточных водах ООО «ЮРМАШ» г. Юрга 160 с.
- 19 Коробкин В.И. Экология: учебю для вузов / В.И. Коробкин; под ред. Л.В. Предельского; 6 – е изд., доп. И перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2007 – 575 с.
- 20 Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / С.С. Виноградов. – М.: Наука, 1998. – 873 с.
- 21 Молчанов В.Ф. Скоростное хромирование / В.Ф Молчанов, – Киев: Техника, 1965. – 250 с.
- 22 Гальперин М.В. Общая экология / М.В. Гальперин. – Москва: Феникс, 2007. – 336 с.
- 23 Колесников С.И. Основы экологии для инженеров / С.И. Колесников. – Москва: Феникс, 2003. – 352 с.
- 24 Радкевич В.А. Экология / В.А. Радкевич, – Минск: Высш. Шк., 1998. – 159 с.
- 25 Поруцкий Г.В. Биохимическая очистка сточных вод органических производств. М.: Химия, 1975. – 256 с.
- 26 Смирнов Д.Н. Очистка сточных вод в процессе обработки металлов / Д.Н. Смирнов, В.Е. Генкин. – М.: «Металлургия», 1980. – 487 с.
- 27 Гришагин В.М. Охрана труда / В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 180 с.

- 28 Еремин В.Г. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении / В.Г. Еремин, М.:Машиностроение, 2000. – 211 с.
- 29 Состав для приготовления бетона: патент Рос. Федерации № 2392243; заявл. 12.05.05; опуб. 22.04.06.
- 30 Коробкин В.И. Экология: учебник для студентов вузов / под ред. В.И. Коробкина, Л.В. Передельского. 6–е изд., доп. и перераб. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 575 с.
- 31 Телитченко М.М. Введение в проблемы биохимической экологии / М.М. Телитченко, С.А. Остроумов. – М.: Наука, 1990. – 285 с.
- 32 Вода России. Речные бассейны / А.М. Черняев, М.П. Дальков, Г.С. Розенберг, М.П. Гритчин. – Екатеринбург: «Аква – ПРЕСС», 2000 – 536 с.
- 33 Фрог Б.Н. Водоподготовка / Б.Н. Фрог, А.Г. Левченко. – М.: МГУ, 1996 – 680 с.
- 34 Шапкин Н.П. Фундаментальные основы технологии очистки сточных вод / Н.П. Шапкин, Н.Н. Жамская, Н.Б. Кондриков. – СПб.: 2000, 259 с.
- 35 Запольский А.К. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства / А.К. Запольский, В.В. Образцов. – Киев: Техника, 1989. – 197 с.
- 36 Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах / Я.М. Грушко, – Л.: Химия, 1979. – 161 с.
- 37 Трифонова Т.А. Исследование миграции тяжелых металлов в системе «гальваношлам – вода» / Т.А. Трифонов, Л.А. Ширкин, Н В Селиванова. – М.: Мир, 2002. – 30 с.
- 38 Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
- 39 Мальцев В.В. Безотходные экологически чистые технологии переработки гальванических отходов с получением полезной малотоксичной продукции / В.В. Мальцев, В.С. Строганов, А.В. Пономарев. – М.: Экология России, 1966. –19 с.

40 Неорганические пигменты синтезированные с использованием отходов гальванического производства / Е.В. Иванюк // Журнал прикладной химии. – 1999. – № 9. – С. 1429 – 1432.

41 Бабков В.В. Утилизация осадков сточных вод гальванического производства / В.В.Бобков, Д.М. Закиров, А.Н. Чулков. – М.: Руда и металлы, 2003. – 272 с.

42 Гвоздев В.Д. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков / В.Д. Гвоздев, Б.С. Ксенофонтов. – М.: Химия, 1988. – 112 с.

43 Адсорбция ионов тяжелых металлов на гальванических шламах и захоронение шламов в почву / З.В. Подольская, М.В. Бузаев, Е.С. Климов // Журнал прикладной химии. – 2011. – вып. 1. – С. 39–43.

44 Дворкин В.И. Метрология и обеспечение качественного химического анализа / В.И. Дворкин. – М.: Химия, 2001. – 263 с.

45 Василенко А.И. Очистка малых количеств производственных сточных вод / А.И.Василенко, А.А. Василенко. – Киев: «Строитель», 1966. – 226 с.

46 Смирнов Д.Н. Автоматизация процессов очистки сточных вод химической промышленности / Д.Н. Смирнов, А.С. Дмитриев. – Л.: «Химия», 1972. – 166 с.

47 Использование биосорбционного метода для очистки хромовых сточных вод / М.В. Шулаев, В.В. Нагаев, В.М. Емельянов, А.М. Гумеров. – Болгария: София, 1993. – 64 с.

48 Волоцков Ф.П. Очистка и использование сточных вод гальванических производств / Ф.П. Волоцков. – М.: Химия, 1983. – 189 с.

49 Водоотводящие системы промышленных предприятий / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. – М.: Стройиздат, 1990 – 511 с.

50 Пушкарев В.В. Очистка вод / В.В. Пушкарев, А.Г. Южанинов. – М.: Металлургия, 1980. – 200 с.

