

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Юргинский технологический институт
Специальность: 280202 Инженерная защита окружающей среды
Специализация: Инженерная защита окружающей среды в машиностроении
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Проект локальных очистных сооружений гальванических сточных вод предприятия ООО «Юргинский машзавод»

УДК 628.3:621.357

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17200	Будник Елена Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.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
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Филонов А.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2016 г.



Юргинский технологический институт
 Специальность: 280202 Инженерная защита окружающей среды
 Специализация: Инженерная защита окружающей среды в машиностроении
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Дипломный проект

Студенту:

Группа	ФИО
3-17200	Будник Елене Александровне

Тема работы:

Проект локальных очистных сооружений гальванических сточных вод предприятия ООО «Юргинский машзавод»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 25/с

Срок сдачи студентами выполненной работы:	07.06.2016 г.
---	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Нормативные документы, литературные источники, материалы преддипломной практики, проект НДС ООО «Юргинский машзавод», данные ежеквартальных и ежегодных экологических отчетов предприятия.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Анализ существующих методов очистки гальванических сточных вод. 2 Ознакомится с эффективностью существующего очистного оборудования. 3 Подбор технологической схемы.

	4 Расчет основных элементов очистных сооружений. 5 Расчет эколого-экономических показателей от внедрения очистных сооружений.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Филонов Александр Владимирович

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	Мальчик А.Г.	к.т.н.		10.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17200	Будник Елена Александровна		10.02.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа на тему «Проект локальных очистных сооружений гальванических сточных вод предприятия ООО «Юргинский машзавод»» состоит из текстового документа, выполненного на 94 с. Текстовый документ содержит 8 рисунков, 12 таблиц, список используемой литературы из 51 наименования.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИЯ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ СТОКИ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, ОЧИСТНОЕ СООРУЖЕНИЕ.

Цель работы – разработка проекта локальных очистных сооружений гальванических сточных вод предприятия ООО «Юргинский машзавод» для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Поставлены следующие задачи:

- провести анализ существующих методов очистки гальванических сточных вод;
- оценить эффективность существующего оборудования;
- разработать технологическую схему с расчетом основных элементов очистных сооружений.
- рассчитать эколого-экономические показатели от внедрения очистных сооружений.

Проект выполнен на основе фактических данных, с использованием нормативных и литературных источников.

Выпускная квалификационная работа оформлена в текстовом редакторе MicrosoftWord 7.0 и представлена в распечатанном виде на листах формата А4.

DasReferat

Auspuff qualification Arbeit zum Thema «Das Projekt der lokalen Reinigungsanlagen Galvanik Abwasser des Unternehmens der geöffneten Firma «Юргинский машзавод»» besteht aus einem Text-Dokument, nach 94. Ein Textdokument enthält 8 Zeichnungen, 12 Tabellen, Literaturverzeichnis 51 Namen.

Stichworte: ELEKTROKOAGULATION, SCHWERMETALLE, GALVANISCHE ABWÄSSER, SCHADSTOFFE, EINE REINIGUNGSANLAGE.

Das Ziel der Arbeit – die Entwicklung des Projektes der lokalen Reinigungs bauten galvanisch der Abwässer des Unternehmens der GmbH «Jurginskider Maschinenbaubetrieb» für die Senkung der negative Einwirkung auf die Umwelt.

Essind die folgendenAufgabengestellt:

- dieAnalyse der existierendenMethoden der Reinigunggalvanisch der Abwässerdurchzuführen;
- dieEffektivität der existierendenAusrüstungzubewerten;
- dastechnologische Schema mit der Berechnung der Hauptelemente der Reinigungsbautenzuentwickeln.
- dieökologo-ökonomischenKennziffern von der Einführung der Reinigungsbautenzurechnen.DasProjektist aufgrund der Ist-Daten, unterAusnutzung der normativen und literarischenQuellenerfüllt.

Die AbschlußqualifikationsarbeitistimTexteditoren Microsoft Word 7.0 aufgemacht und ist in der ausgedruckten Art auf den Blättern des Formates A4 vorgestellt.

Оглавление

Введение	8
1 Обзор и анализ существующих методов очистки гальванических сточных вод	10
1.1 Метод электрокоагуляции	10
1.2 Метод гиперfiltrации	11
1.3 Метод ионного обмена	15
1.4 Электрохимический метод	21
1.5 Биохимический метод	21
1.6 Сорбционный метод	23
1.7 Реагентный метод	23
1.8 Рекомендуемые методы очистки сточных вод гальванических производств	26
2 Воздействие гальванического производства на окружающую среду	28
2.1 Характеристика материалов и процессов, применяемых при нанесении гальванопокрытий	28
2.2 Классификация отходов гальванического производства	31
3 Характеристика предприятия-завода как источника загрязнения окружающей среды	35
3.1 Общие сведения о предприятии	35
3.2 Характеристика предприятия и его месторасположение	35
3.3 Краткая природно-климатическая характеристика района размещения предприятия	38
3.4 Общие сведения по водоснабжению и потреблению	39
3.5 Сведения о технических параметрах очистных сооружений предприятия	41
4 Разработка технологической схемы очистки и расчет её основных элементов	48

4.1 Технологическая схема очистных сооружений	48
4.1.1 Емкость усреднитель	50
4.1.2 Узел корректировки значений pH	50
4.1.3 Расчет электрокоагулятора	50
4.1.4 Расчет отстойника с тонкослойными модулями	56
4.1.5 Выбор фильтра механической очистки	59
4.1.6 Дозаторы и насосы	60
4.1.7 Узел обезвоживания осадка	62
4.2 Утилизация гальванических шламов	64
4.3 Результаты расчетов	67
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	68
5.1 Анализ структуры платы за сбросы в водные объекты	68
5.2 Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты	70
5.3 Определение предотвращенного экономического ущерба	72
5.4 Расчет ущерба от загрязнения водных объектов	74
6 Социальная ответственность	77
6.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в цехе гальваники	77
6.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в цехе гальваники	83
6.3 Защита в чрезвычайных ситуациях	85
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	86
Заключение	89
Список используемых источников	90

Введение

Гальваническое производство является одним из крупнейших потребителей воды, а его сточные воды – одними из самых токсичных и вредных.

В настоящее время различными предприятиями страны, осуществляющими гальванические покрытия и травление металлов, ежегодно выбрасываются в окружающую среду тысячи тонн высокотоксичных тяжелых металлов, таких как хром, никель, свинец, медь, кадмий, цинк, олово и пр. Обще токсичные, гонадотропные, эмбриотропные и мутагенные эффекты тяжелых металлов хорошо изучены. Известно, что длительное их поступление в организм с водой и пищей в относительно низких дозах может привести к задержке и накоплению металлов в органах и тканях, а впоследствии к развитию интоксикаций, сопровождающихся нарушением функционирования центральной нервной системы, внутренних органов (печени, почек и т.д.), изменением активности ряда ферментов, блокированием ОН-групп белковых молекул и другими изменениями.

Очистка сточных вод – лишь одно из направлений защиты гидросферы, прежде всего, поверхностных вод от антропогенных загрязнений. Главный путь защиты гидросферы так же, как и атмосферы и литосферы, это поиск технологий, исключающих образование значимых количеств вредных твёрдых и жидких отходов, вредных примесей в сточных, а также применение и совершенствование методов и способов очистки сточных вод [1].

Целью, данной выпускной квалификационной работы, является разработка проекта локальных очистных сооружений гальванических сточных вод предприятия ООО «Юргинский машзавод» для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Поставлены следующие задачи:

- провести анализ существующих методов очистки гальванических сточных вод;

- оценить эффективность существующего оборудования;
- разработать технологическую схему с расчетом основных элементов очистных сооружений;
- рассчитать эколого-экономические показатели от внедрения очистных сооружений.

Очистка гальванических сточных вод ООО «Юргинский машзавод» планируется с помощью комплекса очистных сооружений, состоящего из узла корректировки значений pH, электрокоагулятора для перевода тяжелых металлов в нерастворимую форму; узел разделения суспензии, представляющий собой отстойник с тонкослойными модулями для осаждения образовавшихся гидроксидов; узел тонкой фильтрации и осветления сточной воды; узел обезвоживания осадка.

В данной работе спроектирована установка очистки гальванических сточных вод с заданной проектной производительностью 64 м³/сут. В работе представлены технологическая схема очистки стоков и ее описание. Исходя из состава и расхода гальванических сточных вод, с учетом необходимой степени очистки выполнен расчет основных технологических параметров, рассчитан основной аппарат – электрокоагулятор, отстойник с тонкослойными модулями и подобрано соответствующее вспомогательное оборудование.

Основными преимуществами данной установки являются: глубокая очистка до нормативов предельно допустимых концентраций рыбохозяйственных водоемов.

В разделе финансовый менеджмент ресурсосбережение, ресурсоэффективность произвести расчет платы за сбросы загрязняющих веществ в водный объект, рассчитать величину предотвращенного экологического ущерба.

В разделе социальная ответственность проекта проанализировать опасные и вредные производственные факторы рабочего места оператора очистных сооружений ООО «Юргинский машзавод».

1 Обзор и анализ существующих методов очистки гальванических сточных вод

1.1 Метод электрокоагуляции

Очистка сточных вод методом электрохимической коагуляции включает их электролиз с использованием стальных анодов, подвергающихся электрическому растворению, в случае необходимости корректировку величины pH обработанной воды с помощью щелочных реагентов и осветление обработанной воды [2].

Электрохимическая обработка сточных вод осуществляется в результате пропускания через них постоянного электрического тока в открытых или снабженных крышками без диафрагменных электролизных ванн (электролизерах), в которых размещены попеременно чередующиеся стальные пластинчатые электроды и другие (катоды и аноды). Очистка сточных вод от соединений, шестивалентного хрома основана на химическом восстановлении бихромат и хромат ионов ионами двухвалентного железа, образующимися при электролитическом растворении анодов и в результате катодного восстановления Fe^{+3} ионов. Степень восстановления Cr^{+6} в Cr^{+3} и время обработки сточных вод определяется общим количеством пропущенного через них электричества, а также некоторыми факторами (величина pH исходных сточных вод, их исходный химический состав, состояние поверхности анодов и т.д.).

Метод электрохимической коагуляции рекомендуется применять при расходе сточных вод не более 50 м³/ч. Наиболее целесообразно его использование при исходной концентрации шестивалентного хрома до 100 мг/л и исходной величине pH сточных вод 3,5 – 7 без смешивания с другими видами сточных вод.

Применение этого метода при исходной концентрации шестивалентного хрома от 100 мг/л и выше нецелесообразно в связи с необходимостью введения

в обрабатываемую воду депассивных добавок, возрастанием удельных расходов металла и электроэнергии, значительным увеличением токовой нагрузки на электролизер, что связано с возрастанием количества выделяющегося водорода или увеличением времени обработки сточных вод, а это, в свою очередь, ведет к увеличению габаритов электролизеров.

В процессе электролиза сточных вод происходит повышение величины рН, которое зависит от исходной величины рН сточных вод, а также исходной концентрации в них шестивалентного хрома и может составлять 1 – 4 единицы рН.

В результате электрокоагуляционной очистки сточных вод от шестивалентного хрома и ионов тяжелых металлов происходит некоторое снижение электропроводности воды и ее общего солесодержания. После электрохимической обработки в оптимальном технологическом режиме и последующего осветления сточные воды практически не содержат хромат-ионов, а остаточные концентрации в них ионов трехвалентного хрома, двухвалентного железа, меди и цинка обычно не превышают допустимых норм для сброса в городскую канализацию.

1.2 Метод гиперfiltrации

Обратным осмосом (гиперfiltrацией) называется процесс разделения, заключающийся в продавливании раствора через полупроницаемые мембраны, которые пропускают растворитель и задерживают растворенные вещества [3].

Обратный осмос качественно отличается от известного в практике водоподготовки и химической технологии процесса фильтрования. При фильтровании природных и сточных вод, представляющих гетерогенные системы, обычно необходимо задерживать взвешенные частицы различной степени дисперсности (диаметром не менее 10 нм). Обратноосмотической обработке подвергаются в основном гомогенные системы – истинные растворы, в которых задерживаемое вещество представлено в виде молекул и ионов. Эта

характерная особенность обуславливает различия как по типу фильтрующих сред, так и по величине давлений, под действием которых идут процессы. Величина пор в обратноосмотических мембранах значительно меньше, чем в средах, применяемых для фильтрования, что обуславливает значительные потери напора при продавливании даже дистиллированной воды [4]. При продавливании раствора через полупроницаемые мембраны возникает (практически отсутствующая при фильтровании) дополнительная противодействующая сила – разность осмотических давлений исходного раствора и фильтрата, величина которой может быть соизмерима с величиной рабочего давления, действующего на исходный раствор.

Принципиальное различие процессов фильтрования и обратного осмоса заключается также в том, что в первом процессе извлекаемые из воды частицы остаются либо на поверхности, либо в объеме фильтрующей среды, которую или периодически меняют (например, патронные и намывные фильтры), или очищают обратной промывкой (например, песчаные фильтры). В противоположность этому задерживаемые вещества в идеале не должны сорбироваться ни на поверхности, ни в объеме обратноосмотических мембран (образование осадков на мембранах – процесс – вторичный и вредный, препятствующий нормальному разделению растворов). Так как сорбция (удерживание) растворенного вещества мембранами практически отсутствует, необходимо постоянное его удаление от поверхности мембран; в противном случае у поверхности мембран будет происходить его накапливание, которое сопровождается повышением осмотического давления раствора. В случае идеальной полупроницаемости мембран при достижении осмотическим давлением величины, равной приложенному гидростатическому давлению, движущая сила процесса станет равной нулю, и процесс прохождения растворителя прекратится. При неполном задержании растворенного вещества мембраной его количество у поверхности увеличится и приведет к увеличению его проникновения в фильтрат. Рост концентрации растворенного вещества у поверхности мембран прекратится в этом случае при достижении равенства

солевых потоков, направленных к мембране и от нее. Таким образом, если растворенное вещество от поверхности неидеальной полупроницаемой мембраны не отводится, то процесс продавливания раствора не прекратится, однако концентрация растворенных веществ в фильтрате станет равна их концентрации в исходном растворе.

Величина осмотического давления раствора зависит от природы растворенного вещества, его концентрации и температуры раствора, причем, с ростом последних, осмотическое давление также увеличивается.

При обратноосмотическом обессоливании воды из-за предпочтительного переноса растворителя через полупроницаемую мембрану у ее поверхности увеличивается концентрация растворенных веществ по сравнению с их содержанием в исходном растворе [5]. При этом устанавливается такой градиент концентрации растворенных веществ в напорной камере аппарата, который обеспечивает динамическое равновесие между подводом веществ к мембране и удалением их вследствие конвективной и молекулярной диффузии.

Составляющая градиента концентрации растворенного вещества, перпендикулярная поверхности мембраны, вызывает явление, получившее название концентрационной поляризации. Наряду с этим в обратноосмотических аппаратах появляется составляющая градиента концентрации, направленная вдоль поверхности мембран, это связано с тем, что при движении вдоль поверхности мембраны часть воды фильтруется через нее и концентрация растворенных веществ в растворе увеличивается. Последнее явление называется концентрированием растворов.

Оба описанных явления (концентрационная поляризация и концентрирование растворов) обязательно сопутствуют обратноосмотическому разделению растворов, однако роль их при обессоливании природных и сточных вод различна.

Концентрационная поляризация во всех случаях является отрицательным фактором и оценивается величиной, называемой уровнем концентрационной поляризации:

$$\Gamma = C_m/C, \quad (1)$$

где C_m – концентрация растворенного вещества у поверхности мембраны;
 C – концентрация растворенного вещества в растворе.

Величина Γ всегда больше единицы, поскольку концентрационная поляризация вызывает увеличение концентрации растворенных веществ около поверхности мембраны. Это обстоятельство вызывает рост солесодержания фильтрата, что вытекает из уравнения (1), а также создает возможность образования осадков труднорастворимых веществ на поверхности мембраны. Осадкообразование ведет к дальнейшему развитию концентрационной поляризации, т.е. к увеличению Γ , так как в слое осадка затруднены перемешивание раствора и диффузия растворенных веществ.

Связанное с концентрационной поляризацией увеличение значения C_m вызывает также снижение скорости фильтрования раствора через полупроницаемые мембраны, так как при этом наблюдается рост осмотического давления и, как следствие, снижение действующей силы процесса. Кроме того, образование осадка на поверхности мембран вызывает снижение их производительности из-за появления дополнительного гидравлического сопротивления.

Концентрирование раствора в процессе обратного осмоса используется при обессоливании сточных и технологических вод. Концентрирование позволяет значительно уменьшить объем вод, подлежащих дальнейшей обработке, или получить раствор с таким содержанием ценных веществ, что он может быть повторно использован в технологическом процессе. Однако в некоторых случаях концентрирование раствора может стать отрицательным фактором. Так, например, в неправильно сконструированном или собранном

обратноосмотическом аппарате могут возникнуть застойные зоны, в которых практически разделяемый раствор не будет двигаться вдоль поверхности мембран [6]. Это приведет к увеличению в застойных зонах концентрации растворенных веществ, которые вызовут неблагоприятные явления, описанные ранее. Несмотря на схожесть этого явления (а также и его последствий) с явлением концентрационной поляризации, их нельзя считать идентичными, поскольку способы их устранения различны.

1.3 Метод ионного обмена

Метод ионного обмена заключается в фильтровании обрабатываемых сточных вод через слой зернистого материала, способного обменивать часть своих ионов на ионы, растворенные в воде. В качестве зернистого Материала используются синтетические смолы – иониты. Ионообменная очистка особенно эффективна для слабо концентрированных растворов.

В настоящее время разработан ряд отечественных ионитов, обладающих высокой степенью очистки. Из анионитов наиболее эффективны смолы АВ-17 и АВ -28 в С1 форме. Сорбционная емкость этих анионитов составляет 12 – 13 % массы смолы. Известны стирольные аниониты в ОН форме, предназначенные для сорбции хроматов. Аниониты АВ-17 и АВ-28 используются при концентрации бихромат - ионов в исходном растворе до 200 мг/л. Трехвалентный хром, присутствующий в растворах в виде катиона, может быть удален на катионитовых фильтрах КБ-4П, КУ-21, КУ-2. Регенерация Н-катионовых фильтров осуществляется слабым раствором соляной или серной кислоты[7]. Эффективным средством увеличения глубины регенерации ионитов является применение ультразвука, при использовании которого можно значительно повысить сорбционную емкость.

При применении ионообменного метода необходимо учитывать следующие факторы: метод ионного обмена обеспечивает сокращение водопотребления предприятия; возможность возврата хрома, цинка и других

металлов в производство; глубокую очистку сточных вод и подачу в цех гальванопокрытий воды высокого качества, значительно превышающего качество воды городского водопровода.

Метод хорошо зарекомендовал себя при обезвреживании промывных сточных вод с небольшими концентрациями загрязнения и может быть применен для очистки от солей хрома, тяжелых металлов, а также доочистки сточных вод после реагентной очистки.

Большинство ионитов выпускается и хранятся во влажном состоянии или под слоем воды. В связи с этим зимой они должны транспортироваться в отапливаемых вагонах и храниться в теплых помещениях. Если перед загрузкой окажется, что ионит высох, его предварительно замачивают в 20 % растворе хлористого натрия.

При переходе ионитов из рабочей формы в солевую происходит изменение объема ионита (дыхание слоя), который для ионитов гелиевой структуры составляет 10 – 15 %, макропористой – 10 %.

Определение суммарной площади фильтров производится по формуле:

$$F_{\text{сум}} = \frac{Q \cdot t \cdot \Sigma}{Z \cdot h \cdot E}, \quad (2)$$

где Z – число регенераций в сутки, следует принимать от 1 до 0,33;

h – высота слоя ионита, м;

E – обменная способность фильтрующего материала, гэкв/м³;

Σ – содержание катионов и анионов в воде, поступающей на фильтры;

Q – производительность установки, м³/ч;

t – числочасов работы установки в сутки.

Число регенераций фильтра с сильноосновным анионитом не должно превышать соответствующего числа для фильтра со слабоосновным анионитом.

Продолжительность регенерации не может превышать фильтр цикла соответствующего фильтра и определяется из соотношения:

$$\frac{F_{\text{сум}} \cdot h \cdot E}{Q \cdot \Sigma} \geq \left(\frac{l \cdot E}{1000 \cdot C \cdot \gamma \cdot V_1} + \frac{\lambda}{V_2} \right) h + t_B, \quad (3)$$

где l – принятый удельный расход реагента;

C – концентрация раствора реагента, подаваемого на фильтр;

γ – удельный вес реагента принятой концентрации;

V_1 – скорость пропуска раствора реагента;

V_2 – скорость отмывки;

λ – удельный расход воды на одну отмывку;

t_B – время взрыхления фильтра.

Регенерацию анионитов производят растворами щелочей 2 – 4 % концентрации. Регенерацию сильнокислотных катионитов производят растворами кислот 2 – 6 % концентрации.

При использовании растворов серной кислоты возможно загипсовывание катионита вследствие образования осадка гипса на гранулах. Во избежание этого проводят ступенчатую регенерацию с постепенным повышением концентрации серной кислоты от 1 до 6 %. Предпочтительно применение соляной кислоты. Регенерацию карбоксильных катионитов проводят в две стадии:

- обработка любой кислотой, любой концентрации;
- обработка катионита слабыми растворами щелочи.

Наиболее употребительны следующие скорости фильтрования:

- в процессе ионирования 10 – 30 м/ч;
- в процессе регенерации соляной кислотой и щелочью 3 – 4 м/ч, серной кислотой до 10 м/ч;
- при отмывке 5 – 7 м/ч;
- при взрыхлении 10 – 15 м/ч.

Таблица 1.1 – Удельный расход воды (ориентировочный) на собственные нужды

Наименование	Удельный расход воды, м ³ /м ³		
	На приготовление растворов	На отмывку продуктов регенерации	Итого
Катионит КУ-2 в Н форме	4	6,5	10,5
Катионит КУ-2 в Na форме	1,7	6	7,7
Сильноосновные аниониты типа АВ-17-8	2,5	12	14,5
Слабоосновные аниониты типа АН-31 в ОН форме	1,8	20	21,8

Таблица 1.2 – Последовательность операций и режим регенерации фильтров

Наименование фильтра	Наименование операции	Используемый реагент или раствор	Ориентировочная продолжительность, мин
Механический фильтр	Взрыхление	Очищенные сточные воды	6
	Отмывка		10 Итого: 16 (0,27 ч)
Катионитовый фильтр	Взрыхление	Очищенные сточные воды	15
	Регенерация	10 -% раствор серной кислоты	30
	Отмывка	Очищенные сточные воды	78 Итого: 126 (2,06 ч)
Анионитовый фильтр	Взрыхление	Очищенные сточные воды	15
	Регенерация	4% раствор NaOH	240
	Отмывка	Очищенные сточные воды	192 Итого: 447 (7,54 ч)

Очистка хромсодержащих сточных вод. На ионообменные установки целесообразно подавать сточные воды, содержащие не более 300 мг/л Cr^{+6} и не более 50 мг/л Cl^- иона. Схема должна содержать: усреднитель, механический

песчаногравийный фильтр, фильтр с активным углем, катионитовый фильтр, один – два анионитовых фильтра, сборник фильтрата.

В качестве загрузки катионитовых фильтров применяются смолы КУ-2-8 или КУ-23 в водородной форме. Для загрузки анионитовых фильтров могут быть, использованы: АВ-17-8, АВ-17-16, АВ-17П, АН-18-10Г, АВ-17-12П.

Количество анионитовых фильтров зависит от требуемого качества очистки сточных вод. Обычно устанавливают не менее двух последовательно соединенных фильтров [8]. Один или два фильтра служат для очистки воды от хромат- и частично сульфат- и хлоридионов, а добавочный фильтр предназначен для доочистки воды от сульфатов, хлоридов и других анионов.

Для получения воды высокого качества в установку может быть включен фильтр смешанного действия, на котором происходит удаление ионов калия, натрия и тех ионов, которые не сорбировались на предыдущем анионитовом фильтре. Для этих целей может быть использован анионит ЭДЭ – 10П.

Фильтр, загруженный смолой АВ-17, выводится на регенерацию при проскоке тона Cr^{+6} на уровне 0,05 – 0,1 мг/л, анионит ЭДЭ-10П – при проскоке Cl^- иона на уровне 0,05 мг-экв/л, фильтр смешанного действия – при $\text{pH}=6,5 < \text{pH} > 8,5$.

Регенерация Н- катионита проводится раствором соляной или азотной кислоты при скорости 2,5 – 3 м/ч, с использованием 2 – 4 эквивалентных объема кислоты [9].

Регенерацию анионита АВ-17 производят раствором едкого натра при скорости 1 м/ч, используя 2 – 5 эквивалентных объемов. Для сокращения расхода реагента рекомендуется частичное повторное использование щелочи или кислоты.

Очистка кислотно-щелочных сточных вод. Очистку промывных кислотно-щелочных сточных вод, содержащих не более 5 мг/л, рекомендуется производить по схеме, состоящей из механического фильтра, фильтра, загруженного активированным углем, катионитного фильтра (КУ-2-8, КУ-

23),анионитного фильтра 1-й ступени, для поглощения анионов слабых кислот (ЭДЭ -10п, АН-31, АН-18-10П, АН-221, АН-251) и анионитного фильтра 2-й ступени, для поглощения анионов сильных кислот (АВ-17-8) рисунок1.

Для обработки сточных вод, содержащих смеси кислот и их солей, рекомендуется принимать следующие схемы в зависимости от количества загрязнения (табл.1.3) и последовательности режима регенерации фильтров.

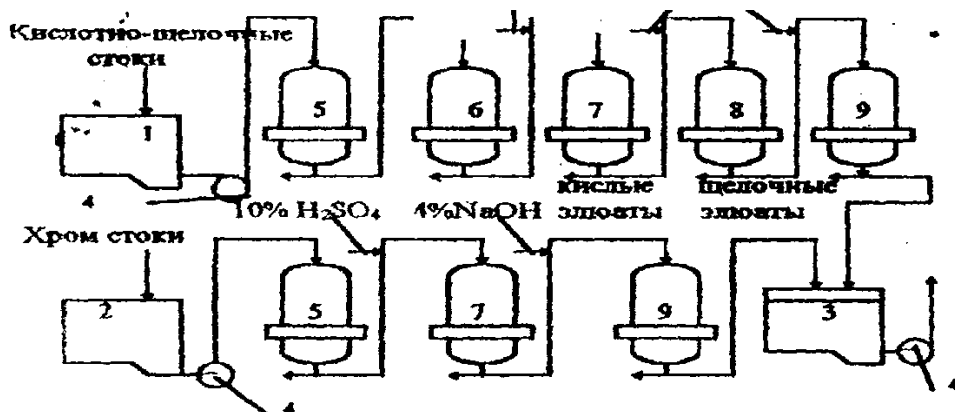


Рисунок 1 –Принципиальная схема очистки кислотно-щелочных хромосодержащих сточных вод методом ионного обмена:

1 – накопитель кислотно-щелочных сточных вод; 2– накопитель хромосодержащих сточных вод; 3 – накопитель обессоленной воды; 4 – насос; 5 – механический фильтр; 6 – фильтр с активным углем; 7 – фильтр катионитовый; 8 – фильтр анионитовый1-й ступени; (9 – фильтр анионитовый 2-й ступени).

Таблица 1.3 - Рекомендуемые схемы

Состав сточных вод	мг-экв/л	Рекомендуется схема установки
Смесь сильных кислот и солей	1,5	МФ-У-ФСД
Смесь сильных и слабых кислот и их солей	1,5	МФ-У-ФСД
Смесь сильных и слабых кислот и их солей	1,5-5	МФ-У-К-А ₁ -А ₂

В табл. 1.3 использованы следующие сокращения: МФ – механический фильтр; К – катионитовый фильтр с загрузкой ионитом типа КУ-2;А₁ – анионитовый фильтр с загрузкой ионитом типа АН-31, АН-221, АН-251;

ФСД – фильтр смешанного действия; А₂ –анионитовый фильтр с загрузкой ионитом типа АВ-17; У – фильтр с активированным углем.

1.4 Электрохимический метод

Электрохимический метод заключается в электролизе сточных вод без диафрагменном электролизере с использованием свинцовых анодов, которые не подвергаются электролитическому растворению.

На анодах в зависимости от солевого состава сточных вод и условий электролиза выделяются кислород и галогены, окисляются некоторые присутствующие в сточных водах ионы и органические вещества с образованием новых веществ и ионов [10]. Процесс осуществляется в присутствии ионов металлов с переменной валентностью. В этом случае достигается интенсификация катодного процесса восстановления Cr^{+6} до Cr^{+3} .

Применение этого способа экономически целесообразно для обработки сточных вод, содержащих более 2 г/л шестивалентного хрома. Исходная величина рН должна быть не более 1,5. Анодная плотность тока, при которой осуществляется процесс, равна 2 – 3 А/дм². Чтобы достигался высокий выход трехвалентного хрома по току (70 – 90 %), к обрабатываемым сточным водам добавляют 5 – 10 г/л ионов Fe^{+3} .

1.5 Биохимический метод

Для удаления из воды растворимых органических веществ наиболее часто применяют биохимическое их окисление в природных или искусственно созданных условиях.

В первом случае для этого используются почвы, проточные и замкнутые водоемы, во втором – построенные для очистки сооружения (биофильтры, аэротенки и другие окислители различных модификаций) [11]. Очистка сточных вод основана на способности специальной культуры микроорганизмов

использовать связанный кислород в своей жизнедеятельности в анаэробных условиях.

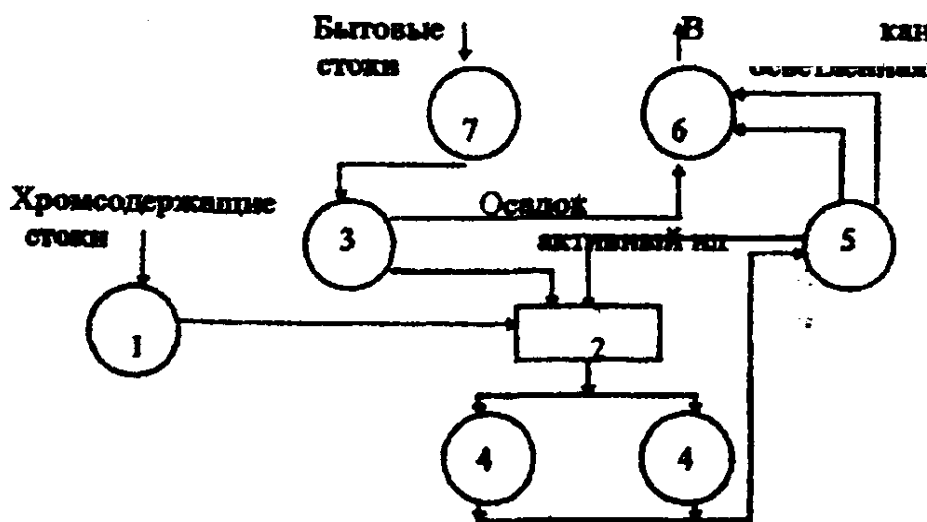


Рисунок 2—Одна из принципиальных схем очистки хромосодержащих сточных вод биохимическим методом:

1 – усреднитель - накопитель; 2 – камера смешения; 3 – отстойник;
4 – биовосстановитель; 5 – отстойник; 6 – сборный резервуар; 7 – станция перекачки.

Эта культура восстанавливает хромат- и бихромат ионы до гидроокиси хрома. Время восстановления составляет трое суток при соотношении 1г хромата калия на 1г сухого вещества бактериальной биомассы. Микроорганизмы способны адаптироваться к условиям среды, т.е. к составу и концентрации в ней загрязнения, а также к температуре и активной реакции воды.

Производственные сточные воды очищают в смеси с хозяйственными сточными водами в соответствии 1:1,5 –1:2. Смесь сточных вод обезвреживается в резервуаре - биовосстановителе, где во взвешенном состоянии находится специально выращенный, адаптированный к Cr^{+6} активный ил, доза которого составляет примерно 7г/л, рН 7 – 8. Время пребывания сточных вод в биовосстановителе составляет 1 – 2 ч. В обработанных сточных водах Cr^{+6} отсутствует.

Очищенная сточная жидкость после предварительной доочистки может быть направлена для повторного использования на технические нужды предприятия[12].

1.6 Сорбционный метод

Сорбционный метод заключается в фильтровании хромсодержащих предварительно подкисленных сточных вод через активный уголь марки ВАУ.

Подкисление выполняют серной кислотой до pH, равном 1,5 – 2. На активном угле Cr^{+6} восстанавливается до Cr^{+3} . Трехвалентный хром сорбируется активным углем. Очищенная вода характеризуется величиной pH 3 – 4 и отсутствием хрома [13]. Регенерацию сорбента производят серной кислотой, образующейся при этом элюат содержит Cr^{+3} в виде $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$.

При регенерации адсорбента 15 %-ной едкой щелочью, полученный элюат содержит CrO_4^{2-} иона в виде Na_2CrO_4 . После регенерации адсорбент отмывают водопроводной водой до pH 7 – 8.

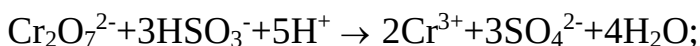
Скорость фильтрования и значение pH при обезвреживании шестивалентного хрома следует принимать при концентрации Cr^{+6} до 5 г/л: 7м/ч, pH = 2; при концентрации Cr^{+6} до 30 г/л, 2 – 4м/ч, pH = 1,5; при концентрации Cr^{+6} до 150г/л, 0,1м/ч, pH =1 соответственно.

Очищенная на адсорбционной установке вода после корректировки величины pH может быть повторно использована для промывных операций.

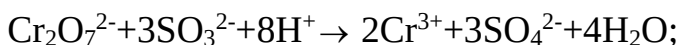
1.7 Реагентный метод

Очистка хромсодержащих сточных вод. Реагентный метод обезвреживания сточных вод, содержащих Cr^{+6} , производится путем перевода в трехвалентные соединения хрома, затем в виде гидроксидов выводится в осадок. Доза реагента рассчитывается на основании химических реакций:

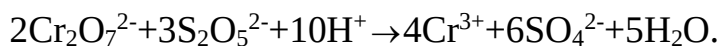
- восстановление бисульфитом натрия (NaHSO_3):



- восстановление сульфитом натрия (Na_2SO_3):



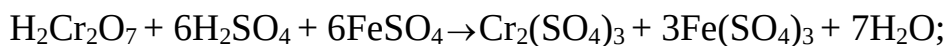
восстановлением пиросульфатом натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$):



По стехиометрическому расчету на восстановление 1 мг Cr^{+6} требуется 3 мг бисульфита натрия. Фактическое количество зависит от концентрации хрома и pH среды.

При применении в качестве восстановителя гидросульфита натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ удельные дозы принимаются в 1,8 раза меньше, чем бисульфита натрия.

Восстановление Cr^{+6} железным купоросом FeSO_4 происходит в кислой, нейтральной и щелочной средах и протекает согласно уравнениям, в кислой среде:



в щелочной среде:



На восстановление Cr^{+6} железным купоросом на каждый 1 мг требуется 16 мг $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Применение железного купороса в большинстве случаев нецелесообразно.

Реагенты вводятся в очищаемую сточную воду в виде 10 % водных растворов. Для обеспечения более интенсивного контакта очищаемых сточных вод с растворами серной кислоты и реагента следует предусматривать камеры перемешивания.

Для оптимальных условий время контакта очищаемой воды с реагентами составляет 5 мин.

Полнота обезвреживания сточных вод определяется отсутствием в них соединений шестивалентного хрома [14]. Последующая очистка идет на общей установке по нейтрализации сточных вод.

Реагентная очистка хромсодержащих сточных вод может быть выполнена на установках периодического и непрерывного действия.

Технология очистки на установках периодического действия заключается в следующем: хромсодержащие сточные воды из цеха поступают в усреднитель - накопитель, из которого они подаются в реактор. При pH

сточных вод более 3 в реактор при интенсивном перемешивании вводится раствор серной кислоты. После доведения pH сточных вод до 2,5 – 3 в реактор подается 10 % раствор бисульфита натрия или другого восстановителя для восстановления Cr^{6+} до Cr^{+3} , после обезвреживания сточные воды подаются на общую установку нейтрализации для дальнейшей очистки. Принципиальная технологическая схема обезвреживания хромосодержащих сточных вод представлена на рисунк 3.

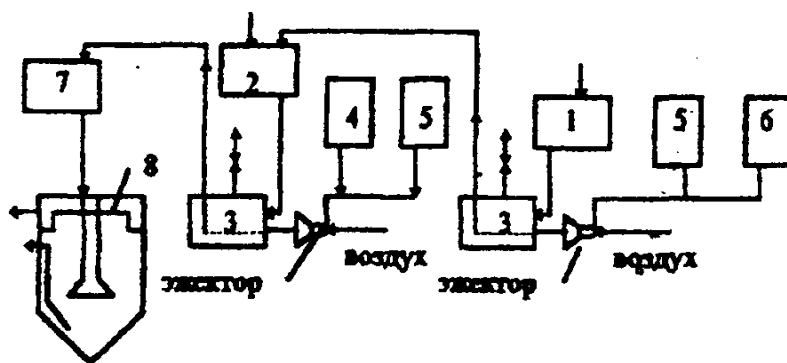
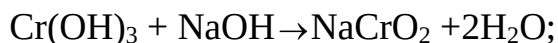


Рисунок 3 –Принципиальная технологическая схема обезвреживания хромосодержащих сточных вод:

1 – накопитель хромосодержащих сточных вод; 2 – накопитель кислотно-щелочных сточных вод; 3 – реактор; 4 – щелочь; 5 – кислота; 6 – восстановитель; 7 – регулирующий бак; 8 –отстойник.

Полезную рабочую емкость камеры реакции рекомендуется принимать равной 30 – минутному расчетному расходу сточных вод. Для осаждения $\text{Cr}(\text{OH})_3$ оптимальная величина pH составляет 8,5 - 9,0.

Гидроксид трехвалентного хрома обладает амфотерными свойствами и при $\text{pH} = 12$ растворяется в избытке щелочи с образованием хромитов:



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

Очистка цианосодержащих сточных вод производится «активным хлором» в щелочной среде путем окисления цианидов до цианатов, далее до карбонатов и аммония или окисляется до N_2 и CO .

1.8 Рекомендуемые методы очистки сточных вод гальванических производств

В настоящее время не существует единого метода очистки по всем видам загрязнения. Очистка сточных вод ведется суммой различных методов, т.к. появляются новые вещества, новые технологические процессы, при которых возникают новые композиции.

Выбор метода зависит от состава сточных вод, концентрации загрязнений, необходимости и возможности повторного использования очищенной воды, режима поступления [15]. Выбор схемы очистки необходимо решать в зависимости от объема сточных вод, требований и надежности системы, утилизации ценных компонентов. Схема очистки может быть периодического действия, непрерывного действия, смешанная. Выбор схемы определяется методом очистки и объемом сточных вод.

Метод электрохимической коагуляции наиболее целесообразно применять при исходной концентрации шестивалентного хрома до 100 гм/л и исходной величине рН сточных вод 3,5 – 7 без смешивания с другими видами сточных вод.

Для реагентного метода очистки периодическая схема может быть рекомендована при объеме сточных вод 10 – 30 м³/ч. При большей производительности рекомендуется смешанная или непрерывная схема очистки.

Выбор метода и схемы очистки сточных вод должен проводиться с учетом сравнения технико-экономических показателей различных вариантов, при этом необходимо учитывать:

- возможность блокировки сооружений;
- дополнительные требования местных органов надзора;
- возможность использования отработанных электролитов на собственные нужды станции очистки;
- качественный и количественный состав по каждому виду сточных вод;

- возможность повторного использования очищенной воды;
- место выпуска сточных вод;
- возможность получения заказчиком необходимых реагентов;
- взаимочистка;
- утилизация;
- разделение сточных вод по потокам;
- создание безотходной технологии.

Таблица 1.4 – Выбор рекомендуемого метода очистки гальванических сточных вод

Наименование сточных вод	Сорбционный метод	Реагентный метод	Ионо-обменный метод	Электро-химический метод	Гипер-фльтрация	Биологическая очистка
Цианосодержащие сточные воды	–	$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CN}^- > 1 \text{ г/л},$ $\text{O}_2 \rightarrow \text{CN}^- \leq 35 \text{ мг/л}$	–	$\geq 200 \text{ мг/л}$	–	+
Хромосодержащие Cr^{6+}	$< 150 \text{ г/л}$	$> 100 \text{ мг/л},$ $< 1000 \text{ мг/л}$	$\leq 300 \text{ мг/л},$	$Q \leq 50 \text{ м}^3/\text{ч},$ $\leq 100 \text{ мг/л},$ $\text{pH } 3,5-7$	$> 100 \text{ мг/л}$	$< 100 \text{ мг/л}$
Кислотнощелочные сточные воды	–	–	$< 10 \text{ мг} \cdot \text{экв/л}$	–	–	+
Медь-содержащие	–	$< 10 \text{ г/л}$	–	–	–	+
Сточные воды, содержащие фториды	–	$> 50 \text{ мг/л}$	–	$< 100 \text{ мг/л}$	–	–
Никельсодержащие сточные воды	–	$< 100 \text{ мг/л}$	–	–	–	+
Цинкосодержащие сточные воды	–	$< 100 \text{ мг/л}$	–	–	–	+

Для данного предприятия по характеристикам очистки, экономическим показателям более целесообразно применять электрокоагуляционный метод очистки [16].

2 Воздействие гальванического производства на окружающую среду

2.1 Характеристика материалов и процессов, применяемых при нанесении гальванопокрытий

В технологических циклах большинства машиностроительных, металлообрабатывающих, приборостроительных, ремонтных и других предприятий широко применяют гальванические покрытия – электроосаждаемые металлические покрытия, наносимые на поверхность металлических изделий, а также полуфабрикатов-листов, труб, проволоки и т.п. Гальванические покрытия применяются для повышения коррозионной стойкости, износоустойчивости и улучшения декоративного вида изделий. Гальванические покрытия наносят водными растворами или растворами расплавленных солей с помощью электрического тока.

Технологический процесс нанесения гальванических покрытий состоит из следующих операций:

- Подготовка (очистка) поверхности металла перед покрытием:

- а) механическим путём (шлифование и полирование, пескоструйная обдувка, зачистка шлифовальной шкуркой);

- б) химическое и электрохимическое обезжиривание изделий в растворителях или в растворах щелочи или солей щелочных металлов, а также удаление окислов в растворах кислот.

- Операция нанесения покрытия.

- Последующая обработка поверхности деталей после покрытия: полирование лицевой части поверхности при декоративном покрытии, осветление покрытия в специальных растворах, окрашивание и т.д.

- Контроль покрытий: по внешнему виду, на толщину слоя и пористость покрытия, по размерам, на механические свойства и др.

Рассмотрим основные виды гальванопокрытий.

Цинкование. Применяется для защиты черных металлов от коррозии. Цвет осадка цинка светло-серый, со временем темнеет, и потому цинк не обеспечивает декоративного вида изделия [17]. В воде при температуре выше 65 – 70°C защитные свойства цинка резко падают. На холоде он хрупок. Легко разрушается щелочами и кислотами. Это наиболее дешёвый и эффективный метод защиты чёрных металлов от коррозии. Покрытие цинком создаёт анодную защиту для стали и многих других металлов, а потому срок службы цинковых покрытий обуславливается их толщиной.

Цинкование возможно осуществить в цианистых, серноокислых и щелочных электролитах. Цианистые электролиты, отличающиеся высокой рассеивающей способностью, применяются для покрытия изделий, имеющих сложную форму. Вредными примесями в цианистом электролите являются: железо, свинец, мышьяк, сурьма, вредно также повышенное содержание карбонатов. Соли железа и свинца удаляют из электролита путём проработки постоянным током. Серноокислые электролиты применимы для покрытия изделий простой формы.

Меднение. Медь легко поддаётся воздействию сернистых, углекислых и хлористых соединений, находящихся в атмосфере или в воде, поэтому в качестве самостоятельного антикоррозионного или декоративного покрытия медь, как правило, не применяется. Покрытие создает катодную защиту для черных металлов.

Электролиты для меднения по своему составу разделяются на цианистые и кислые. Из кислых наиболее совершенными признаны серноокислые. Цианистые электролиты характеризуются высокой рассеивающей способностью, возможностью непосредственного меднения в них стали и тем, что медное покрытие в этих электролитах образуется в результате разряда одновалентных ионов меди. Кислые и серноокислые ванны имеют низкую рассеивающую способность, не позволяют осаждать доброкачественную медь непосредственно на сталь, образование медного осадка в этих электролитах образуется в результате разряда двухвалентных ионов меди.

Никелирование. Никелирование широко применяется при защитно-декоративных покрытиях изделий машиностроения, приборостроения, а также предметов домашнего обихода. Покрытие катодное, в тонких слоях пористое и при защите стали наносится, как правило, на ранее полученный подслоя меди. На воздухе со временем тускнеет. Уксус и горячие жиры на поверхности никеля оставляют пятна [18]. Под действием светильного газа темнеет и приобретает тускло серый цвет. Для деталей оптических приборов получило распространение так называемое черное никелирование.

Применяют следующие три типа электролитов:

- для получения матовых покрытий,
- для получения блестящих покрытий,
- для черного никелирования.

Хромирование. Хром стоек против действия влажной атмосферы, азотной кислоты и растворов щелочей; растворим в соляной и горячей серной кислоте; длительное время сохраняет свой цвет и блеск. Осадки хрома пористы, электрохимической защиты не создают. Прочность сцепления хрома с основным металлом высокая. Шлифованием можно удалять часть толщины слоя хрома. Осажденные на хроме др. металлы имеют с ним слабое сцепление.

Коэффициент трения хрома сравнительно низкий. Покрытие хорошо выдерживает нагрузку, равномерно распределённую по их поверхности, но разрушаются под действием сосредоточенных ударов; при высоких температурах не смачивается расплавленными металлами. Хромирование сопровождается обильным выделением водорода на катоде. Это обуславливает иногда образование сквозных трещин в хромируемых изделиях. Поэтому хромировать пружины и подобные им изделия не рекомендуется.

В зависимости от назначения покрытия концентрацию электролита для хромирования и режим работы ванны варьируют в широких пределах. При хромировании применяют нерастворимые аноды - сплав свинца с сурьмой. В зависимости от режима хромирования свойства электроосажденного хрома резко меняются: он образуется блестящим, матово-серым или молочного цвета.

Концентрация электролита для хромирования, температура ванны и катодная плотность тока взаимно связаны между собой, определяют ход процесса хромирования и качество хромовых осадков.

2.2 Классификация отходов гальванического производства

Отходы гальванического производства условно можно разделить в зависимости от источников образования и от предполагаемой технологии их последующей переработки на несколько видов:

- отработанные концентрированные технологические растворы (электролиты нанесения покрытий, растворы снятия покрытий, щелочные и кислые травильные растворы и др.);

- промывные воды;

- гальванические шламы.

Все собираемые концентрированные растворы гальванического производства делятся на следующие основные группы и подгруппы (на основе преобладающих в них компонентов и технологии их последующей переработки):

- железо – и хромосодержащие электролиты, и растворы: хромосодержащие растворы, не содержащие органических соединений фтор-ионы; фторсодержащие растворы; растворы, содержащие органические добавки; растворы от операций железнения;

- никельсодержащие растворы: растворы химического никелирования; фторсодержащие растворы; растворы электрохимического никелирования;

- кадмий содержащие растворы: аммиак содержащие растворы; без аммиачные растворы;

- оловосодержащие растворы: растворы кислого оловянирования; растворы щелочного оловянирования;

- свинец содержащие растворы;

- растворы, содержащие бор фтористоводородную кислоту и ее соли;

- медьсодержащие растворы: растворы кислого меднения; растворы пир фосфатного меднения; аммиак содержащие растворы; растворы химического меднения; растворы на основе хлорного железа;

- цинксодержащие растворы: растворы после кислого цинкования; растворы после щелочного цинкования; фосфорсодержащие растворы.

Промывные стоки по химическому составу и по способу их дальнейшей очистки делятся на три типа: хромосодержащие; цианосодержащие; кислотнo-щелочные[19].

Шламы, получаемые на заводских очистных сооружениях после обезвреживания сточных вод, делятся на следующие основные группы:

- осадитель – известковое молоко (кальцийсодержащие);
- осадитель – щелочь, сода (натрийсодержащие);
- шламы, получаемые в процессе электрокоагуляционной очистки и при использовании железосодержащих реагентов (железосодержащие).

Обработка отработанных электролитов. Постепенное накопление в электролитах ионов посторонних металлов (в случае блестящего никелирования, например, ионов меди, свинца), а также механических и других загрязнений оказывает неблагоприятное воздействие на качество покрытия. Отработанные электролиты могут быть обработаны с получением различного конечного результата. Наиболее желательным является регенерация раствора, восстановление его работоспособности [20]. Если регенерация экономически не выгодна или не решена технически, следует проводить обработку раствора с целью утилизации ценных веществ, в первую очередь цветных металлов. В крайнем случае производится обезвреживание растворов с целью исключения загрязнения окружающей среды.

В промышленно развитых странах извлечением и утилизацией ценных веществ из отработанных электролитов занимаются более пятидесяти фирм. Чаще всего применяются электрохимические методы извлечения металлов, а также реагентные, ионообменные и другие.

Регенерация органических растворителей, применяемых для обезвреживания, осуществляется путем дистилляции и методом ректификации. Для очистки некоторых органических растворителей разработаны также адсорбционные методы.

Водно-моющие растворы обезжиривания регенерируются реагентными, физическими и электрохимическими способами [21]. Все перечисленные методы регенерации отработанных растворов обезжиривания у нас в стране не нашли распространения главным образом из-за сравнительно низкой стоимости растворов обезжиривания и небольших их объемов в гальвано производстве. Загрязненные растворители в большинстве случаев сжигаются.

Регенерация электролитов для нанесения гальванопокрытий осуществляется, в основном, непрерывной или периодической фильтрацией, селективной очисткой от примесей посторонних металлов, сорбционным удалением продуктов распада органических веществ или путем их окисления.

Ионы тяжелых металлов из электролитов цинкования удаляются длительной переработкой электролитов током или цементацией. Для удаления примесей Cr (VI) вводятся восстановители. Fe (II) удаляется вводом перекиси водорода. Также переводятся вредные примеси Sn(II) в Sn(IV). Для снижения жесткости вводится реактив трилон Б. Ионы тяжелых металлов из цианистых электролитов цинкования удаляются при помощи сульфида натрия.

Органические примеси электролита цинкования окисляются перекисью водорода или фильтрованием через механический фильтр с активированным углем. Избыток карбонатов в цианистых электролитах цинкования удаляется добавлением цианида, оксида бария или кальция. В больших ваннах применяют вымораживание.

В сернокислых электролитах меднения накапливающаяся закисная медь удаляется путем обработки раствора в ваннах с нерастворимыми анодами. Некоторые примеси (например, Fe) удаляются смесью $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{Cl}$ или реверсивным током (As, Sb, Bi). Органические примеси окисляются перекисью водорода или удаляются активированным углем. Избыток Cl-ионов удаляется

вместе с закисью меди в виде нерастворимого CuCl_2 . Для перевода дицианата в цианид в цианистых электролитах применяется сульфит натрия. Избыток карбонатов в цианистых электролитах устраняется добавлением оксида бария или вымораживанием. Кроме того, железо может быть удалено в виде гидроксида после его предварительного окисления, медь – путем контактного осаждения на стальных листах или цементацией при помощи угольного порошка. Примеси цинка и алюминия могут быть удалены подщелачиванием раствора до pH 5,6 – 6,5.

Разработан метод очистки сульфатных электролитов никелирования от Cu, Fe, Zn, Pb, Cd, Co, As при помощи триалкилбензиламмонийхлорида в полиалкилбензоле. Органические примеси удаляются так же, как в электролитах цинкования и меднения [22]. Коллоидные частицы удаляются при помощи водорастворимых полимеров.

В электролитах лужения ионы Sn^{4+} восстанавливаются добавлением металлического олова, ионы Cl^- удаляются при помощи сернокислого серебра, ионы Cu^{2+} – сульфоксидом формальдегида натрия или проработкой током. Избыток органических веществ удаляется фильтрованием через активированный уголь, избыток ионов щелочных металлов – путем электродиализной обработки. Органические примеси из электролита серебрения удаляются обработкой перекисью водорода и фильтрацией через активированный уголь. Избыток карбонатов удаляется путем вымораживания.

3 Характеристика предприятия-завода как источника загрязнения окружающей среды

3.1 Общие сведения о предприятии

Основной вид деятельности Юргинского машиностроительного завода является: производство подъемно – транспортного оборудования; металлургическое производство (выплавка чугуна, стали в электросталеплавильных и мартеновских печах), производство и передача электроэнергии тепловыми электростанциями; производство машин для добычи полезных ископаемых; транспортировка и продажа питьевой воды, технической воды, кислорода, ацетилен, сжатого воздуха, углероды; ремонт технологического оборудования (станков, грузоподъемных механизмов, зуборезного оборудования); изготовление нестандартного оборудования, испытательных стендов.

3.2 Характеристика предприятия и его месторасположение

ООО «Юргинский машзавод» располагается в северной части Кемеровской области. Основная производственная площадка располагается на расстоянии 2,5 км к северу от жилой зоны г. Юрга; вспомогательная – около 3 км к западу от жилой зоны Юрги.

На территории основной промплощадки размещены все производственные подразделения ООО «Юргинский машзавод». Вспомогательная площадка в настоящее время представляет собой складское хозяйство, используемое для хранения выведенного из эксплуатации оборудования, и служит местом расположения накопителя жидких производственных отходов (шламы гидрофильтров окрасочных камер, отработанные СОЖ и эмульсии, подтоварная вода, техническая вода, загрязненная нефтепродуктами, водомаслянистая эмульсия компрессорных

станций). Доставка отходов производится автомобильным транспортом предприятия.

Накопитель представляет собой котлован, изолированный полиэтиленовой пленкой, объемом 12 000 м³.

Территория испытательной площадки по периметру имеет ограждение. Твердые покрытия в пределах огороженного участка отсутствуют. Растительность представлена лиственными деревьями, дикорастущими травой и кустарником. Для выпаса скота не используется.

Слив жидких отходов производится из ассенизационной машины при помощи гофрированного шланга в бетонированный желоб и далее по желобу – в котлован накопителя, что обеспечивает защиту почвенного покрова от контакта с отходами.

Загрязнения прилегающего к накопителю почвенного покрова участка территории при выгрузке и хранении жидких отходов не происходит.

Так же к предприятию относится гидрозолоотвал ТЭЦ который представляет собой отстойник, для осаждения из циркулирующей воды взвешенных частиц, системы водоснабжения ТЭЦ.

Предназначен для размещения шлаков от сжигания углей, карбидного ила производства ацетилена.

Золошлаковые отходы транспортируются на гидрозолоотвал по напорному пульпопроводу. После отстаивания в чаше гидрозолоотвала осветленная вода подается насосами на ТЭЦ для повторного использования на удаление золошлаковых отходов от котлоагрегатов.

Твердые покрытия участка отсутствуют. Растительность прилегающей к золоотвалу территории представлена дикорастущими травой и кустарником. Для выпаса скота не используется.

При правильной эксплуатации гидрозолоотвала загрязнение прилегающей территории размещаемыми на объекте отходами исключено.

С северной стороны к ограждению промплощадки предприятия примыкает шлакоотвал.

Шлакоотвал используется для размещения твердых отходов 4-го и 5-го классов опасности (металлургические шлаки, отработанная формовочная земля, шламы газопылеочистных сооружений, бой кирпича). Представляет собой насыпь конусовидной формы с площадью основания 6,2 га.

В 50 метрах к северу от основания шлакоотвала протекает русло реки Юргинка. В 150 метрах к северу от шлакоотвала (между ограждением промплощадки ООО «Юргинский машзавод» и ООО «Юргинские абразивы») находятся насыпь Западно-Сибирской ж/д магистрали.

Поверхность участка территории, ограниченного с севера железнодорожной насыпью и с юга телом шлакоотвала, имеет почвенное покрытие.

Для выпаса скота и возделывания сельскохозяйственных культур участок не используется ввиду пресеченного рельефа местности и отсутствия удобных путей доступа.

В настоящее время на предприятии организована постоянная разработка шлакоотвала с вывозом металлургического шлака, отработанной формовочной земли и металлолома – поэтому непосредственное загрязнение прилегающей территории складываемыми отходами исключено.

Расстояние площадки завода от водотоков:

- основная промплощадка – река Юргинка 150 - 200м, река Томь -2,5 - 3,0 км;
- вспомогательная площадка – река Юргинка 2,5 - 3 км; река Томь 4 – 5 км.

На основной промплощадке размещены все производственные подразделения.

Основными видами деятельности предприятия являются:

- производство горношахтного оборудования;
- грузоподъемных машин;
- металлургическое производство (выплавка чугуна, стали в электроплавильных и мартеновских печах);

- выработка тепловой и электрической энергии.

3.3 Краткая природно-климатическая характеристика района размещения предприятия

Климат района размещения ООО «Юргинский машзавод» характеризуется повышенной влажностью. Средняя минимальная температура наиболее холодного месяца минус 22, °С.

Средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца - плюс 23,8 °С.

Среднегодовая скорость ветра 4,0 м/с. Скорость ветра, вероятность превышения которой составляет 5 % равна 15 м/с.

Среднегодовое количество осадков 536 мм.

Повторяемость направления ветра и штилей, средние скорости ветра представлены в таблицах 3.1, 3.2.

Таблица 3.1 – Повторяемость направления ветра

Румбы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Повторяемость, %	7	8	4	8	26	24	14	9	4

Таблица 3.2 – Средние скорости ветра

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
Средняя скорость.	4,4	4,5	4,4	3,9	4,1	3,8	3,2	3,2	3,5	4,0	4,5	4,5	4,0

Фоновые концентрации загрязняющих веществ в атмосфере района размещения предприятия ООО «Юргинский машзавод» приняты по данным ГУ Кемеровского областного ЦГМС и имеют следующие значения, приведенные в таблице 3.3.

Из анализа фоновых концентраций следует, что превышения предельно-допустимых концентраций в атмосфере в районе размещения объекта ни по одному из ингредиентов не наблюдается.

Таблица 3.3 – Фоновые концентрации загрязняющих веществ в атмосфере района размещения предприятия

Наименование ингредиента	ПДК максимальная разовая для населенных пунктов, мг/м ³	Фоновая концентрация	
		мг/м ³	в долях ПДК
Взвешенные вещества	0,5	0,19	0,38
Диоксид серы	0,5	0,020	0,04
Диоксид азота	0,2	0,061	0,305
Оксид углерода	5,0	2,0	0,4

Естественный ненарушенный рельеф местности представлял собой полого увалистую, расчлененную логами долину, в настоящее время естественный рельеф территории расположения ООО «Юргинский машзавод» сильно изменён. Основная часть территории, занимаемой Юргинским машиностроительным заводом, благоустроена, а на нарушенных участках произрастает древесная и травянистая растительность (сорная).

Вопросы охраны земель и их последующего восстановления на предприятии, рассматриваются как приоритетные, с учетом обеспечения минимального воздействия на почвенный покров:

- максимальное использование площади существующего земельного отвода;
- своевременное проведение работ по восстановлению;
- возмещение ущерба землевладельцам и землепользователям.

3.4 Общие сведения по водоснабжению и потреблению

Водоснабжение – это обеспечение водой различных водопотребителей (населенных пунктов), производственных предприятий и других объектов, для удовлетворения хозяйственно-питьевых, технологических и противопожарных нужд.

ООО «Юрга Водтранс» – предприятие, с 01.01.2006 г. осуществляющее водоснабжение населения и предприятий г. Юрга, прием, отведение сточных вод от абонентов в систему канализации, их очистку на очистных сооружениях канализации, с последующим сбросом в поверхностный водный объект.

ООО «Юрга Водтранс» имеет 2 выпуска:

Первый выпуск сточных вод производится в р. Томь на расстоянии 175 км от устья, расположен в черте г. Юрга. Выпуск формируется смешанными сточными водами, поступающими от населения города, промышленных предприятий и организаций, а также после обеспечения собственных нужд предприятия.

Сброс сточных вод происходит после очистки на городских очистных сооружениях канализации, которые эксплуатируются с 1982 г. Проектная мощность составляет 60 тыс. м³/сут. Методы очистки – механическая, биологическая. Состав очистных сооружений: приемная камера, решетки, первичные отстойники, аэротенки, вторичные отстойники.

Второй выпуск сточных вод производится в р. Искитим (приток р. Томь) на расстоянии 0,9 км от устья, расположен в черте г. Юрга. сброс осуществляется после промывки технологического оборудования насосно-фильтровальной станции водозабора без очистки.

ООО «Юргинский машзавод» – абонент ООО «Юрга Водтранс», имеет промышленно-ливневую и хозяйственно-бытовую систему канализования. Водоотведение промышленно-ливневых предприятия производится по трем отдельным выпускам, два из которых отводятся в реку Юргинку, а третий в реку Томь.

Хозяйственно-бытовые сточные воды ООО «Юргинский машзавод» сбрасываются в городские сети канализации и далее на городские очистные сооружения.

Нормы допустимых концентраций и фактические показания загрязняющих веществ для сброса в систему канализации приведены в таблице 3.4, взятой из расчета нормативов.

Таблица 3.4 – Установленные и фактические показатели хозяйственно-бытовых сточных вод

Наименование загрязняющего вещества	Установленный норматив, мг/дм ³	Фактический сброс загрязняющего вещества в водные объекты, мг/дм ³
БПКполн.	180	56,11
Нефтепродукты	1	0,8
Взвешенные в-ва	110	41,5
Ионы аммония,	18	1,4
Железо	2,2	0,84
СПАВ	2,5	0,068
Сульфаты	40	25,7
Фосфат-ионы,	2,0	0,34
Хлориды	45	34,4
Хром 6+	0,0	0,006
Марганец	0,0	0,038
ХПК	250	60
Формальдегид	0,0	0,08

3.5 Сведения о технических параметрах очистных сооружений предприятия

На предприятии ООО «Юргинский машзавод» имеются сооружения очистки промышленных сточных вод от гальванических участков и сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод.

Очистные сооружения находятся на балансе цеха очистных сооружений № 48, размещены в нескольких корпусах на территории промплощадки. По системе надземных трубопроводов загрязненные стоки от всех цехов поступают на очистку. Очищенные сточные воды сбрасываются в выпуск сточных вод № 3.

Срок эксплуатации очистных сооружений – 20 лет.

Износ основных фондов – 90 %.

Проектная эффективность очистки: по тяжелым металлам – 70 %.

Краткая характеристика очистных сооружений: вид сточных вод: гальванические участки; метод очистки: электрокоагуляция с последующей фильтрацией и отстаиванием в горизонтальном отстойнике;

производительность, 23 тыс.м³/год.

Технологическое назначение станций. Для приёма промышленных стоков на станциях имеются 8 приемных емкостей (6 ёмкостей по 80м³ у корпуса 81; 2 ёмкости по 200м³ у корпуса 92) цилиндрической формы с теплоизолированной наружной поверхностью и химзащитным слоем на внутренней поверхности.

Таблица 3.5 – Технологическое назначение станций

№ станции	Вид принимаемых стоков	Подразделения завода, от которых поступают стоки
Стация 81	хромосодержащие кисло-щелочные нефтесодержащие	гальванические участки цехов № 22, 31, 23, 14, 44,12,17
Станция 18\1	никельсодержащие, кисло-щелочные	гальванический участок цеха 14
Станция 92	кисло-щелочные	от станции 81
Станция 127	краскосодержащие	малярный участок цеха 24
Лаборатория по контролю стоков	хромосодержащие, кисло-щелочные, нефтесодержащие	контроль поступающих стоков

Технологический процесс очистки промышленных стоков по цеху 48.

Технологический процесс очистки:

- сточных вод, поступающих из гальванических промывных ванн подразделений предприятия на очистные сооружения цеха 48 методом электрокоагуляции,

- нефтесодержащих стоков методом флотации.

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 2.04.03-85 процесс очистки сточных вод от шестивалентного хрома и других металлов осуществляется:

- 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.

На гальваническом участке после технологической ванны и перед ваннами промывки устанавливают одну ванну улавливания для улавливания ценных или особо токсичных компонентов, чтобы снизить загрязнение ими сточных вод.

Отработанная промывная вода из ванн улавливания представляет собой в 2 раза, разбавленный технологический раствор. Поэтому сливать такую воду на очистные сооружения нельзя, т.к. это приводит к увеличению экологической опасности гальвано производства из-за нарушения работы очистных сооружений, повышения загрязненности сбрасываемых вод и увеличения количества шлама, образующегося на очистных сооружениях.

Залповые сбросы концентрированных отработанных растворов также нарушают нормальную работу очистных сооружений. Поэтому обезвреживание

отработанных растворов на очистных сооружениях предприятия не следует рассматривать как техническое решение, соответствующее современному уровню развития гальванотехники.

Отработанные растворы должны подвергаться обезвреживанию на гальванических участках и только после производится их сброс на очистные сооружения цеха 48.

Если гальванический участок произвел сброс высококонцентрированных хромосодержащих стоков, создав тем самым аварийную ситуацию, обслуживающий персонал цеха должен принять меры по её локализации.

Электрохимическая очистка от шестивалентного хрома. На данном предприятии для очистки стоков применяется метод электрокоагуляции.

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

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

При этом происходит образование гидроксида железа (II) и гидроксида железа (III), гидроксид хрома (III), а также гидроксиды других тяжелых металлов, ионы которых могут присутствовать в сточных водах, т.е. достигается восстановление 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 pH в интервале 3 – 6.

При исходной величине pH меньше 3 возрастает скорость электрохимических процессов восстановления Cr^{+6} .

В промстоках помимо ионов шестивалентного хрома содержатся катионы других тяжелых металлов. В ходе электрохимических процессов происходит восстановление катионов тяжелых металлов двухвалентным железом и осаждаются вместе с гидроксидами хрома $\text{Cr}^{+3}(\text{OH})_3$ и железа

$\text{Fe}(\text{OH})_3$. Часть этих металлов взаимодействуя с анионами OH^- и переходит в малорастворимые соединения гидроксидов или, деполяризуясь на катоде, теряют гидратную оболочку и сорбируются на его поверхности.

Исходя из того, что суммарный сток, поступающий в цех на обработку, содержит в своем составе ионы шестивалентного хрома, ионы цинка в концентрациях менее, чем 20 мг/л, электрохимическую очистку промстоков целесообразно проводить при значении водородного показателя pH, равного 6,0 – 7,0.

При исходной величине pH больше 6 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 гидроксидов, 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 60 минут работы электрокоагуляторов (ЭКГ).

Удаление пассивной пленки достигается проработкой электродов депассивирующим 1% раствором серной кислоты под током при установке пакета и дальнейшей периодической механической чисткой скребком.

Электрохимическая очистка от хрома целесообразна при исходном солесодержании сточных вод больше или равном 0,3 г/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 pH, как правило, повышается [23]. Причем тем больше, чем выше исходная концентрация Cr^{+6} в обрабатываемых стоках. Конечная величина pH обработанной воды может отличаться от исходной на 1 – 4 единицы.

Для полного осаждения образовавшихся гидроксидов металлов желательно, чтобы конечный показатель pH обработанных стоков был 8 – 8,5, что требует добавления щелочных реагентов (едкая щелочь, известковое молоко) к обработанным стокам или смешивание их со щелочными сточными водами.

Гидроксид хрома Cr^{+3} – $\text{Cr}(\text{OH})_3$ обладает амфотерными свойствами и при pH больше и равной 12 растворяется в избытке едкой щелочи с образованием хромитов, т.е. ионы хрома вновь переходят 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). Полиакриламид представляет собой мелкокристаллический порошок белого или слегка желтоватого цвета, растворимый в воде.

Добавление 20 мг/л 0,1 % его раствора увеличивает скорость выпадения осадков гидроксидов металлов в 2 – 3 раза [24]. Приготовление раствора ПАА: 250 г сухого ПАА растворяют в горячей воде до полного растворения вещества при непрерывном перемешивании. Полученный раствор доводят до 1 м³ горячей воды. Раствор ПАА перекачивается порциями в дозиметр, откуда

непрерывно поступает в вихревой смеситель во входящий сток. Скорость дозации раствора ПАА составляет 500 мл/мин.

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. Снижение концентрации ионов Fe^{+2} в обработанных стоках достигается присутствием в воде растворенного кислорода. При этом достигается окисление содержащихся в воде Fe^{+2} -ионов и гидроксида железа (II) с образованием трудно растворимого гидроксида железа (III), т.е. общее содержание в воде растворенного железа снижается.

Окислению ионов Fe^{+2} и осаждению в виде гидроксида так же способствует применение ПАА, отстаивание.

4 Разработка технологической схемы очистки и расчет её основных элементов

4.1 Технологическая схема очистных сооружений

В состав предлагаемой схемы очистки гальванических стоков входит рисунок 4.1:

- узел корректировки значений pH;
- электрокоагулятор для перевода тяжелых металлов в нерастворимую форму;
- узел разделения суспензии, представляющий собой отстойник с тонкослойными модулями для осаждения образовавшихся гидроксидов;
- узел тонкой фильтрации и осветления сточной воды;
- узел обезвоживания осадка.

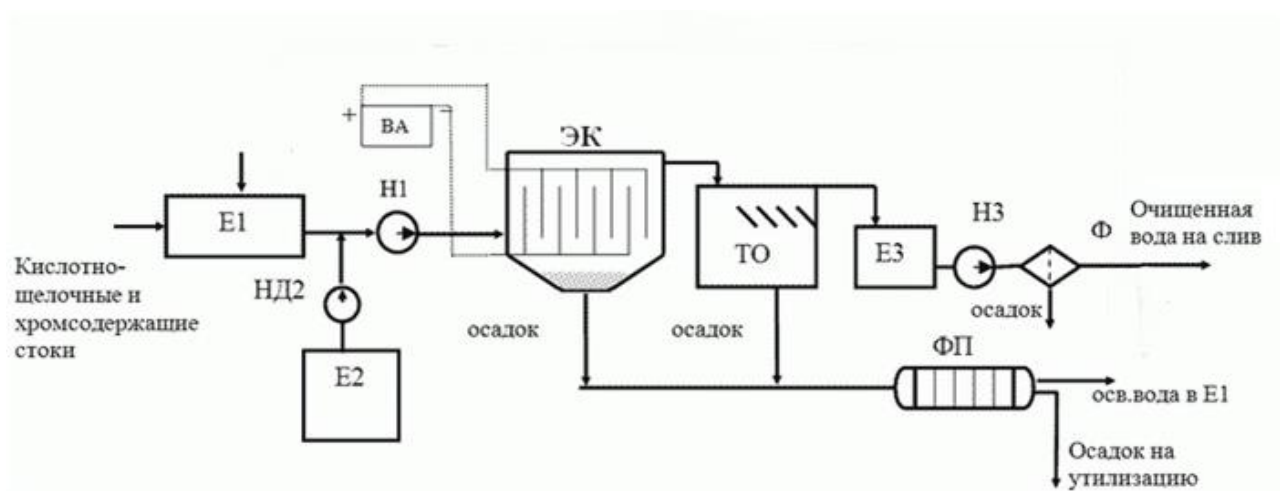


Рисунок 4 – Технологическая схема очистных сооружений гальванических стоков:

Е1 –сборник-накопитель, Е2– емкость, Н1 –насос, НД2 –дозировующий насос, ЭК–электрокоагуляторы, ТО –отстойник, Е3 –емкость, Н3 – насос, Ф – фильтр, ФП –фильтр-пресс.

Осадок из электрокоагуляторов и отстойника поступает на фильтр-пресс ФП, где обезвоживается, и с влажностью до 80% утилизируется.

Сущность электрохимической обработки воды заключается в том, что при подаче напряжения постоянного тока на электроды начинается процесс растворения железных анодов[25]. В результате электрохимической обработки в аппарате электрокоагуляторосуществляется ряд процессов:

изменение дисперсного состояния примесей за счет их коагуляции под действием электрического поля продуктов электродных реакций и закрепление пузырьков электролитического газа на поверхности коагулирующих частиц, что обеспечивает их последующую флотацию;

сорбция тяжелых металлов на поверхности электролитических получаемых оксидов металлов;

химическое восстановление ионов Cr^{6+} до ионов Cr^{3+} .

Образующиеся соединения нерастворимого гидроксида железа сорбируют на своей поверхности ионы тяжелых металлов и выпадают в осадок.

Исходные кислотнo-щелочные воды поступают в сборник-накопитель E1. Из накопителя E1 насосом N1 усредненный сток подается на электрокоагулятор ЭК, в котором происходит восстановление ионов шестивалентного хрома и очистка от примесей тяжелых металлов. Предварительно из емкости E2 (узел корректировки значений pH) дозирующим насосом НД2 подается раствор едкого натрия или кислоты для корректировки pH. Из электрокоагулятора водная суспензия направляется в отстойник ТО для разделения суспензии на осветленную жидкость и осадок [26]. Для ускорения процесса осаждения отстойник комплектуется тонкослойным модулем. Осветленная вода, сливается в усредняющую емкость E3 и насосом НЗ подается на фильтр механической очистки Ф, а затем направляется на слив в канализацию.

Осадок из электрокоагуляторов и отстойника поступает на фильтр-пресс ФП, где обезвоживается, и с влажностью до 80% утилизируется.

4.1.1 Емкость усреднитель

В емкость усреднитель поступают кисло-щелочные и хромосодержащие гальванические стоки, со скоростью 4 м³/ч.

Так как технический процесс не изменялся, то емкость усреднитель оставляем без изменений. Объем усредняющей емкости составляет 100 м³.

4.1.2 Узел корректировки значений pH

Узел корректировки значений pH, представляет собой резервуар, конструктивно разделенный на два с концентрированной соляной кислотой, и щелочью NaOH. При помощи датчиков, определяется pH сточных вод в емкости усреднителе и в автоматическом режиме, дозирующими насосами подается в трубопровод, после емкости усреднителя.

4.1.3 Расчет электрокоагулятора

Электрокоагулятор состоит из металлического корпуса (нержавеющая сталь) и помещенного внутри него блока электродов (пакета). Внутренние стенки корпуса футерованы электроизоляционным материалом (полимерный материал), устойчивым к агрессивному воздействию сточных вод и продуктов их обработки. Электрокоагулятор снабжен подводящими и отводящими трубопроводами, запорной арматурой. Устройство и принцип работы представлены на рисунке 5.

Гальванические сточные воды из приемных емкостей насосами подаются на обработку в электрокоагулятор. Подача обрабатываемых сточных вод в электрокоагулятор осуществляется снизу-вверх через патрубок (4) в днище аппарата через распределительную решетку (3), затем обрабатываемые сточные воды попадают в межэлектродное пространство. На электродах

происходит восстановление шестивалентного хрома в трехвалентный и осаждение в виде соответствующего гидроксида [27]. Ионы тяжелых металлов так же восстанавливаются и осаждаются в виде гидроксидов. Обработанные сточные воды через перелив самотеком поступают в трубу очищенных сточных вод (7). Газообразные продукты восстановления на электродах ионов тяжелых металлов удаляются с помощью вытяжки (5). В днище аппарата так же располагается патрубок для сброса шлама из электрокоагулятора (6). Подача воздуха в электрокоагулятор для барботирования осуществляется через вентиль (8).

Исходные данные:

- Концентрация железа, поступающего на очистку - 27 мг/л;
- Концентрация хрома, поступающего на очистку - 0,6 мг/л;
- Концентрация цинка, поступающего на очистку - 2,5 мг/л.

Скорость подачи сточных вод - 4 м³/ч.

Минимально необходимый ток для работы ЭК рассчитываем по уравнению (4). Он равен:

$$I = \frac{3,22C_{Cr} \cdot v_{cv}}{1,042BT} = \frac{3,09C_{Cr} \cdot v_{cv}}{BT}, \quad (4)$$

где 1,042 г/ (А· ч) - электрохимический эквивалент для перехода Fe→Fe²⁺;

BT - выход по току для анодной реакции

$$I = 3,09 \cdot 50 \cdot 4 / 0,4 = 1545 \text{ А.}$$

По уравнению (5) рассчитываем суммарную рабочую поверхность анодов (приняв рабочую плотность тока 0,4 А/дм²):

$$S_a = 1545 / 0,4 = 3863 \text{ дм}^2 = 38,63 \text{ м}^2. \quad (5)$$

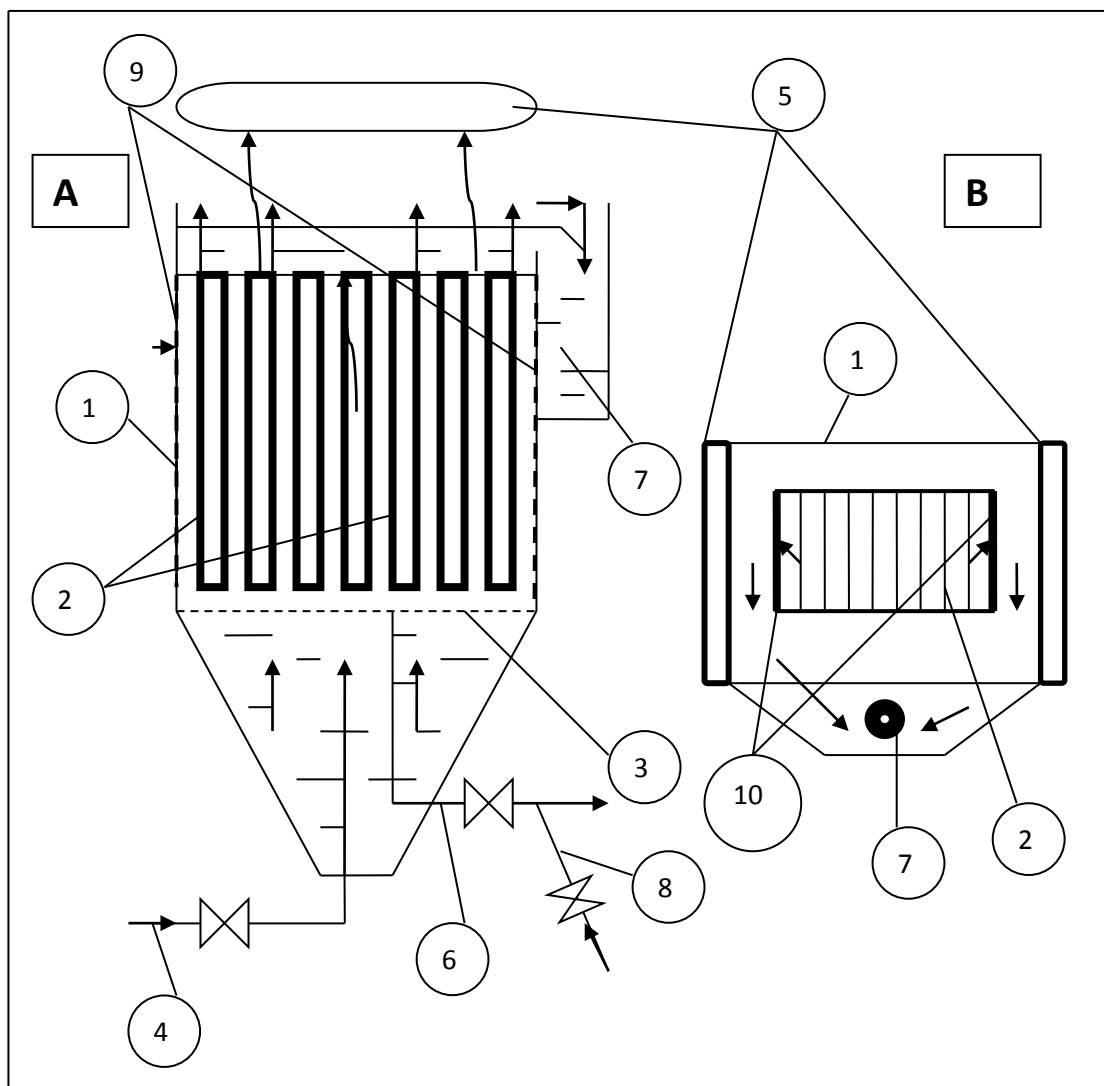


Рисунок 5 – Технологическая схема устройство и принцип работы электрокоагулятора

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 – футеровка; 10 – резинки.

Таблица 4.1 –Типы и характеристики выпрямительных агрегатов

Тип агрегата	Номинальный постоянный ток, А	Номинальное постоянное напряжение, В
ТВ1-1600/24Т-ОУХЛ4 ТВР1-1600/24Т-ОУХЛ4	1600	24

В обозначениях агрегатов первая буква Т означает тиристоры, буква В – водяное охлаждение, буква Е – естественное охлаждение, буква Р – реверсивный режим работы, вторая буква Т – трансформаторное подключение

к сети, ОУХЛ – общеклиматические и умеренно холодные условия эксплуатации [28].

Если при эксплуатации эти рекомендации выдерживаются, определяющим фактором для выбора плотности тока остается pH сточной воды. Для воды с pH 2 – 3 можно рекомендовать плотность тока 0,9 – 1 А/дм², для воды с pH 7 – 8 - 0,4 – 0,5 А/дм², для воды с pH 4 – 6 - 0,6 – 0,8 А/дм². При расчетах следует иметь в виду, что с уменьшением плотности тока увеличивается масса анодного комплекта, но одновременно увеличивается срок службы анодов до их смены.

Задаемся толщиной анода $\delta = 4$ мм и межэлектродным расстоянием $la-k = 10$ мм. Из конструктивных соображений примем, что высота анода примерно в 1,5 раза больше его ширины ($ha \approx 1,5 ba$). Тогда

$$sa = 1,5 b^2, \text{ а } ba = \sqrt{(sa/1,5)}.$$

Задаемся различным числом анодов na и проводим вычисления sa по уравнению (6), ширины анода ba , длины электродной камеры ЛЭК по уравнению (8) и ширины электродной камеры ВЭК по уравнению (9). Результаты вспомогательных расчетов сводим в таблицу 4.2.

$$Sa = 2 sa \times (n \times a - 1) + sa = sa \times (2n \times a - 1); \quad (6)$$

$$Sa = 2 sa \times (na - 1) + sa = 0,183 \times (2 \times 16 - 1) = 5,67;$$

$$sa = 0,1-0,96 \text{ м}^2;$$

$$na = 16.$$

Из (6) следует, что

$$n_a = \frac{S_a + s_a}{2s_a}; \quad (7)$$

$$n_a = \frac{5,67 + 0,183}{2 \cdot 0,183} = 16.$$

Длина электродной камеры ЭК (мм) определяется шириной электрода ba (мм) и равна

$$LЭК = ba + 2b; \quad (8)$$

$$LЭК = 350\text{мм} + 2 \times 15\text{мм} = 380 \text{ мм};$$

где b – зазор между торцом электрода и стенкой ЭК. При принятых размерах

$$b = 2 \text{ мм} + 12 \text{ мм} + 1 \text{ мм} = 15 \text{ мм}.$$

Таблица 4.2 –Результаты вспомогательных расчетов для выбора числа анодов

Число анодов на	$s_a, \text{м}^2$	$ba, \text{м}$	$LЭК,$ мм	$BЭК,$ мм	$LЭК /$ $BЭК$
10	0,298	$0,446 \approx 0,45$	480	320	1,5
12	0,247	$0,406 \approx 0,41$	440	376	1,17
13	0,227	$0,389 \approx 0,39$	420	404	1,04
14	0,21	$0,374 \approx 0,37$	400	432	0,926
16	0,183	$0,349 \approx 0,35$	380	488	0,779

Таким образом, длина электродной камеры на 30 мм больше ширины электрода.

Ширина электродной камеры электрокоагулятора определяется количеством электродов, их толщиной и межэлектродным зазором:

$$BЭК = 2na \times \delta + la-k \times (2na - 1) + 2 b''; \quad (9)$$

$$BЭК = 2 \times 16 \times 4\text{мм} + 10 \text{ мм} \times (2 \times 16 - 1) + 2 \times 25\text{мм} = 488\text{мм},$$

где $la-k$ – начальное межэлектродное расстояние (10 мм);

b'' – зазор между стенкой ЭК и крайним электродом.

Зазор b'' складывается из крайней части гребенки, которая надевается на штырь нижней опоры, и двух зазоров (посадочных допусков) - между краем гребенки и стенкой ЭК и между первым пазом гребенки и крайним электродом. При принятых размерах

$$b'' = 1 \text{ мм} + 23 \text{ мм} + 1 \text{ мм} = 25 \text{ мм}.$$

Наиболее близкое совпадение длины и ширины электродной камеры достигается при числе анодов 16, которое и принимаем в дальнейших расчетах. При этом числе анодов длина электродной камеры будет равна 380 мм, а ширина камеры 488 мм. Принимаем высоту анода равной 0,6 м. Уточненные значения s_a , S_a и i_a будут равны:

$$s_a = 0,35 \times 0,5 = 0,175 \text{ м}^2,$$

$$S_a = 0,175 \cdot 25 = 4,38 \text{ м}^2,$$

$$i_a = 1545 \text{ А} / 3863 \text{ дм}^2 = 0,40 \text{ А/дм}^2.$$

Задавшись коэффициентом срабатывания анодов, равным 0,8, определим по уравнению (10) время непрерывной работы анодов до их замены:

$$t = \frac{k \cdot \delta \cdot \gamma}{2i_a \cdot q}, \quad (10)$$

где δ – толщина анода – 0,3 – 0,6 см;

γ – плотность стальных анодов 7,8 г/см³;

i_a – анодная плотность тока, А/см²;

q – электрохимический эквивалент железа, равный 1,042 г/А·ч.

Однако формула (10) имеет следующие отличия от формулы для времени гальванического покрытия: вводится коэффициент использования материала анодов k (0,8 – 0,9):

$$t = 0,8 \cdot 0,4 \cdot 7,8 / (2 \cdot 0,40 \cdot 10^{-2} \cdot 0,779) = 401 \text{ ч}.$$

При двусменной работе по 8 ч число полных рабочих дней до смены анодов составит $401 / 16 = 25$.

По уравнению (11) определим общую массу всех анодов:

$$МБЭ = n_a \times s_a \cdot \delta \times \gamma, \quad (11)$$

$$M = 16 \times 0,175 \cdot 0,004 \times 7800 = 87,4 \text{ кг.}$$

При блочном монтаже анодов эту массу можно распределить на два блока. При индивидуальном монтаже электродов масса одной пластины будет равна $87,4 / 16 = 5,5 \text{ кг}$, что вполне приемлемо.

Объем СВ в ЭК определим по уравнению (12):

$$V_{\text{СВ,ЭК}} = s_a \cdot l_a \cdot k(2n_a - 1), \quad (12)$$

$$V_{\text{СВ,ЭК}} = 0,175 \times 0,01(2 \times 16 - 1) = 0,0543 \text{ м}^3.$$

Время пребывания СВ в ЭК будет равно:

$$0,0543 \text{ м}^3 / 4 \text{ (м}^3/\text{ч)} = 0,0136 \text{ ч} = 49 \text{ с.}$$

Объем отсасываемого воздуха рассчитываем по формуле (13). Он должен быть не менее, чем

$$V = 0,105 \times 1545 = 162,2 \text{ м}^3/\text{ч.} \quad (13)$$

Расчетные показатели электрокоагулятора: минимально необходимый ток 1545 А; суммарная рабочая поверхность анодов $38,63 \text{ м}^2$; длина электродной камеры 380мм; ширина электродной камеры 488 мм; высота анода 0,6м; общая масса анодов 87,4 кг; масса одной пластины 5,5 кг.

4.1.4 Расчет отстойника с тонкослойными модулями

Отстойники с тонкослойными модулями отличаются от обычного наличия в отстойной зоне блоков тонкослойных элементов, выполненных из параллельно установленных листов или пластин, расстояние между которыми составляет $0,025 - 0,1 \text{ м}$, т.е. значительно меньше, чем общая глубина отстойной зоны. Пластины в блоках устанавливаются под углом $45 - 70^\circ$ к горизонту, что обеспечивает сползание осадка.

Тонкослойные отстойники отличаются от обычных, более высокой производительностью (время осаждения взвеси 10 – 30 мин) и эффектом очистки (85 – 90 %), так как обеспечивают задержание не только грубодисперсных, но и тонкоэмульгированных частиц нефтепродуктов и взвеси. Они компактны и занимают значительно меньшую площадь (в 6 – 10 раз по сравнению с обычными отстойниками).

В тонкослойных отстойниках используются три схемы движения воды и выпавшего осадка:

- перекрестная – когда осадок движется перпендикулярно направлению движения потока;
- противоточная – когда осадок удаляется в направлении, противоположном движению потока;
- прямоточная – когда направление движения потока и осадка совпадают.

Осадок сползает в иловой приямок, из которого периодически удаляется. Всплывающие вещества собираются в пазухе между секциями и удаляются погружающимся лотком, поворотными трубами [29].

Расстояние между блоками, а также между стенкой отстойника и блоком принимается из условий их монтажа и отведения задержанных загрязнений в зоне накопления и обычно составляет около 0,1 м. При проектировании следует принимать меры для предотвращения движения жидкости за пределами блоков (предусматривать отгибы пластин, проектировать специальные перегородки за пределами блоков).

Выполнить расчет горизонтального отстойника с тонкослойными модулями для очистки талого и дождевого стока при следующих условиях:

- расход сточных вод $Q - 4 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- концентрация взвеси в стоке – $100 \text{ мг}/\text{дм}^3$;
- планируемый эффект очистки – 99 %.

Основные конструктивные размеры отстойника определяются формулами:

$$S_{\text{отс}} = Q / 3,6 \times V; \quad (14)$$

где $S_{\text{отс}}$ – площадь сечения отстойника, м²;

Q – расчетный расход = 4 м³/ч;

V – средняя скорость рабочего потока = 0,2 мм/с.

$$S_{\text{отс}} = 4/3,6 \times 0,2 = 5,6 \text{ м}^2.$$

$$B = S_{\text{отс}} / H_{\text{бл}}, \quad (15)$$

$$B = 5,6/2 = 2,8 \text{ м},$$

где B – общая ширина отстойника, м;

$H_{\text{бл}}$ – высота тонкослойных блоков = 2,0 м.

$$L = L_1 + L_6 + L_2, \quad (16)$$

где L – общая длина отстойника, м;

L_1 – длина приемной камеры – 1,0 м;

L_6 – длина тонкослойных элементов – 2,0 м;

L_2 – длина выходной части отстойника – 1,0 м.

$$L = 1 + 2 + 1 = 4 \text{ м}.$$

Таким образом, площадь сечения отстойника равна 5,6 м², а ширина тонкослойных блоков – 2,0 м.

Для сокращения высоты отстойника принимаем перекрестное движение воды и взвешенных веществ (взвесь, нефтепродукты).

При скорости течения 0,2 мм/с и длине тонкослойных элементов 2 м планируемый эффект осветления для дождевого и талого стоков будет 98 %.

Расчетные показатели горизонтального отстойника с тонкослойными модулями: площадь сечения отстойника 5,6 м²; ширина тонкослойных блоков 2,0 м; скорость течения 0,2 мм/с; длина тонкослойных элементов 2 м; эффект осветления 95%.

4.1.5 Выбор фильтрамеханической очистки.

Способ очистки – механический с помощью сетки (сетчатого фильтра) расположенного внутри корпуса грязевика.

В процессе работы частицы накапливаются под сеткой, что со временем приводит к возрастанию гидравлического сопротивления грязевика. Требуется периодическая очистка нижней части корпуса грязевика [30].

Предназначены для очистки оборотной и других производственных вод в металлургической, химической, энергетической, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности.

В фильтрах ЕЗЖ регенерация фильтр элементов происходит одновременно с процессом фильтрации и осуществляется обратным током очищенной воды с помощью промывных устройств.

Это позволяет существенно экономить материалы, энергоресурсы и производственные площади.

Фильтр ЕЗЖ имеет фильтр элемент с засыпкой специальными материалами и позволяет очищать жидкость с крупностью задерживаемых частиц до 0,02 мм.

Фильтр комплектуется системой автоматики по контролю расхода и давления среды, а также автоматического включения промывочного устройства при достижении перепада на фильтрующем элементе и запорной электрифицированной арматурой. Очистка загрязненной воды от механических примесей осуществляется непрерывно по всей поверхности фильтр элементов.

Фильтр ЕЗЖ 0,3-ЗУ-01: поверхность фильтрования – 0,3 м²; расход воды на регенерацию – 10 м³/ч; крупность задерживаемых частиц – 0,02мм; масса – 1350 кг. Корпус фильтра – углеродистая сталь. Фильтрующие элементы – сталь 12Х18Н10Т.Производительность, 200 м³/ч

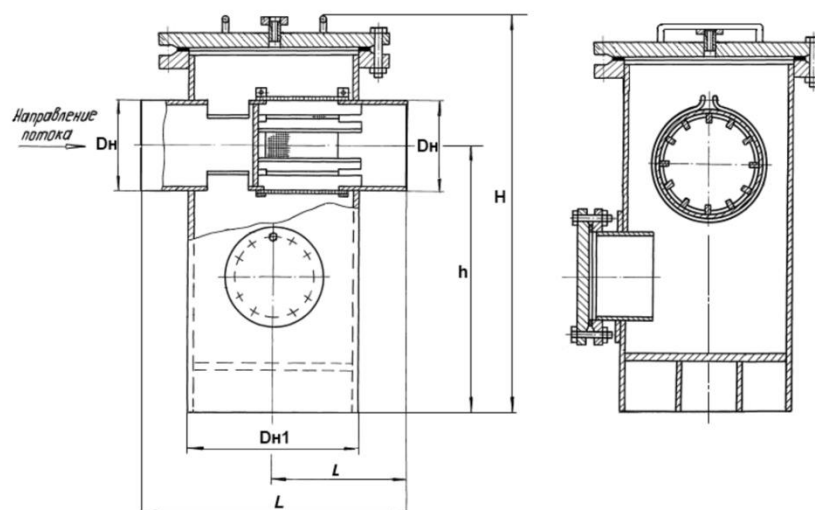


Рисунок 6 – Фильтр ЕЗЖ 0,3-3У-01

4.1.6 Дозаторы и насосы

Для обеспечения устойчивого процесса очистки воды необходимо вводить постоянную дозу реагентов, определенную расчетом или в результате технологических анализов [31]. Схема дозирования может включать насосы, перекачивающие рабочий раствор реагента в дозатор, или состоять только из насосов-дозаторов.

В предложенной схеме применяются пропорциональные дозаторы, автоматически корректирующие дозу при изменении расхода или качества воды (шайбовые, пропорционального расхода, автоматические, ДИМБА, насосы-дозаторы с электрифицированным вариатором или частотным регулятором).

Применение насосов-дозаторов приобретает в последнее время наибольшее распространение, поскольку они упрощают схему дозирования.

В качестве насосов-дозаторов используются плунжерные серии НД, шланговые перистальтические НП; винтовые 1В6/10х, Н1В; мембранные типа НДГ; сильфонные НДС и другие разновидности насосов. На рынке появились разнообразные импортные насосы-дозаторы. В отечественной практике наибольшее применение нашли насосы НД.

Насос-дозатор серии НД2,5 25/100  представляет собой одноплунжерный агрегат, предназначенный для объемного напорного дозирования нейтральных и агрессивных жидкостей, эмульсий и суспензий, с характеристиками, приведенными в условном обозначении насоса. Условные обозначения агрегата содержат: НД - тип агрегата с регулированием подачи вручную при его остановке; 2,5 – категория точности дозирования; параметры номинального режима агрегата, записанные в виде дроби, в числителе которой – подача, л/ч, а в знаменателе – предельное давление 0,1 МПа.

Характеристики насосных агрегатов серии НД. Тип НД 2,5 25/100 – подача при номинальном режиме – 25 л/ч предельное давление – 25 МПа; число двойных ходов плунжера – 100 ход/мин; диаметр плунжера – 10 мм; минимальная подача – 6 л/ч; диаметр условного прохода присоединительных патрубков – 10 мм; мощность электродвигателя – 1,1 кВт; габариты (длина, ширина, высота) – 475×215×465 мм; масса с электродвигателем – 96 кг.

Насосы-дозаторы серии НД характеризуются автоматическим регулированием подачи реагента в зависимости от расхода обрабатываемой воды. В дополнение к рабочим насосам-дозаторам требуется установка резервных тех же марок.

Автоматические дозаторы изменяют дозу вводимого реагента в зависимости от некоторых качественных показателей исходной воды: прозрачности, электропроводности, pH [32]. От анализатора качества поступает соответствующий управляющий сигнал на регулирующий орган дозатора, например, регулирующий вентиль.

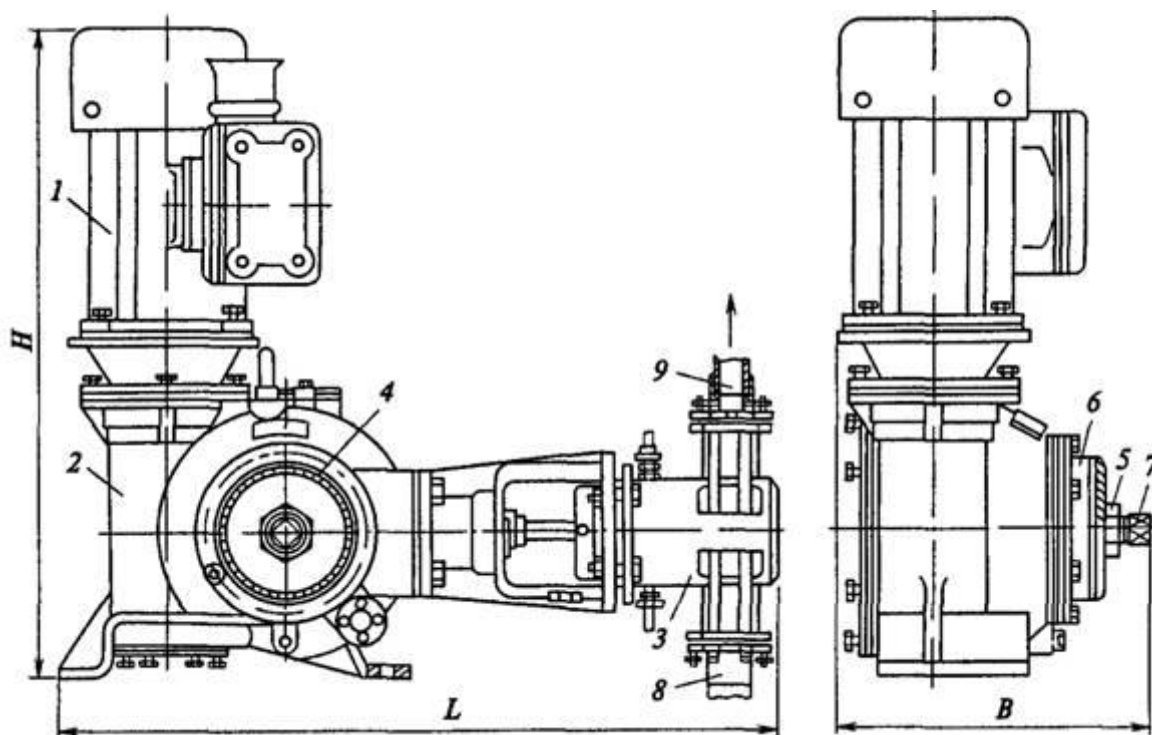


Рисунок 7 –Схема насоса-дозатора НД:

1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – гидроцилиндр; 4 – указатель длины хода плунжера; 5 – гайка; 6 – регулировочное кольцо; 7 – хвостовик вала; 8 – вход раствора; 9 – выход раствора.

Для перекачки растворов реагентов в расходные баки или в объемные дозаторы применяются специальные химические насосы из специальных коррозионностойких сплавов, параметры: тип насоса–Х8/18; производительность – 8 м³/ч; напор – 18 м; мощность электродвигателя –3 кВт.

Насосы подобраны по расчетной подаче и напору.

4.1.7 Узел обезвоживания осадка

Для обезвоживания осадков, получаемых в результате работы объекта, подойдет установка Teknobag-Draimad. Эта система позволяет осуществлять обезвоживание, упаковку и хранение осадков любого рода.

Наиболее типичные применения:

- Обезвоживание осадков (ила) с биологических очистных сооружений небольшой производительности (поселки, дома отдыха, небольшие города, воинские части и т.п.).

- Обезвоживание физико-химических осадков (ила) после производственных процессов на промышленных предприятиях.

Основу системы составляет специальный мешок Teknobag-Draimad, при помощи которого достигается уровень 15 – 30 % сухого вещества за несколько часов и 50 – 80 % сухого вещества после хранения на открытом воздухе.

Для правильной эксплуатации системы используется особый модуль, полностью изготовленный из нержавеющей стали AISI 304, спроектированный для оптимизации наполнения мешков и облегчения всех операций по их перемещению [33]. Для наилучшего удовлетворения потребностей различных установок, существуют модули разных форматов, начиная от модуля на два мешка с ручным управлением и вплоть до автоматического и герметизированного модуля на двенадцать мешков. Эта последняя модель может обрабатывать до 4 кубометров осадка в день.

Количество образовавшегося шлама составит 200 м³/год.

Вывоз жидких отходов производится машиной. На площадку золоотвала № 1 ТЭЦ ООО «Юргинский машиностроительный завод», которая находится в 2 км на северо-запад от промплощадки ТЭЦ в долине лога Березового, вытянутого с запада на восток. Северный склон лога несколько круче южного. Склоны лога почти симметричны, средней крутизны, в основном задернованы.

Установки поставляются в комплекте со всеми механическими, электрическими и гидравлическими компонентами, предварительно собранными и испытанными на заводе, что позволяет монтировать установку в короткие сроки и с минимальными издержками.

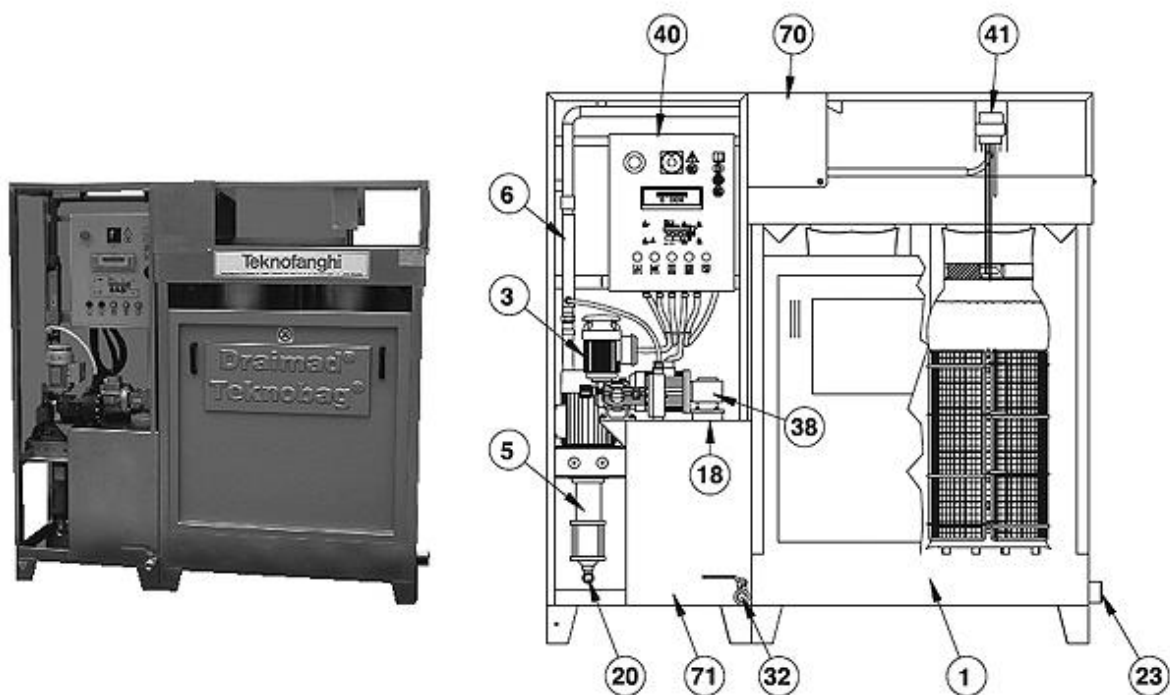


Рисунок 8 – Установка Teknobag-Draimad:

3 – насос полиэлектrolита; 5 – иловый насос; 6 – мешалка; 18 – вход воды и полиэлектrolита; 20 – вход ила; 23 – выпуск фильтрата; 32 – дренажный выпуск емкости для полиэлектrolита; 38 – мешалка полиэлектrolита; 40 – контрольная панель; 41 – датчик уровня; 70 – емкость смешения; 71 – емкость полиэлектrolита.

4.2 Утилизация гальванических шламов

Образовавшийся гальванический шлам целесообразно использовать как вторичный ресурс для изготовления кирпича, бетонных строительных конструкций и др. Оптимальные варианты использования таких отходов определяются путем проведения специальных гигиенических исследований.

В таблице 4.3 рассмотрены примеры основных направлений утилизации шламов гальванических производств.

Таблица 4.3 – Направления утилизации шламов гальванических производств

Суть метода	Результат	Особенности
Использование гальванических шламов, содержащих оксиды тяжелых металлов, в качестве добавки в сырьевую массу для изготовления кирпича	Уменьшение себестоимости продукта	Добавка шлама до 5 % не оказывает токсического воздействия и не влияет на прочность кирпича
Добавка шламы гальваносток в количестве 3 – 10 % в массу при производстве керамического кирпича	Уменьшение себестоимости продукта	Влияния на технологические и эксплуатационные свойства не оказывает
Изготовление черепицы с применением шламов гальваносток	Улучшение свойств формовочной массы, сокращение времени сушки черепицы на 2 – 3 часа, сокращение времени обжига на 50 – 70 %, расширение цветовой гаммы	Оптимальное количество шлама – 2 % сухой массы; цвет обожженной черепицы тёмно-красный без налётов
Использование железосодержащего осадка в производстве стеновых керамических изделий	Более раннее накопление жидкой фазы, интенсификация процессов спекания и вспучивания	Введение 3 – 6 % осадка при производстве изделий даёт возможность повысить предел прочности при сжатии до 40 – 60 %
Изготовление керамзита с использованием осадка сточных вод (содержание 20 – 40 %)	снижение средней плотности гранул керамзита с 0,71 до 0,52 г/см	
Использование гальванических шламов с большим содержанием гидроксида железа для получения гексаферрита бария		Исследовано в МХТИ им. Д.И. Менделеева
Производство стеклохромзита	Наличие железа, хрома и никеля в шламе позволяет использовать его при производстве декоративно-облицовочного материала	
Шламы, полученные при нейтрализации известковым молоком отработанных травильных растворов	Используются в качестве добавки в портланд-цементы как инертный наполнителей бетон смесей и глинистых масс	
Изготовление асфальтобетона		До 30 % шламов

Продолжение таблицы 4.3

Добавка шламов в кладочные растворы (1 – 15 %)		После выдержки образца в воде отмечается высокая токсичность воды. При термообработке в течение 2-х часов (800 °С) шламы оказались нетоксичными
Получение гидроксида цинка путем осаждения цинка щелочью из слабокислого хлоридно-калиевого цинкового электролита	Использование в качестве удобрения	
Гидрометаллургический метод получения металлов путём	Суть метода: извлечение (выщелачивание) металлов из руд концентратов и отходов при их обработке водными растворами химических реагентов с последующим выделением из раствора металла или его хим. соединения	
Пирометаллургический метод получения металлов из шламов	Суть метода: обезвоживание и сушка шламов, низкотемпературная восстановительная обработка с получением порошковых металлургических концентратов, их переплавка с получением чистых металлов и сплавов	

Сегодня рентабельными являются технологии, в которых гальвано шламы используются в качестве добавок при изготовлении строительных материалов. Но эти технологии требуют индивидуальной санитарно-гигиенической оценки как самих гальванических отходов, так и материалов с их добавками, а также предполагают безвозвратные потери не возобновляемых и дефицитных сырьевых ресурсов, запасы которых ограничены. Поэтому особого внимания заслуживают технологии, обеспечивающие извлечение из гальвано шламов металлов или их соединений, пригодных для повторного использования. Следовательно, гидрометаллургический и пирометаллургический методы являются более рациональными с точки зрения природопользования.

4.3 Результаты расчетов

Расчетные показатели горизонтального отстойника с тонкослойными модулями: площадь сечения отстойника, $5,6 \text{ м}^2$; ширина тонкослойных блоков – $2,0 \text{ м}$; скорость течения – $0,2 \text{ мм/с}$; длина тонкослойных элементов – 2 м ; эффект осветления – 95% .

Расчетные показатели электрокоагулятора: минимально необходимый ток 1545 А ; суммарная рабочая поверхность анодов $38,63 \text{ м}^2$; длина электродной камеры 380 мм ; ширина электродной камеры 488 мм ; высота анода $0,6 \text{ м}$; общая масса анодов $87,4 \text{ кг}$; масса одной пластины $5,5 \text{ кг}$.

5.1 Анализ структуры платы за сбросы в водные объекты

В последние годы наметилась тенденция к увеличению объёма сбросов загрязняющих веществ в водные объекты. Предприятия безгранично, безвозвратно пользуются ассимиляционным потенциалом природной среды, способностью поглощать и переводить загрязняющие вещества в безвредные [34]. На сегодняшний день нагрузка на окружающую среду в ходе этой деятельности превышает возможности природной среды обезвреживать сбросы, что наносит непоправимый ущерб не только окружающей среде, но и экономическим и социальным системам.

Федеральным законом «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ установлены формы платы за негативное воздействие на окружающую среду и определен порядок компенсации вреда окружающей среде, причиненного нарушением законодательства в области охраны окружающей среды. Определение размера вреда окружающей среде, причиненного нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, осуществляется исходя из фактических затрат на восстановление нарушенного состояния окружающей среды, а также в соответствии с проектами рекультивационных и иных восстановительных работ, при их отсутствии в соответствии с таксами и методиками исчисления размера вреда окружающей среде, утвержденными органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды. На основании решения суда или арбитражного суда вред окружающей среде, причиненный нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, может быть возмещен посредством возложения на ответчика обязанности по восстановлению нарушенного состояния окружающей среды за счет его средств в соответствии с проектом восстановительных работ.

Постановлением правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 введен в действие измененный «Порядок определения платы и её предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия».

Порядком установлено 2 вида базовых нормативов платы: за выбросы/сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах допустимых лимитов, т.е. при значениях, не превышающих уровни предельно допустимых выбросов (ПДВ) или предельно допустимых сбросов (ПДС); то же в пределах установленных лимитов, т.е. при значениях, не превышающих уровней временно согласованных выбросов (ВСВ) или сбросов (ВСС).

За неустановленные (несогласованные, сверхлимитные) выбросы/сбросы, т.е. в пределах, превышающих и уровни ВСВ/ВСС, плата взимается в пятикратном размере по отношению к плате в пределах ВСВ/ВСС.

Суммы платежей в пределах установленных лимитов включаются в себестоимость продукции, а сверх установленных лимитов и несогласованные - осуществляются за счет прибыли, остающейся в распоряжении предприятия-природопользователя [35].

Плата за загрязнение представляет собой форму возмещения экономического ущерба от выбросов/сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду. Она, с одной стороны, компенсирует затраты на охрану окружающей среды; с другой - выступает средством на предприятие, определяющим его деятельность по снижению выбросов/сбросов.

В данном дипломном проекте производится расчет локальных очистных сооружений сточных вод от тяжелых металлов, представляющих собой:

- узел корректировки значений pH;
- электрокоагуляционные установки для перевода тяжелых металлов в нерастворимую форму;
- узел разделения суспензии, представляющий собой отстойник с тонкослойными модулями для осаждения образовавшихся гидроксидов;

- узел тонкой фильтрации и осветления сточной воды;
- узел обезвоживания осадка.

Эффективность сооружений составляет 99 %.

5.2 Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты

Рассчитаем сумму платы за сбросы, для каждого из веществ.

Сумма платы за сброс загрязняющих веществ ($P_{н,вод}$, руб.) в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы сбросов (ПДС), определяется по формуле:

$$P_{н,вод} = \sum K_{инд} \times K_{э,вод} \times H_{бнi,вод} \times M_{i,вод} \quad \text{при } M_{i,вод} \leq M_{нi,вод} \quad (17),$$

где $K_{инд}$ – коэффициенты – 1,98 и 2,45 в 2015 году.

Установлено, что к нормативам платы, утвержденным в 2003 году постановлением Правительства РФ от 12.06.2003 N 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления»;

$K_{э,вод}$ – коэффициент экологической ситуации и значимости состояния водного объекта, доли единицы (принимается по Кемеровской области $K_{э,вод}=1,2$);

$H_{бнi,вод}$ – базовый норматив платы за сброс i -го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих ПДС, руб/ед. измерения загрязнителя (Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» (с изменениями от 1 июля 2005 г.));

$M_{i, \text{вод}}$ – фактическое количество сброса i -го загрязняющего вещества, т;
 $M_{ni, \text{вод}}$ – значение предельно допустимого для природопользователя сброса i -го загрязняющего вещества, т.

Плата за сбросы железа в 2015 году составила:

$$M_{\text{железо}, \text{вод}} = 0,190635 \text{ т/Г},$$

$$M_{n\text{железо}, \text{вод}} = 0,6550 \text{ т/Г},$$

$$H_{bn\text{железо}, \text{вод}} = 2755 \text{ руб./т},$$

$$P_{\text{железо}} = 1,98 \times 1,2 \times 2755 \text{ руб.} \times 0,190635 \text{ т/Г} = 1\,247,87 \text{ руб.}$$

Плата за сбросы хрома в 2015 году составила:

$$M_{\text{хром}, \text{вод}} = 0,005658 \text{ т/Г},$$

$$M_{n\text{хром}, \text{вод}} = 0,0190 \text{ т/Г},$$

$$H_{bn\text{хром}, \text{вод}} = 13774 \text{ руб./т},$$

$$P_{\text{хром}} = 1,98 \times 1,2 \times 13774 \text{ руб.} \times 0,005658 \text{ т/Г} = 185,17 \text{ руб.}$$

Плата за сбросы цинка в 2015 году составила:

$$M_{\text{цинк}, \text{вод}} = 0,0184119 \text{ т/Г},$$

$$M_{n\text{цинк}, \text{вод}} = 0,0662 \text{ т/Г},$$

$$H_{bn, \text{вод}} = 27548 \text{ руб./т},$$

$$P_{\text{цинк}} = 2,45 \times 1,2 \times 27548 \text{ руб.} \times 0,0184119 \text{ т/Г} = 1\,491,20 \text{ руб.}$$

$$P_{n, \text{вод}} = P_{\text{железо}} + P_{\text{хром}} + P_{\text{цинк}},$$

$$P_{n, \text{вод}} = 1\,247,87 + 185,17 + 1\,491,20 = 2\,924,24 \text{ руб.}$$

Итого сумма платы за сбросы загрязняющих веществ (железо, хром и цинк) в водный объект в 2015 году составила 2 924,24 руб./год.

В ходе исследования выявлено, что в первом полугодии 2015 года у предприятия отсутствовало Разрешение на сбросы, следовательно, платежи за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты насчитываются как сверхлимитные. Сумма платы за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ ($P_{\text{сл}, \text{вод}}$, руб.) определяется по выражению:

$$P_{\text{сл}, \text{вод}} = \sum 5 \times K_{\text{инд}} \times K_{\text{э}, \text{вод}} \times H_{bli, \text{вод}} \times (M_{i, \text{вод}} - M_{li, \text{вод}}) \text{ при } M_{i, \text{вод}} > M_{li, \text{вод}} \quad (18),$$

Плата за сверхлимитные сбросы железа в 2015 году составила:

$$M_{\text{железо,вод}} = (0,190635/2) = 0,0953175 \text{ т/Г},$$

$$H_{\text{блжелезо,вод}} = 13775 \text{ руб./т},$$

$$P_{\text{сл.железо}} = 5 \times 1,98 \times 1,2 \times 0,0953175 \times 13775 = 15\,598,42 \text{ руб.}$$

Плата за сбросы хрома в 2015 году составила:

$$M_{\text{хром,вод}} = (0,005658/2) = 0,002829 \text{ т/Г},$$

$$H_{\text{бнхром,вод}} = 68870 \text{ руб./т},$$

$$P_{\text{сл хром}} = 5 \times 1,98 \times 1,2 \times 0,002829 \times 68870 = 2\,314,62 \text{ руб.}$$

Плата за сбросы цинка в 2015 году составила:

$$M_{\text{ц,вод}} = (0,0184119/2) = 0,00920595 \text{ т/Г},$$

$$H_{\text{бнц,вод}} = 137740 \text{ руб./т},$$

$$P_{\text{сл.цинк}} = 5 \times 2,45 \times 1,2 \times 0,00920595 \times 137740 = 18\,640,01 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{сл,вод}} = P_{\text{железо}} + P_{\text{хром}} + P_{\text{цинк}},$$

$$P_{\text{сл,вод}} = 15\,598,42 + 2\,314,62 + 18\,640,01 = 36\,553,05 \text{ руб.}$$

Таким образом, в 2015 году предприятие осуществило сверхлимитные платежи по этим загрязняющим веществам в размере 36 553,05 руб.

$$P_{\text{вод}} = P_{\text{н,вод}} + P_{\text{сл,вод}} = 2\,924,24 + 36\,553,05 = 39\,477,29 \text{ руб.}$$

Итого сумма платы за сбросы загрязняющих веществ (железо, хром и цинк) в водные объекты в 2015 году составила 39 477,29 руб./год.

5.3 Определение предотвращенного экономического ущерба

Под ущербом следует понимать фактические или возможные потери, возникающие в результате негативных изменений в природной среде вследствие антропогенного воздействия. Загрязнение среды является причиной различных экологических (натуральных) и экономических ущербов.

Экологический ущерб окружающей среде означает фактические экологические и социальные потери, возникшие в результате нарушения природоохранного законодательства, хозяйственной деятельности человека,

стихийных экологических бедствий, катастроф [36]. Ущерб проявляется в виде потерь природных, трудовых, материальных ресурсов в народном хозяйстве. Спектр последствий экологического ущерба очень широкий - от ухудшения здоровья человека, который вынужден дышать грязным воздухом и пить воду, содержащую вредные примеси, до убытков, вызванных ускорением коррозии металлов, снижением продуктивности сельхозугодий, гибелью рыбы в водоемах и т.д.

Под экономическим (эколого-экономическим) ущербом от деградации окружающей среды понимается денежная оценка негативных изменений компонентов окружающей среды под воздействием загрязнения.

В следствии функционирования гальванических участков предприятия, образуются следующие количества загрязняющих веществ:

- железо – 0,635450 т/год, хром – 0,018860 т/год, цинк – 0,061373 т/год.

Механизм возникновения ущерба от загрязнения можно представить следующей схемой:

образование вредных отходов вследствие хозяйственной деятельности и жизни человека [51];

- поступление загрязнений (отходов) в окружающую природную среду;

- изменение (ухудшение) некоторых свойств окружающей природной среды;

- изменение (ухудшение) условий жизнедеятельности под воздействием изменения свойств окружающей среды;

- ухудшение показателей качества жизни, материальных условий производства;

- снижение показателей производительности труда из-за ухудшения качества жизни.

Методы оценки экономических ущербов от загрязнения окружающей природной среды подразделяются на 4 вида:

- метод денежной оценки физических изменений в окружающей среде (метод прямого счета);
- метод расчета по «монозагрязнителю»;
- метод обобщенных косвенных оценок;
- метод производственных функций.

Метод прямого счета позволяет получить наиболее достоверные значения экономического ущерба. При этом имеется возможность выявить те субъекты хозяйства, деятельность которых приводит к возникновению наиболее значительных изменений природной среды и обуславливает наибольший экономический ущерб [37]. Это позволяет ранжировать природоохранные мероприятия по очередности. Практическая реализация этого метода затруднена, т. к. требует детальной информации о показателях, характеризующих изменения окружающей среды.

Практическое значение имеет метод расчета по «монозагрязнителю». Преимуществом этого метода является упрощенность расчетов, но результаты оценки при этом оказываются недостаточно точными.

Целесообразно экономический ущерб рассчитывать отдельно по основным элементам природной среды (воздуху, водным объектам, земельным ресурсам, недрам) в связи с особенностями этих природных компонентов.

Предотвращенный эколого-экономический ущерб, являющийся разницей между ущербом до и после проведения природоохранного мероприятия, можно рассматривать как эффект природоохранного мероприятия.

5.4 Расчет ущерба от загрязнения водных объектов

В ходе проведенного анализа, в ВКР выявлено, что наибольший вред окружающей среде наносится водным объектам, рассчитаем ущерб водным объектам ($У^B_{пр.,}$ тыс. руб.) по формуле:

$$Y_{\text{пр}}^B = Y_{\text{уд,г}}^B \times M^B \times K_{\text{э,г}}^B, \quad (19)$$

где $Y_{\text{уд,г}}^B$ — показатель удельного ущерба водным объектам в г-регионе, тыс.руб./усл.т загрязнителя (принимается по Кемеровской области $Y_{\text{уд,г}}^B = 8219,2$ руб./усл.т;

M^B — приведенная масса загрязняющих веществ, которая могла бы быть сброшена в водоем, если бы не осуществлялись природоохранные мероприятия, усл.т;

$K_{\text{э,г}}^B$ — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов в рассматриваемом г-регионе (принимается по Кемеровской области $K_{\text{э,г}}^B = 1,2$).

Значение M^B , в свою очередь, определяют по выражению:

$$M^B = \sum m_i^B \cdot A_i^B, \quad (20)$$

где m_i^B — фактическая (расчетная) масса i -го загрязняющего вещества, не допущенная к попаданию в водную среду, т = масса загрязняющего вещества, поступившего на очистку – масса загрязняющего вещества, сброшенная в водный объект;

A_i^B — коэффициент агрессивности (относительной эколого-экономической опасности) загрязняющего вещества;

$$A_{\text{железо}}^B = 1,00; A_{\text{хром}}^B = 90,00; A_{\text{цинк}}^B = 90,00.$$

В соответствии с данными очистки, произведем расчет ущерба водному объекту в 2015 году, используя формулы:

$$M^B = \sum m_i^B \cdot A_i^B = (0,635450 - 0,0063545) \times 1 = 0,6290955 \text{ т/г},$$

$$A_{\text{железо}}^B = 1,00,$$

$$Y_{\text{пр}}^B = Y_{\text{уд,г}}^B \cdot M^B \cdot K_{\text{э,г}}^B = 8219,2 \times 0,6290955 \times 1,2 = 6204,79 \text{ руб.},$$

$$A_{\text{хром, цинк}}^B = 90,00,$$

$$M^B = (0,018860 - 0,0001886) \times 90 = 1,680426 \text{ т/г (хром)},$$

$$Y_{\text{пр}}^B = Y_{\text{уд,г}}^B \cdot M^B \cdot K_{\text{э,г}}^B = 8219,2 \times 1,680426 \times 1,2 = 16574,11 \text{ руб.},$$

$$M^B = (0,061373 - 0,00061373) \times 90 = 5,4683343 \text{ т/Г (цинк)},$$

$$U_{\text{пр}}^B = U_{\text{уд,Г}}^B \cdot M^B \cdot K_{\text{э,Г}}^B = 8\,219,2 \times 5,4683343 \times 1,2 = 53\,934,40 \text{ руб.}$$

$$U_{\text{пр}}^B = 6\,204,79 + 16\,574,11 + 53\,934,40 = 76\,713,30 \text{ руб./Г.}$$

В результате произведенных расчетов сумма платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты в пределах установленных лимитов в 2015 году составила 2 924,24 руб./год. Сумма платы за сверхлимитные платежи составила размере 36 553,05 рублей.

Сумма предотвращенного экономического ущерба, причиняемая водному объекту рыбохозяйственного значения, составила 76 713,30 рублей.

6 Социальная ответственность

Для процессов нанесения гальванических покрытий характерно наличие некоторых специфически опасных и вредных факторов. Опасным производственным фактором называется фактор, воздействие которого на работающего, в определенных условиях, может привести к травме или к внезапному ухудшению здоровья [38]. Вредным – к снижению работоспособности или к заболеваниям. К опасным и вредным производственным факторам относятся: вредные химические вещества, шум, вибрация, микроклимат помещений и др.

6.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в цехе гальваники

Метеорологические условия в гальванических цехах в основном определяются технологическими процессами, в частности, наличием ванн и другого оборудования, где используются нагретые электролиты, промывочные воды и другие растворы, а также происходит нагрев электродов в процессе работы ванн. Эти отдельные источники тепловыделений в сумме приводят к повышению температуры воздуха рабочей зоны, которая иногда выше норм, установленных ГОСТ 12.1.005-88.

В результате при наблюдениях в холодный период в цехах, небольших по площади и объёму производственного помещения, отмечается значительный перепад температур по высоте помещения за счёт поступления холодного, более тяжёлого воздуха извне и его распространения на высоте 0,5 – 1,0 м выше нулевой отметки [39]. При этом нижняя часть тела работающих постоянно подвергается воздействию более низкой температуры. Отмечается увеличенная подвижность воздуха в пределах 0,32 – 0,54 м/с, иногда до 1,0 – 1,3 м/с, усугубляющая неблагоприятное воздействие холодного воздуха на

работающих. Холодный период: категория работ – легкая 20 – 23 °С, средней тяжести 17 – 23 °С, тяжелая 16 – 18 °С.

Теплый период: категория работ – легкая 22 – 25 °С, средней тяжести 20 – 23 °С, тяжелая 18 – 21 °С.

Другой особенностью гальванических цехов является повышенная относительная влажность воздуха. Производственные условия характеризуются постоянными показателями относительной влажности 75 – 80% за счёт интенсивного испарения растворов и их уноса пузырьками газа. Особенно относительная влажность воздуха отмечается у травильных кислотных ванн с температурой раствора до 90 °С, горячих ванн хромирования и других нагреваемых гальванических и промывочных ванн. Повышенная влажность сочетается с поступлением в воздух паров и аэрозолей химических веществ. При снижении температуры воздуха в помещении происходит туман образование в результате конденсации паров. Иногда туман образуется при открывании крышек над ваннами или при нарушении поверхностного слоя пены, получаемой при применении ПАВ в ванне [40].

Средства защиты органов дыхания предназначены для того, чтобы предохранять от вдыхания и попадания в организм человека вредных веществ. Существует два типа средств защиты органов дыхания - фильтрующие и изолирующие. Фильтрующие подают в зону дыхания очищенный от примесей воздух рабочей зоны, изолирующие – воздух из специальных емкостей или из чистого пространства, расположенного вне рабочей зоны. Для работ в особо опасных условиях и чрезвычайных ситуациях применяют изолирующие средства индивидуальной защиты. Выбор средства зависит от комплекса негативных факторов, характерных для конкретного вида работ [41].

Ультразвук применяется при очистке, обезжиривании и для интенсификации гальванических процессов. Эти операции осуществляются в специальных ультразвуковых ваннах. Чаще всего в качестве источника ультразвуковых колебаний применяются генераторы УЗГ-10, УЗМ-10 мощностью 10кВт.

При работе ультразвуковых ванн очистки и обезжиривания возникают одновременно звуковые и ультразвуковые колебания.

Шум возникает также от работы генератора, колебаний стенок ванны и явлений кавитации. Ультразвуковые колебания воздействуют на рабочих через рабочую среду в течении всей смены, что неблагоприятно влияет на их здоровье.

Направленность действия колебаний сохраняется на расстоянии 25 – 50 см от оборудования. Кроме того, происходит непосредственное контактное действие ультразвука – при загрузке и выгрузке деталей. При удерживании деталей в руках контакт носит кратковременный характер, поэтому действие менее выражено.

Интенсивность ультразвуковых колебаний при очистке деталей исследовалась вместе с параметрами шума и вибрации над ваннами на расстоянии 0,25 – 5 м от ванны.

Результаты исследований показали превышение предельно допустимых уровней звукового давления [42]. При расположении ультразвуковой ванны в вытяжном шкафу уровень звукового давления уменьшается на 5 – 6 дБ.

Характеристикой воздушного ультразвука на рабочих местах являются уровни звукового давления в децибелах со среднегеометрическими частотами 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 кГц.

Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах не должны превышать значений, среднегеометрические частоты, 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 100,0 кГц. Уровень звукового давления, 80; 80 (90); 100; 105; 110 дБ. Соответственно.

Допустимые уровни виброскорости и ее пиковые значения на рабочих местах не должны превышать значений, среднегеометрические частоты октавных полос, 8 – 63; 125 – 500; $1 \cdot 10$ – $31,5 \cdot 10$ кГц. Пиковые значения виброскорости, $5 \cdot 10$; $8,9 \cdot 10$; $1,6 \cdot 10$ м/с. Уровни виброскорости, 100; 105; 110 дБ. Соответственно.

Допустимые уровни контактного ультразвука следует принимать на 5 дБ ниже значений, в тех случаях, когда работающие подвергаются совместному воздействию воздушного и контактного ультразвука [43].

Для исключения контакта с источниками ультразвука необходимо применять: дистанционное управление оборудованием; автоблокировку, т.е. автоматическое отключение оборудования при выполнении вспомогательных операций (загрузке и выгрузке продукции, нанесении контактных смазок и т.д.); приспособления для удержания источника ультразвука или обрабатываемой детали.

Для защиты рук от возможного неблагоприятного воздействия контактного ультразвука в твердой или жидкой средах необходимо применять две пары перчаток – резиновые (наружные) и хлопчатобумажные (внутренние) или только хлопчатобумажные.

Для защиты работающих от неблагоприятного воздействия воздушного ультразвука следует применять противошумы по ГОСТ Р 12.4.213-99.

Шум. Кроме вредного действия шума в комбинации с ультразвуком он может возникать и самостоятельно и в сочетании с вибрацией при работе установок вентиляторов воздушного охлаждения генераторов электрогидроочистки, камер струйной очистки, галтовочных барабанов, полировальных станков, дробилок и смесителей в отделениях приготовления электролитов, при работе электрохимического и электрофизического оборудования [44]. Одним из постоянных источников производственного шума в гальванических цехах являются генераторы постоянного тока, выпрямители переменного тока и вентиляторы.

Средства защиты органов слуха используют в шумных производствах и при обслуживании энергоустановок. Правильное и постоянное применение средств защиты слуха снижает шумовую нагрузку. Чтобы добиться эффективного снижения шумового воздействия, необходимо постоянно применять средства защиты органов слуха, поскольку даже кратковременное

снятие средств защиты в условиях шума значительно снижает эффективность защиты.

Количественная характеристика шума зависит от численности, типа и мощности оборудования, его расположения. Так, полировальные станки характеризуются шумом, интенсивность которого превышает допустимые уровни. На рабочих местах гальваника при нанесении хрома, кадмия, меди, цинка, никеля уровень шума достигает 86 – 87 дБ. В общем фоновый уровень шума в гальванических цехах, зависящий от одновременной работы всех видов оборудования, составляет 76 – 84 дБ.

Вибрация сопровождает работу полировального оборудования и передаётся при этом на руки работающих. Виброустановки чистовой обработки поверхности в автоматическом режиме не являются источниками вибрации как вредного производственного фактора.

Как указано выше, все физические факторы (шум, ультразвук, вибрация) часто действуют в сочетании друг с другом, усугубляя вредное воздействие каждого из них.

Влияние недостаточной освещенности на физиологическое состояние организма человека. Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Установлено, что свет, воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма, регулирует обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Сравнительная оценка естественного и искусственного освещения по его влиянию на работоспособность показывает преимущество естественного света [45]. При этом все аспекты качества освещения играют роль в предотвращении несчастных случаев. Неравномерное освещение может создавать проблемы адаптации, снижая видимость. Работая при освещении

плохого качества или низких уровней, рабочие могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к головным болям. Головные боли также могут быть вызваны пульсацией освещения.

Наиболее распространенным в проектной практике для рабочего места гальванического цеха является расчет освещения по методу коэффициента светового потока. Этот метод дает возможность подсчитать световой поток источников света, необходимый для создания нормальной освещенности расчетной горизонтальной поверхности.

Технологический процесс нанесения гальванопокрытий характеризуется широким применением различных химических веществ, что имеет основное значение в оценке состояния условий труда.

Безопасность зависит и от характера труда. Внедрение автоматизации и комплексная механизация производственных процессов уменьшают непосредственный контакт работающих с химическими веществами и составами. Этот контакт очень выражен при постоянном или периодическом выполнении ручных работ.

Известно, что существует три возможных пути поступления вредных веществ в организм человека: через органы дыхания, кожу, пищеварительный тракт.

При повышении температуры растворов содержание растворителей в воздухе рабочей зоны превышает ПДК. Особенно увеличивается концентрация бензина и Уайт-спирита в воздухе при ручном обезжиривании деталей.

При выполнении работ по обезвреживанию электролитов (растворов) соблюдать требования ИОТ № 253-11 «Для работников общества», ИОТ № 357 – 09 «Для гальваников», ИОТ № 353-06 «О порядке оказания первой доврачебной помощи пострадавшему», ПБ 01-09 «О мерах пожарной безопасности в ООО «Юргинский машзавод»», в спец. одежде и с применением средств индивидуальной защиты, а именно: халат или костюм для защиты от кислот ГОСТ 12.4.131-83, ГОСТР.12.4.248-2008; сапоги резиновые ГОСТ

12.4.103-83; ботинки кожаные для защиты от кислот ГОСТ 12.4.137-84; фартук прорезиненный с нагрудником ГОСТ 12.4.029-76; перчатки резиновые кислотостойкие ГОСТ 20010-93; очки защитные ГОСТ Р 12.4.230.1-2007; респиратор ЗМ 9926 ГОСТ Р 12.4.191-99.

6.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в цехе гальваники

В гальванических цехах существует потенциально опасный фактор-возможность поражения электрическим током. Хотя обычно используется постоянный ток напряжением до 12 В, который является безопасным, но в отдельных случаях, например, при оксидировании алюминия, необходим ток напряжением до 120 В. Кроме того, в гальванических цехах имеется большое число оборудования, находящегося под напряжением, что в сочетании с влажностью воздуха и окружающих поверхностей, возможностью контакта с растворами создают условия для поражения работающих электротоком и статическим электричеством [46].

Следует указать, что к особо опасным помещениям по электротехническим правилам относят помещения, где относительная влажность составляет 100 % и при этом в воздухе имеются пары, газы и жидкости агрессивного характера, которые легко воспламеняются. Помещения повышенной опасности - это помещения, в которых относительная влажность достигает 75 %.

Гальванические цехи и участки соответствуют приведённым условиям. Применение органических веществ в виде растворов, аэрозолей и пыли, с одной стороны, и источников тока с возможностью искрения или короткого замыкания, с другой, создаёт опасность возникновения пожаров и взрывов.

Возможными источниками пожаров, кроме неисправности электросети, могут быть:

- На шлифовально-полировальных участках - наличие органической пыли и искрение шлифовальных кругов;

- В кладовых и складах химикатов- неправильное хранение растворителей с окислителями;

- На участках обезжиривания- операции ручной протирки изделий бензином. При этом в результате трения может произойти воспламенение.

Кроме перечисленных причин в гальванических цехах возможно самовоспламенение промасленных органических материалов, причиной которого является лёгкое и быстрое окисление жиров кислородом воздуха. Известны случаи воспламенения промасленной одежды в шкафах, а также ветоши, используемой для протирки и находящейся в карманах спецодежды. Может произойти также самовоспламенение некоторых химических веществ при случайном совместном их хранении с сильными окислителями, например, окиси хрома и органических растворителей [47].

Из изложенного выше можно сделать следующие выводы:

- Технология гальванопокрытий характеризуется большим разнообразием применяемых химических веществ на всех стадиях подготовки поверхности и при нанесении покрытий. Следовательно, при оценке этой технологии с точки зрения безопасности труда наибольшее значение имеет химический фактор, который определяет состояние производственной среды и оказывает непосредственное вредное воздействие на здоровье работающих;

- Химический фактор в производственных условиях часто действует в комбинации с высокой температурой растворов, например, в обезжиривающих, гальванических, промывочных ваннах. Это еще больше увеличивает его вредное воздействие;

- Наличие химических и физических факторов, в частности, электрического тока создаёт опасность травмирования работающих;

- Примерная однотипность процессов и операций, их многократная повторяемость позволяют внедрить комплексную механизацию и

автоматизацию с программным управлением, в результате объём ручных операций может быть значительно уменьшен.

6.3 Защита в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Аварии на очистных сооружениях:

- аварии на очистных сооружениях сточных вод промышленных предприятий с массовым выбросом загрязняющих веществ;
- аварии на очистных сооружениях промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ.

С целью предотвращения ЧС на предприятии ООО «Юргинский машзавод» ведется прогнозирование чрезвычайных ситуаций. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций включает оценку вероятности опасного события, последствий и возможного времени его возникновения, а также темпы изменения вероятности возникновения со временем и сравнительного влияния отдельных факторов трудового и технологического процесса и производственной обстановки, и тенденций их изменения на вероятность события.

Аварийная ситуация, её предупреждение: порыв трубопровода; размораживание трубопровода в зимний период; перелив стоков из приемных емкостей. Дабы избежать неприятные чрезвычайные ситуации необходимо заранее проводить проверку рабочего оборудования, газоходов, кислотопроводов, воздухопроводов систем безопасности и прочего оборудования [48]. Проводить планово-предупредительные работы. Постоянно соблюдать меры предосторожности и правила техники безопасности.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности на предприятии ООО «Юргинский машзавод» регламентируются на основе следующей документации (нормативные ссылки):

- ПОТ РМ-004-97 Межотраслевые правила по охране труда при использовании химических веществ;
- ГОСТ 9.305-84 ЕСЗКС Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Операции технологических процессов получения покрытий;
- ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
- ГОСТ 12.3.008-75 Производство покрытий металлических и неметаллических неорганических. Общие требования безопасности;
- ИМ ИСМ В.2-21-2007 Требования к оформлению технологических инструкций;
- Р ИСМ В.2-14-2008 Порядок разработки внедрения и изменения технологических документов;
- СТО 406-0501-2007 Покрытия металлические и неметаллические. Порядок выбора и назначения;
- Инв.№5029-11 Методика по приготовлению и корректированию электролитов (растворов).

Помимо приведенных выше законодательных и нормативных документов, по данной теме существуют специальные правовые нормы трудового законодательства.

Гальваническое производство сопряжено с выделением большого количества вредных для организма человека паров, газов и пыли, а также с повышенной температурой и повышенной влажностью воздуха в помещении. Особенно вредны процессы, связанные с применением ядовитых веществ.

При рассмотрении требований к технологическим процессам и оборудовании следует иметь в виду, что кроме отраслевых нормативно-

технических документов по указанным вопросам имеются ГОСТ 12.3.008-19, а также Межотраслевые нормативные материалы НОТ, обязательные для проектирования технологических процессов и оборудования. Кроме этого все требования к технологическим процессам и оборудованию должны соответствовать «Санитарным правилам организации технологических процессов и гигиеническим требованиям к производственному оборудованию» по ГОСТ 12.3.008-99. Проектирование и конструирование основного и вспомогательного оборудования в гальванических цехах должно соответствовать эргономическим требованиям, установленным «Межотраслевые нормативные материалы НОТ, обязательные для проектирования технологических процессов и оборудования». Особенно важно соблюдение требований, предъявляемых к органам управления, установленных ГОСТ 12.3.008-99, которые сводятся к следующему: органы управления должны иметь форму, размеры и поверхность, безопасные и удобные для работы; располагаться в рабочей зоне так, чтобы расстояние между ними не затрудняло выполнение операций; размещаться с учетом требуемых для их перемещения усилий и направлений в соответствии с последовательностью и частотой их использования; приводятся в движение усилиями, не превышающими установленных нормами.

Применение ручных работ допустимо при отсутствии в технологическом процессе веществ 1-го и 2-го классов опасности и с использованием средств коллективной и индивидуальной защиты работающих.

Расположение оборудования в цехе обеспечивает, удобства и безопасность его обслуживания и ремонта. Автоматизация позволила значительно снизить расходы химикатов и одновременно оздоровить производственную среду.

Труд рабочих-гальваников при постоянном выполнении ручных операций можно отнести к категории тяжелых из-за большой физической нагрузки и неудобной рабочей позы. В результате происходит утомление мышц конечностей и плечевого пояса. Регламентированные перерывы и другие меры

по установлению режима труда и отдыха не компенсируют утомления, развивающегося в процессе работы.

Большое значение для оценки состояния безопасности труда в гальваническом цехе имеет характеристика воздушной среды в отделении приготовления электролитов, где всегда отмечаются высокие концентрации пыли и паров токсических веществ, особенно во время растаривания материалов, дозировки, приготовления растворов, смешивания сыпучих компонентов и транспортных операций. Подобные условия отмечаются даже на крупных современных предприятиях [49].

Выявлены и проанализированы вредные и опасные факторы, связанные с гальваническим производством, рассмотрены правовые и организационные основные законодательные и нормативные документы.

Одним из наиболее неблагоприятных факторов гальванического производства является загрязнение наружного воздуха на территории предприятия и внутренних помещениях соединениями металлов и различными ядовитыми парами, а также выбросы кислоты.

Помимо использования вентиляции, дабы избежать неприятные чрезвычайные ситуации необходимо заранее проводить проверку рабочего оборудования, газоходов, кислотопроводов, воздухопроводов систем безопасности и прочего оборудования [50]. Проводить планово-предупредительные работы. Постоянно соблюдать меры предосторожности и правила техники безопасности.

Заключение

В дипломном проекте рассмотрено воздействие гальванического производства ООО «Юргинский машзавод» на водный объект. Подробно рассмотрены существующие методы очистки гальванических сточных вод.

Проведен анализ методов очистки гальванических сточных вод. В результате анализа пришли к выводу, что наиболее целесообразно применить очистку сточных вод электрокоагуляционным методом.

Оценена работоспособность существующего оборудования. В связи с износом оборудования, его степень очистки снизилась по сравнению с его изначальными техническими характеристиками.

Разработана технологическая схема очистных сооружений. В состав предлагаемой схемы очистки гальванических стоков входит: узел корректировки значений pH; электрокоагулятор для перевода тяжелых металлов в нерастворимую форму; узел разделения суспензии, представляющий собой отстойник с тонкослойными модулями для осаждения образовавшихся гидроксидов; узел тонкой фильтрации и осветления сточной воды; узел обезвоживания осадка.

Рассчитаны параметры основных элементов проектируемых очистных сооружений.

Рассчитана сумма предотвращенного эколого-экономического ущерба, после внедрения предлагаемого очистного сооружения. Сумма предотвращенного эколого-экономического ущерба, причиняемая водному объекту, составила 76 713,30 руб./год.

В разделе социальная ответственность проекта проанализированы опасные и вредные производственные факторы рабочего места оператора очистных сооружений ООО «Юргинский машзавод». Выделены основные из них, влияющие на производительность труда и здоровье обслуживающего персонала.

Список используемых источников

1. Методы очистки промышленных сточных вод: учеб. пособие / Л. В.Василенко, А.Ф.Никифоров, Т.В. Лобухина– М: Стройиздат, 1998. –38 с.
2. Проектирование малых очистных сооружений: учеб. пособие / А.Г.Гудков - Вологда: ВоГТУ, 2000. –179 с.
3. Яковлев С. В. Водоотводящие системы промышленных предприятий / С.В. Яковлев. – М.: Стройиздат, 1990. – 321 с.
4. Карелин Ф.Н. Исследование возможности гиперфильтрационного концентрирования электролитов выше границы полной гидратации / Ф.Н. Карелин, В.С. Тихонов – М.: Стройиздат, 2002. – 301 с.
5. Очистка производственных сточных вод / С.В. Яковлев, Я.Н. Карелин, Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов. – М: Стройиздат, 1985. – 511 с.
6. Гвоздев В.Д. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков / В.Д. Гвоздев, Б.С. Ксенофонтов – М: Химия, 1988. – 117 с.
7. Яковлев С.А. Водоотведение и очистка сточных вод / С.А. Яковлев, Ю.В. Воронов – М: Стройиздат, 2002. – 701 с.
8. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / С.С. Виноградов –М.: Глобус. 2002. – 17с.
9. Алешин В.С. Технология очистки сточных вод гальванических производств / В.С. Алешин.– Ростов-на-Дону, 2001. – 67 с.
10. Ажогин Ф.Ф. Гальванотехника. Справочное издание / Ф.Ф. Ажогин, М.А. Беленький, Ч.В. Гальев. – М.: Металлургия, 1987. –202 с.
11. Каданер А.И. Справочник по гальванике / А.И. Каданер. –М.: Металлургия, 1976. – 268 с.
12. Ямольский А.М. Краткий справочник Гальванотехника /А.М. Ямольский, В.А. Ильин. – М.: Машиностроение, 1981. – 26 с.
13. Виноградов С.С. Организация гальванического производства / С.С.Виноградов.– М.: Глобус, 2005. – 337 с.

14. Смирнов Д.Н. Очистка сточных вод в процессе обработки металлов / Д.Н.Смирнов, В.Е. Генкин.– М.: Металлургия, 1976. – 369 с.
15. Смирнов Д.Н. Очистка сточных вод в процессах обработки металлов / Д.Н. Смирнов.– М.: Металлургия, 1980. – 195 с.
16. Бейгельдруд Г.М. Технология очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов / Г.М. Бейгельдруд. – М.: Строиздат, 1999. – 445 с.
17. Стерман Л.С. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС / Л.С. Стерман, В.Н. Покровский.– М.: Энергоатомиздат, 1991. – 326 с.
18. ГОСТ 9.306-85 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения (с Изменениями № 1, 2, 3), переиздание (ноябрь 1996 г.), утвержденными в октябре 1985 г., феврале 1987 г., мае 1993 г. (ИУС 1-86, 5-87, 8-92), 1996. – 23 с.
19. ГОСТ 12.3.008-75 Производство покрытий металлических и неметаллических неорганических. Общие требования безопасности. Введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 4 сентября 1975 г. Переиздание октябрь 2000 № 2328, 2000. – 15 с.
20. Апельцин И.Э. Опреснение воды /И.Э. Апельцин.– Москва, 1968. – 222 с.
21. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии / Ю.И. Дытнерский.– Москва, 1983. – 67 с.
22. Зацепин В.Н. Канализация / В.Н. Зацепин, Г.Г. Шигорин, М.В. Зацепина –Л.: Стройиздат, 1976. – 272 с.
23. Карюхина Т.А.Контроль качества воды / Т.А.Карюхина, И.Н. Чурбанова – М: Стройиздат, 1977. – 88 с.
24. Прозоров И.В.Гидравлика, водоснабжение и канализация городов / И.В. Прозоров,Г.И. Николадзе,А.В.Минаев.– М.: Высшая школа, 1975. – 422 с.

25. Попкович Г.С. Автоматизация систем водоснабжения и канализации / Г.С. Попкович, А.А. Кузьмин. Издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Стройиздат, 1983. – 115 с.
26. Николадзе Г. И. Коммунальное водоснабжение и канализация / Г.И. Николадзе. – М.: Стройиздат, 1983. – 437 с.
27. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения / В.Д. Дмитриев, Д. А. Коровин, А. И. Кораблев. – Л.: Стройиздат, 1988. – 387 с.
28. Очистка сточных вод различных производств с применением наилучших доступных технологий / Д.В. Павлов, В.А. Колесников // Чистая вода: проблемы и решения. – 2010. – № 2-3. С. 26 – 31.
29. Применение вакуумных выпаривателей для очистки сточных вод гальванического производства / В.Б. Тулепбаев, И.О. Дьяченко // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2008. – № 1. С. 16 – 24.
30. Водоснабжение и санитарная техника / Д.В. Павлов, В.А. Колесников // Очистка сточных вод гальванического производства: новые решения. – 2012. – № 6. С. 6 – 18.
31. Гогина Е.С. Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и водоотведения / Е.С. Гогина, А. Д. Гуринович, Е.А. Урецкий. – М.: Справочное пособие, 2012. – 258 с.
32. Колесников В.А. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод / В.А. Колесников, Н.В. Меньшутина. – М., 2005. – 201 с.
33. Селицкий Г.А. Электрокоагуляционный метод очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов / Г.А. Селицкий. Охрана окружающей среды: Обзор. информ. // ЦНИИцветмет экономики и информации. – М, 1987. – вып. №2. – 321 с.
34. Назаров М.В. Очистка прородных и сточных вод с применением электрохимических методов / М.В. Назаров. – Уфа, 2008. – 192 с.

35. Киселева Н.В. Реагентная очистка сточных вод гальванического производства от ионов тяжелых металлов/ Н.В. Киселева. - Казань, 1999. – 187 с.
36. Теоретические основы защиты окружающей среды: учеб. пособие /В.Ф.Панин – СПб.: ИздательствоТомск: ТПУ, 2009. –102 с.
37. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов / В.М. Гришагин. ЮТИ НИ ТПУ, 2012.
38. Расчеты по обеспечению комфорта и безопасности: учеб. пособие /В.М.Гришагин, В.Я. Фарберов– Томск: ТПУ, 2007. – 155 с.
39. Банников А. Г. Охрана природы/ А.Г. Банников, А.К. Рустамов, А.А. Вакулин.– М: Агропромиздат, 1987 – 198 с.
40. Пальгунов П.П. Утилизация промышленных отходов /П.П. Пальгунов, М.В. Сумароков.– Москва, 1990. –53 с.
41. Канализация и ее основные сооружения [Электронный ресурс] / Вся электронная библиотека. – URL: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-144-2/163.h>.Дата обращения: 16.04.2016.
42. Сточные воды [Электронный ресурс] / Вся электронная библиотека. – URL: <http://kanalizaciya doma.ru/sistemi/stochnye-vod>.Дата обращения: 18.04.2016.
43. Очистные сооружения производственных стоков [Электронный ресурс] / Вся электронная библиотека. – URL: <http://www.biostock.ru/ochistka-stokov.ht>. Дата обращения: 18.04.2016.
44. Родионов А.И. Техника защиты окружающей среды / А.И.Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочетников.– Москва, 1989. –269 с.
45. Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия: Постановление Правительства РФ от 28 августа 1992 г. N 632 (с изменениями и дополнениями ред. от: 27.12.1994, 14.06.2001, 6.03.2012, 30.04, 26.12.2013) // Собрание законодательства РФ. – 1992. – №1148.

46. О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления: Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 № 344. (ред. от 30.04.2013, 26.12.2013) // Собрание законодательства РФ. – 2013. – № 393, № 1273.

47. ГОСТ Р 22.8.05-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий аварий на химически опасных объектах. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 13 с.

48. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. 5 издание (ред. от 01.2008), 2008. – 18 с.

49. Обоснованность и необоснованность применения разных перечней ПДК для стоков гальванического производства / С.С.Виноградов, Кудрявцев В.Н. // Водоснабжение и канализация. – 2010. – № 3. – С. 48 – 51.

50. Гармонизация экологических стандартов / М.В. Бегак, Т.В.Гусева // Россия в окружающем мире. – 2009. – № 12. С. 25 – 31.

51. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 29.12.2014) [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство; Версия Проф. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=183043>. Дата обращения: 16.04.2016.