

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Экоаналитика и экозащита

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Модернизация системы очистки газовых выбросов промышленного предприятия

Студент

И. М. Сладков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.б.н., доцент, О.В. Мухортова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Основные слова: металлургия; производство; промышленные газы; очистка; экология.

Тема дипломной работы – «Модернизация системы очистки газовых выбросов промышленного предприятия».

В разделе «Характеристика производственного объекта» указан действительный адрес, основной вид деятельности связанный с газовыми выбросами, а также описана структура управления и представлены технологии исследуемого предприятия.

В разделе «Анализ безопасности объекта» проведен анализ безопасности оборудования (в рамках предотвращения воздействия на состояние человека разумного и окружающую среду). Проводился мониторинг системы очистки газовых выбросов в рамках улучшения качества атмосферного воздуха. В разделе так же проводился анализ ресурсосбережения и образования отходов на промышленном предприятии и на границе СЗЗ.

В разделе «Разработка мероприятий по модернизации системы очистки газовых выбросов на промышленном предприятии» предложена система очистки газовых выбросов на промышленном предприятии.

В разделе «Выработка рекомендаций по повышению экологической безопасности процесса обслуживания предприятия» описаны проявленные недочеты в области сохранения окружающей среды (экосистемы) и предложено техническое решение некоторых проблем.

В разделе «Охрана труда» представлен процесс внедрения различных видов сигнализации о неисправности или нарушении работы производственного оборудования, на примере газовой трубы. Также включение в работу приборов для вынужденной остановки и устройств, позволяющих определить прекращение энергопотребления.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» показан анализ прогнозируемых производственных аварий или катастроф. Приведен пример использования новых технических систем предупреждения, а также оповещения работников о возникновении опасных ситуаций на предприятии.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» отображен анализ текущих проектов отходов и на них лимитов, а также их размещение. Показаны журналы учета по обращению с отходами и составление отчетных форм по начисленным экологическим платежам, и, следовательно, рассчитана эффективность природоохранных организаций и проведения процедур.

Содержание

Введение.....	5
Термины и определения.....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1. Характеристика технологического процесса	8
2. Анализ безопасности объекта	11
2.1 Анализ безопасности оборудования (в рамках предотвращения вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду).....	11
2.2 Мониторинг системы очистки газовых выбросов в целях улучшения качества атмосферного воздуха и предотвращения его вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду	14
2.3 Анализ ресурсосбережения и образования отходов на промышленном предприятии и на границе СЗЗ	17
3. Разработка мероприятий по модернизации системы очистки газовых выбросов на промышленном предприятии.....	27
4. Выработка рекомендаций по повышению экологической безопасности процесса обслуживания предприятия.....	30
5. Охрана труда.....	36
6. Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	40
7. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	43
Заключение	46
Список используемых источников.....	48

Введение

Особенностью больших городов можно выделить экономическое развитие, которое связано с наличием промышленных предприятий. Работа крупных заводов или фабрик напрямую, или косвенно негативно воздействуют на окружающую среду. Первостепенно, выделяется загрязненность атмосферы, так как многие загрязняющие вещества становятся причиной изменений экосистемы. Производственная пыль образуется при многих промышленных технологических процессах. Она выводит из строя оборудование, снижает качество продукции и может быть причиной многих профессиональных заболеваний рабочих. Поэтому одной из важнейших проблем является защита воздушного бассейна от загрязнений. Для сокращения выбросов вредных веществ в окружающее пространство и очистки уходящих газов от вредных микропримесей вводятся более современные технологические процессы. Увеличиваются разнообразие выпуска высокоэффективных газоулавливающих и пылеулавливающих аппаратов и установок (автоматических и полуавтоматических), которые более точно следят за состоянием атмосферного воздуха, почвы и воды.

Цель практики – исследование аспектов воздействия на окружающую среду предприятия ООО «ХЗГА».

Задачи практики:

- изучить характеристику предприятия, вид деятельности, оказываемые услуги и технологическое оборудование ООО «ХЗГА»;
- изучить влияние хозяйственной деятельности ООО «ХЗГА» на природную среду;
- проанализировать исполнение в ООО «ХЗГА» мероприятий по защите атмосферного воздуха и отходах производств.

Термины и определения

Санитарно-защитная зона – это особая важная территория с режимом использования (от 50 до 1000 м), устанавливается по периметру производств, которое являются источниками неблагоприятного действия на экосистему, включая человека разумного (*Homo sapiens* Linnaeus, 1758).

Загрязнение окружающей среды – это привнесение в окружающую среду или возникновение новых загрязнителей либо превышение естественного уровня этих загрязнителей.

Отходы производства – разнообразные вещества и/или предметы образованные в процессе использования в производстве, потребление, выполнение различных работ, при оказании всех видов услуг, которые перерабатываются, а также могут утилизироваться или захораниваются.

«Экологические факторы – свойства среды обитания, определяющие условия метаболизма организма (включая микро- и макросистемы) и экосистемы. Например, работа абиотических факторов: наличие углекислого газа, доступ кислорода, влажность и рыхлость почвы и другое. Индифферентные элементы среды, например инертные газы являются экологическими факторами, но их роль крайне ограничена» [16].

Экологическое действие – любое действие, а также деятельность в рамках этих программы, предназначенных, показывать положительное влияние на природу.

Перечень сокращений и обозначения

СЗЗ – санитарно-защитная зона

ХЗГА – «Хвалынский завод гидроаппаратуры»

NDIR – не дисперсионный инфракрасный метод

TDLAS – полупроводниковая лазерная абсорбционная спектроскопия

DOAS – дифференциальная оптическая абсорбционная спектроскопия

ПДК – предельно допустимая концентрация

ГСМ – горюче смазочные материалы

АКБ – аккумуляторная батарея

СИЗ – средства индивидуальной защиты

ЧС – чрезвычайная ситуация

ООО – общество с ограниченной ответственностью

БУИ – блок управления индексации

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов

ТБО – технические бытовые отходы

1 Характеристика технологического процесса

Производственная практика проходит на предприятиях компании: ООО «ХЗГА».

Общество с ограниченной ответственностью «ХЗГА» зарегистрирована по адресу 412780, Саратовская обл., г. Хвалынский, ул. Имени К. С. Петрова-Водкина, д. 18.

Генеральный план ООО «ХЗГА» представлен на рисунке 1.

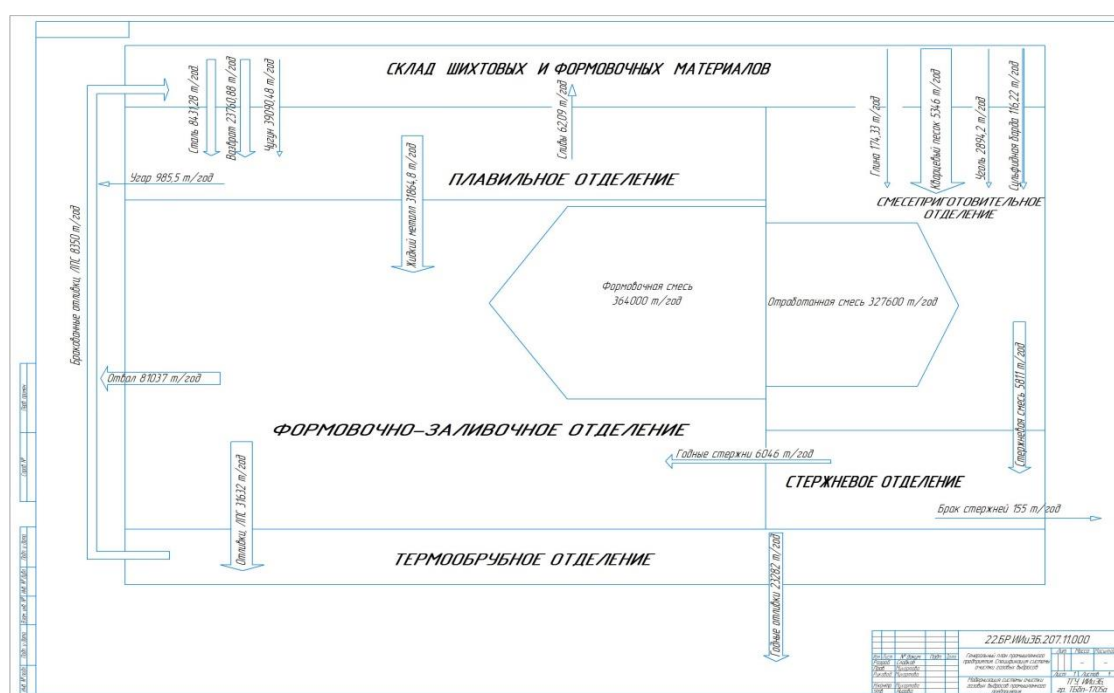


Рисунок 1 – Генеральный план компании: ООО «ХЗГА»

«Основным видом деятельности компании Общество с Ограниченной Ответственностью «Хвалынский Завод Гидроаппаратуры» является производство прочего электрического оборудования» [15].

ООО «Хвалынский завод гидроаппаратуры» - изготовитель и поставщик электромагнитов управления для гидроаппаратуры, магнитных уловителей и магнитных патронных сепараторов.

Технологическое оборудование компании ООО «ХЗГА» многообразно и довольно сложно в эксплуатации и по составу.

Технопарк ООО «ХЗГА» оснащен современным плавильным оборудованием, штамповочным оборудованием, токарными станками, средствами механосборки, ручным инструментом [7].

ООО «ХЗГА» оказывает следующие услуги по изготовлению различной сложной аппаратуры: магнитные уловители, патронные сепараторы, гидроаппаратуру.

Рассмотрим систему очистки газов, отходящих от двухкамерного горизонтального сушила в металлургической промышленности.

Газ имеет следующие параметры:

- расход газа при рабочих условиях: $L_2^{p,y} = 58000 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- температура газа: $t_g = 380 \text{ }^\circ\text{C}$;
- валовый выброс пыли: $M_{\text{пыли}} = 5,1 \text{ кг/ч}$;
- плотность частиц пыли: $\rho_{\text{ч}} = 4200 \text{ кг/м}^3$.
- валовый выброс оксида углерода $\text{MCO} = 4 \text{ кг/ч}$ [17].

Таковыми источниками загрязнения в плавильном производстве являются печи, участки для приготовления формовочных и стержневых смесей, а также цеха, где отливают металл, и отмечается очистка литья. При плавки различного металла применяются доменные, кислородные, дуговые и индукционные печи.

Горизонтальные двухкамерные сушила являются аппаратами периодического действия. Цикл сушки включает в себя: загрузку камер изделиями, сушку и разгрузку высушенных изделий. Изделия продуваются воздухом, обогащенным кислородом или кислородными смесями.

Именно в процессе циркуляции воздушных масс из сушила с отходящими газами выносятся 1,5 – 2,0 % пыли от массы заложенного материала. А также в процессе сушки выделяются оксиды углерода CO и CO₂, также частично окисляется сера, фосфор и азот. Их концентрация зависит от состава сырья.

Удаление вредных веществ от сушил производится с помощью местных отсосов, объединенных в общую аспирационную сеть. Загрязненные газы поступают в камеру дожигания, далее в теплообменный аппарат, с целью снижения температуры газов и на нагрев воды на технологические нужды, а затем на очистку.

В разделе «Характеристика производственного объекта» отображен адрес предприятия, вид деятельности организации, работа которого заключается в очистки газов, и вследствие, воздействию на среду, как в загрязнении атмосферного воздуха. Также расписана структура управления организацией, предоставлено описание технологии исследуемого предприятия.

2. Анализ безопасности объекта

2.1 Анализ безопасности оборудования (в рамках предотвращения вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду)

Рассмотрим процесс производства штамповочных изделий ООО «ХЗГА».

Идентификация экологических факторов и рисков представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификация важных экологических факторов и рисков предотвращения вредного воздействия на природную среду

Перечень технологического процесса, услуг и работ, на примере, проведение штамповочных работ в ООО «ХЗГА»			
Наименование процесса (вид работы)	Перечень рабочего оборудования (оснастка, инструмент)	Обрабатываемый материал, деталь, её конструкция	Перечень экологического фактора (выбросы в воздушную среду, сбросы в сточные промышленные и бытовые стоки, образующиеся отходы)
Изготовление металлических изделий	Горизонтальные двухкамерные сушила	Заготовки и изделия	Выбросы в атмосферный воздух от различной работающей и/или статической техники; Сбросы в сточные промышленные и бытовые стоки, загрязненные шламом; Образующиеся различные виды отходов, такие как стружка металлическая и промасленные тканевые отходы и т.д.

По сути, отходы - это сложный, субъективный, а иногда и спорный вопрос, и, по сути, обзор литературы свидетельствует о продолжающихся международных дебатах по определению отходов. Тем не менее многие природоохранные органы обычно определяют отходы как любые

выброшенные, отбракованные, оставленные, нежелательные или избыточные материалы, предназначены они или нет для продажи, рециркуляции, переработки, восстановления или очистки с помощью операции, отдельной от той, которая их произвела [2].

Отходы образуются самыми разными способами, и их состав и объем во многом зависят от моделей потребления и существующих промышленных и экономических структур. Они бывают в твердой, жидкой или газообразной форме, поэтому одна из мировых проблем – отходы [12]. Экологические угрозы могут включать загрязнение грунтовых и поверхностных вод фильтрами, а также загрязнение воздуха в результате сжигания отходов, которые не удаляются надлежащим образом. Поэтому в недавнем прошлом влияние отходов, особенно отходов горнодобывающей промышленности и добычи металлов, было в центре внимания [13].

За прошедшие годы были приняты различные законы об охране атмосферного воздуха, почвы и воды, а также вводятся программы повышения осведомленности общества с целью смягчения потенциальных угроз, связанных с отходами горнодобывающей и металлургической промышленности.

Поскольку не существует согласованных типичных руководящих принципов или законодательства по управлению отходами горнодобывающей и металлургической промышленности, различные законодательные акты сходятся в направлении одной цели - защиты окружающей среды и устойчивости.

Источниками воздействия на воздух, почву и воду в металлургии могут быть:

- часть геологической среды или/и техногенных образований;
- отвалы основные доменные шлаки пониженной прочности;
- красные шламы производства или бокситовым остатком, представляет собой промышленные отходы, образующиеся при переработке бокситов в глинозем с использованием процесса Байера;

- «пыле-газовые выбросы попадающие в атмосферный воздух, могут косвенно влиять на почву, растения, воду и т.д.;
- As и обычные примеси Sb, S, Fe, Ag, Ni; реже Bi и V, формирующиеся вследствие очистки стоков серноокислотных производств и/или сопутствующими рудными загрязнителями» [8].

«Зарубежные исследователи в научных трудах указывают, что часто в промышленном процессе, особенно, за рубежом применяются системы сухого и мокрого пылеулавливания» [8]. «Пимнева Л. А. в своей работе показала, что «в США Zn и Pb выделяются путем сбора пыли. Кроме этого, используется восстановительный обжиг окускованной пыли, возгонка с улавливанием конденсата, магнитная сепарация и флотация. В Германии для данных целей используются растворы серной, азотной или уксусной кислот, которые способны растворить почти весь Zn, но при малых его концентрациях раствориться может и железо. В Японии разделение Fe- и Zn-содержащих отходов осуществляется обычной магнитной сепарацией. В Бельгии и Люксембурге цинк и свинец из Fe-содержащих отходов выделяются методом флотации и экстракции щелочными растворами» [6].

«Для правильного и надежного проведения утилизации отходов не имеющих негативное воздействие на природную среду показывает физическое состояние и химический состав» [16]. «Отходы утилизируют с помощью отработанных технологий на основе трех подходов: непосредственным применением, переработкой при извлечении веществ, приносящих пользу и ликвидацией» [13].

«Существует проблема в области модернизации и внедрения готовых технологий переработки отходов на предприятиях, особенно в цветной металлургии. Возможно это связано с применением на предприятиях летучих металлов. Ученые пытаются вести исследования по безопасному извлечению важных химических элементов и выплавки (пирометаллургических) руд и отработанных металлов» [2]. «Одним из наиболее популярных способов утилизации отходов цветной металлургии в промышленных условиях

является объединение флотационным способом отвальных шлаков рудотермических печей на Дзезказганском и кислородно-факельной плавкой на Алмалыком горно-металлургических комбинатах» [1].

2.2 Мониторинг системы очистки газовых выбросов в целях улучшения качества атмосферного воздуха и предотвращения его вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду

Предъявляемое ФЗ № 219 (в действующей редакции от 26.03.2022) в ООО «ХЗГА» это использование «системы мониторинга промышленных выбросов CEMS-2000» [15]. Было рекомендован метод ИТС 22.1-2016. В системе CEMS-2000 возможно непрерывно отслеживать содержание газовых выбросов, таких как SO₂, NO, NO₂, CO, CO₂, O₂, а также твердых частиц, например, пыль. Возможно учесть концентрации опционально HF и HCl, H₂S, NH₃ и «контролировать температуру, давление, скорость потока и влажность отходящих газов» [10].

В системе CEMS-2000, в частности его газоаналитической части применяются оптические методы измерений, например:

- «дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии (DOAS) в диапазоне UV-Vis;
- не дисперсионный инфракрасный метод (NDIR);
- полупроводниковой лазерной абсорбционной спектроскопии (TDLAS)» [15].

Включая также твердые частицы, которые можно мониторить методом рассеянных частиц пыли в видимом излучении.

Измерения проводятся на основе «горячей и влажной пробы, это нагреваемый пробоотборный зонд, линия транспортировки пробы и измерительная ячейка, что полностью соответствует ИТС 22.1-2016» [15].

Дисперсный состав пыли приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Дисперсный состав пыли

d, мкм	2,5	4,0	6,3	10	16	25	40
Ф, %	5	5	7	13	25	25	20
Д, %	5	10	17	30	55	80	100
Р, %	95	90	83	70	45	20	0

По данным таблицы 2 строим интегральные кривые распределения $D(d_c)$ и $R(d_c)$ (прил. 1). «По номограмме определяем класс пыли (прил. 2)» [1].

В качестве твердой фазы в выбросе содержится окись железа Fe_2O_3 , валовый выброс $M_{пыли} = 5,1 \text{ кг/ч}$, плотность частиц пыли - $\rho_c = 4200 \text{ кг/м}^3$. Также в выбросе содержатся оксиды углерода CO, SO_2 , NO_x в газообразной фазе. Валовый выброс CO составляет: $M_{CO} = 4 \text{ кг/ч}$.

Окись железа – это ржавчина. При контакте с воздухом черные кристаллы Fe_2O_3 приобретают рыжий цвет. На организм человека Fe_2O_3 оказывает общетоксическое действие (тошнота, сыпь на коже и ее пигментация) [1].

Оксид углерода или CO, который является продуктом неполного сгорания топлива – это угарный газ. Токсичный газ, который, соединяясь с гемоглобином крови, образует прочное соединение, препятствующее переносу кислорода в организме. Именно поэтому необходимо проводить процесс дожигания CO до безвредного для организма человека CO_2 .

Оксиды азота NO_x и серы SO_2 могут являться причиной острых отравлений и профессиональных хронических заболеваний.

ПДК рабочей зоны для твердой части вредных веществ, содержащихся в выбросе, равен $0,04 \text{ мг/м}^3$.

2.3 Анализ ресурсосбережения и образования отходов на промышленном предприятии и на границе СЗЗ

В процессе любой производственной деятельности на предприятии образуются различного вида использованные материалы. Основные виды отходов ООО «ХЗГА» указаны в таблице 3.

Таблица 3 – «Главный перечень отходов производственной деятельности» [13]

Наименование основного отхода	Код отхода по ФККО	Класс опасности	Источник образования отхода
Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные утратившие потребительские свойства	47110101521	1	«Смена ртутьсодержащих ламп освещения»
Аккумуляторы свинцовые отработанные в сборе, без электролита	92011002523	3	Использование и ремонт транспортных различных средств
Отходы термометров, ртутные	47192000521	1	Износ изделий с утратой потребительских свойств
Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов около 15%)	91920402604	4	«Обтирка рук, оборудования и автомобилей»
Обтирочный материал, загрязненный лакокрасочными материалами (в количестве около 5%)	89211002604	4	Обтирка рук, оборудования и автомобилей
Шлак сварочный	91910002204	4	Обслуживание и ремонт транспортных средств
Остатки и огарки стальных сварочных электродов	91910001205	5	Обслуживание и еще ремонт транспортных средств
Покрышки пневматических шин с металлическим кордом отработанные	92113002504	4	Обслуживание и ремонт транспортных средств
Фильтры очистки масла автотранспортных средств отработанные	92130201523	3	Обслуживание и ремонт транспортных средств
Смет с территории предприятия малоопасный	73339001714	4	Уборка небольшой территории

В период проведения исследования на предприятие ООО «ХЗГА» проявились недочеты по организации сбора и временного хранения отходов. Такие, как открытые производственные площадки, а также наличие крытых стоянок. На складе горючих жидкостей имеется нарушенная поверхность площадки, что может привести к загрязнению почвы (литосферы) и воды (гидросферы). Еще одно из нарушений, это то что от 1 до 57 кг – это предельное количество накопления отходов, что не позволяет организовать правильную схему сбора. Для необходимо устранение отмеченных недостатков были предложены проектные решения в области безопасности по обращению с отходами на территории предприятия. По данным отечественной литературы [4, 5, 16]. Можно предложить, что для твердых бытовых отходов и различной ветоши предполагается на предприятии «раздельное хранение в закрытых металлических контейнерах, например, исключающих их случайное возгорание» [16].

«Временное размещение производственных и бытовых отходов осуществляется раздельно в хозяйственной зоне в соответствии с гигиеническими требованиями СанПиН 2.1.3684-21, по мере накопления отходы далее вывозятся специализированной организацией по договору. На рисунке 1 представлен пример хранения отходов на открытых площадках» [23, 24].

Основной расчет нормативов образования различных отходов выполнен на основании некоторых пособий:

- «Методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение», это был «указ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 05.08.2014 г. № 349»;
- «исходных данных предприятия»;
- «данных справочных материалов» [16, 19].

«Перечень использованных источников, на основании которых был выполнен расчет нормативов образования отходов, предоставлен в работе (Список используемых источников)» [16].

«Важные отходы, образующиеся на предприятии в результате освещения корпусов» [13]:

1. «Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства».

«Количество отработанных люминесцентных ламп, подлежащих утилизации, определяется с учетом справочных данных по формуле 1:

$$K_{pm} = \sum(N_{pm} \cdot V_r \cdot C) / N_{pm}, \text{ т/год}, \quad (1)$$

$$M_{otr.} = m_{р.л} \cdot K_{pm} \quad (2)$$

где N_{pm} - кол-во установленных ламп, шт;

V_r - время работы источника света, час/смена или час/сутки;

C - число дней в году для освещения;

N - нормативный срок службы одной и той же лампы, ч;

$m_{р.л}$ - вес ламп, кг» [16].

Данный расчет сведен в одну таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет нормативов образования отхода, на примере, лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, которые утратили свои потребительские свойства

Марка различных Ламп (в различных корпусах)	N_{pm} - кол-во установленных ламп, шт	Время работы ламп, час./дн	C - число рабочих дней/год.	N - нормативный срок службы одной и той же лампы, ч	« K_{pm} - кол-во отработанных ламп» [16]	Вес ламп, кг	Масса отработанных ламп, т
ЛБ-36 (административный корпус)	8	8	350	12000	3	0,21	0,00063
ЛБ-36 (корпус технического обслуживания)	12	16	350	12000	2	0,21	0,00042
ЛБ-36 (заправочный корпус)	5	24	350	12000	4	0,21	0,00084
«ЛБ-36 (гаражный корпус)» [16]	10	16	350	12000	7	0,21	0,00147
ИТОГО	35						0,00336

«Отходы, образующиеся в результате обслуживания и ремонта транспортных средств»:

1. «Аккумуляторы свинцовые отработанные в сборе, без электролита. Количество отработанных свинцовых аккумуляторов в сборе, без электролита, определяется с учетом справочных данных по формуле 3:

$$M_{a.б.э} = K_{э} \times \sum K_{i а.б} \times m_{i а.б.э} / N_{i а.б} \times 10^{-3}, \quad (3)$$

где $M_{a.б.э}$ - масса отработанных свинцовых АКБ без электролита, т/год;

$m_{i а.б.э}$ - масса свинцовых АКБ_і -той марки без электролита, кг;

$K_{i а.б}$ - количество АКБ_і – той марки, находящихся в эксплуатации, шт;

$N_{i а.б}$ - средний срок службы АКБ_і - той марки, лет;

$K_{э}$ - коэффициент, учитывающий остаток электролита после слива, доли от 1» [28].

Расчет представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Расчет нормативов образования отхода, на примере, аккумуляторы свинцовые отработанные в сборе, без электролита

Марка АКБ	Количество АКБ, находящихся в эксплуатации, шт	Коэффициент, учитывающий остаток электролита после слива, доли от ед.	Масса АКБ без электролита, кг	Средний срок службы АКБ, лет.	Норматив образования, т/год
6СТ-50А (легковые авто)	30	1,00	12,5	2	0,1875
6СТ-90 (грузовые авто)	40	1,00	28,5	2	0,57
Итого:	70		—		0,7575

«Отходы, образующиеся при использовании по назначению с утратой потребительских свойств».

2. «Отходы термометров ртутные

Расчет образования отходов по фактическим объемам (статистический

метод) осуществляется по формуле 4:

$$Q = \sum Q_i/T, \quad (4)$$

где Q_i - количество образованного в i -м году отхода,

T - количество лет в рассматриваемом периоде» [13].

«Нормативов образования отхода данного вида по статистическим данным представлен в таблице 6» [16].

Таблица 6 – Норматив образования отхода, на примере, отходы термометров ртутных

Вид отхода	Количество отходов, т/год			Среднее количество отходов, т/год
	2017 г	2018 г	2019 г	
Отходы термометров ртутных	0,0025	0,0024	0,0025	0,0025

«Отходы, образующиеся в результате производственной деятельности» [16].

3. «Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов около 15%)

Количество обтирочного материала, загрязненного нефтью или нефтепродуктами, определяется с учетом справочных данных по формуле 5» [16]:

$$N = M_0 \cdot (1 + M/100 + W/100) \cdot 0,001, \quad (5)$$

где N - масса отходов ветоши, т/год;

M_0 – масса ветоши, израсходованной за год, кг;

M – содержание в отходе масла, %;

W – содержание в отходе влаги, %.

Важный расчет также представлен в таблицу 7.

Таблица 7 – Расчет нормативов образования отхода, на примере, обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)

Объект образования отхода	Масса ветоши израсходованная за год, кг	Содержание в отходе масла, % [3]	Содержание в отходе влаги, % [3]	Норматив образования, т/год
Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)	29	12	15	0,03683

4. Обтирочный материал, загрязненный лакокрасочными материалами (в количестве менее 5%).

«Расчет образования отходов по фактическим объемам (статистический метод) осуществляется по формуле (4)» [16].

Образование отхода на предприятии данного вида по статистическим данным представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Норматив образования отхода за период с 2017-2019 гг., на примере, обтирочный материал, загрязненный лакокрасочными материалами (в количестве менее 5%)

Вид отхода	Количество отходов, т/год			Среднее количество отходов, т/год
	2017 г	2018 г	2019 г	
Обтирочный материал, загрязненный лакокрасочными материалами (в количестве менее 5%)	0,024	0,022	0,022	0,023

5. «Шлак сварочный»

«Расчет выполняется по формуле 6 (в соответствии с Методическими рекомендациями по оценке объемов образования отходов производства и потребления, Москва, 2003, ГУ НИЦПУРО):

$$M_{\text{шл.с}} = C_{\text{шл.с}} \times P, \quad (6)$$

где $M_{\text{шл.с}}$ - масса образовавшегося шлака сварочного, т/год;

$C_{\text{шл.с}}$ - удельный норматив образования отхода, доли от единицы;

P – масса израсходованных сварочных электродов, т/год» [11].

Расчет представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Норматив образования отхода, на примере, шлак сварочный

Объект образования отхода	$C_{\text{шл.с}}$, доли от ед.	P , т/год	Норматив образования, т/год
Шлак сварочный	0,08	0,021	0,002

6. Остатки и огарки стальных сварочных электродов

Расчет образования отхода остатки и огарки стальных сварочных электродов выполняется по формуле 7:

$$M_{\text{ог}} = K_{\text{н}} \times P_{\text{э}} \times C_{\text{ог}} \times 10^{-3}, \quad (7)$$

где $M_{\text{ог}}$ - масса огарков, т/год;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент, учитывающий неравномерность образования огарков (образование огарков разной длины при работе на объектах, $K_{\text{н}} = 1.10..1.40$);

$P_{\text{э}}$ – масса израсходованных сварочных электродов, кг/год;

$C_{\text{ог}}$ – норматив образования огарков, доли от массы израсходованных электродов (0.08 - для электродов с диаметром стержня 2-3 мм; 0.05 - для электродов с диаметром стержня более 3 мм).

Расчет представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Норматив образования отхода, на примере, остатки и огарки стальных сварочных электродов

Объект образования отхода	Кн	Рэ, кг/год	Сог, доли от единицы	Норматив образования, т/год
Остатки и огарки стальных сварочных электродов	1,10	21	0,08	0,002

7. Покрышки пневматических шин с металлическим кордом отработанные

Количество покрышек пневматических шин с металлическим кордом, определяется с учетом справочных данных по формуле 8:

$$M_{ш} = 10 - 3 \cdot \sum Ni \cdot Ki \cdot Ki_{ш} \cdot mi_{ш} \cdot Li / NiL \quad (8)$$

где Li – среднегодовой пробег автомобилей с шинами i -той марки, тыс.км;

Ni – количество автомобилей с шинами i -той марки;

$Ki_{ш}$ - количество шин установленных на i -той марке автомобиля, шт.;

$mi_{ш}$ - масса одной шины (новой), i -той марки, кг;

Ki - коэффициент износа шин;

NiL - нормативный пробег i -той модели шины, тыс.км;

$M_{ш}$ - масса изношенных шин, образующихся за год, т/год.

Расчет представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Норматив образования отхода, например, покрышки пневматических шин с металлическим кордом отработанные

Тип покрышек	Кол-во автомобилей с шинами данной марки, шт	Кол-во шин установленных на 1 автомобиле, ш	Масса 1 шины, кг	Коэффициент износа шин, доли ед	Среднегодовой пробег шины, тыс. км.	Нормативный пробег шины, тыс. км.	Норматив образования, т/год
Шины марки 165/70R13	30	4	6,5	0,80	50	33	0,95
Шины марки 240-508	40	6	36	0,75	69	53	4,2
Итого:	—						5,2

8. Фильтры очистки масла автотранспортных средств отработанные

Расчет норматива фильтров очистки масла автотранспортных средств, отработанных выполняется по формуле 4.

Расчет представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Норматив образования отхода, на примере, фильтры очистки масла автотранспортных средств отработанные

Вид отхода	Количество отходов, т/год			Среднее количество отходов, т/год
	2017 г	2018 г	2019 г	
Фильтры очистки масла автотранспортных средств отработанные	0,30	0,32	0,31	0,31

9. «Песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов около 15%)».

«Расчет образования отходов по фактическим объемам (статистический метод) осуществляется по формуле (4).

Нормативы образования отхода данного вида по статистическим данным представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Норматив образования отхода, на примере, песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)

Вид отхода	Количество отходов, т/год			Среднее количество отходов, т/год
	2017 г	2018 г	2019 г	
Песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов около 15%)	18,01	16,02	17,01	17,02

10. Смет с территории предприятия малоопасный

Расчет нормативов образования отходов выполнен с использованием исходных данных предприятия по формуле 9:

$$M_{\text{смет}} = S \cdot m \cdot 10^{-3}, \quad (9)$$

где $M_{\text{смет}}$ - масса отходов потребления на производстве, т/год;

m - удельный норматив образования отхода, 5 кг/год;

S – площадь убираемой (подметаемой) поверхности, 25 м².

$$M_{\text{смет}} = 25 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,125 \text{ т/год.}$$

Масса смета с территории предприятия малоопасного составляет 0,125 т/год.

11. Мусор и смет производственных помещений малоопасный

Расчет нормативов образования отходов выполнен с использованием исходных данных предприятия по формуле 9:

$$M_{\text{смет}} = 75 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,375 \text{ т/год.}$$

Масса мусора и смета производственных помещений малоопасного составляет 0,375 т/год.

12. Мусор от офисных и бытовых помещений организаций

несортированный (исключая крупногабаритный)

Расчет нормативов образования отходов выполнен с использованием исходных данных предприятия по формуле 10:

$$M_{\text{оф}} = \sum n_i \cdot Z_i / 1000, \quad (10)$$

где n - количество сотрудников, 6 чел.;

Z - норматив образования отходов на 1 человека, 70 кг/год.

$$M_{\text{оф}} = 6 \cdot 70 / 1000 = 0,42 \text{ т/год.}$$

Масса мусора от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный) составляет 0,42 т/год.

3 Разработка мероприятий по модернизации системы очистки газовых выбросов на промышленном предприятии

В зависимости от концентрации растворителя в отработанном воздухе энергия может быть рекуперирована с помощью теплообменника подходящей мощности и непосредственно использована для предварительной обработки, кондиционирования воздуха или обслуживания зданий, включая кондиционирование воздуха на заводе или снабжение горячей водой. Это значительно снижает потребление первичной энергии и, следовательно, затраты на энергию. Комбинация RTO и системы рекуперации тепла превращает систему очистки отработанного воздуха в источник энергии для более экономичного контроля загрязнения воздуха.

В настоящее время самый простой способ уменьшить выбросы пыли — это механический пылевой фильтр. На прошлогодней выставке EuroTier в Ганновере (Германия) компания Big Dutchman представила первый в мире механический пылевой фильтр для эффективного и экономичного сокращения выбросов твердых частиц. Инновационный принцип действия очень прост, но невероятно эффективен.

StuffNix состоит из перфорированной двухслойной фильтрующей стенки, в которой поток воздуха подвергается сильным изменениям направления. Посредством простого, механического принципа действия сепарации посредством центробежной силы частицы пыли отделяются от воздушного потока. Они собираются в V-образных камерах вне потока воздуха. Таким образом, путь для очищенного воздуха остается свободным, а фильтр забивается частицами пыли. Гидравлическое сопротивление остается на низком уровне и не увеличивается. Учитывая ответственное использование природных ресурсов и нехватку воды во многих регионах, этот тип сухого фильтра является эффективной и выгодной альтернативой для снижения выбросов пыли без необходимости установки промывки вытяжного воздуха мокрого типа.

Чтобы очистить сухой пылевой фильтр, просто встряхните стенку фильтра, и прилипшие частицы отделятся и упадут на пол. Оттуда их можно легко удалить. Благодаря своей простоте инвестиционные затраты на этот тип фильтра составляют примерно 3000 евро (при производительности отработанного воздуха 100 000 м³/ч). Эксплуатационные расходы составляют примерно 800 € в год. Квалифицированные измерения подтвердили улавливание пыли приблизительно 70%. Поскольку частицы аммиака и запаха также связаны с пылью, часть этих выбросов уже отфильтровывается из отработанного воздуха.

Если требуется дальнейшее снижение содержания аммиака и неприятных запахов в отработанном воздухе, необходимо установить так называемый очиститель отработанного воздуха мокрого типа.

Такая система состоит из одной или нескольких ступеней фильтрации и очистки в зависимости от области применения. Вода распыляется через группу форсунок на переднюю часть первого блока фильтров очистителя отработанного воздуха, предотвращая высыхание блока и оседание пыли на фильтре. Благодаря этому процессу значительно повышается степень улавливания пыли. Воздух поступает в блок фильтров, через который вода постоянно течет сверху вниз. Это улавливает пыль и прилипшие частицы аммиака или запаха и вымывает их в бассейн с водой.

При добавлении кислоты (например, серной кислоты) отделение аммиака может быть значительно повышено. В зависимости от значения pH промывочной воды добавление кислоты осуществляется автоматическим насосом-дозатором. В промывочной воде аммиак химически связывается в виде сульфата аммония, предотвращая выделение газообразного аммиака (NH₃) [18].

Бачок необходимо опорожнять через равные промежутки времени. Сточные воды можно возвращать в сельскохозяйственный цикл и использовать в качестве удобрения. По сравнению с простым пылевым фильтром, очиститель вытяжного воздуха имеет больше технологических

требований (насос, вода и т. д.) и требует более интенсивного регулярного обслуживания. Это приводит к более высоким капиталовложениям и эксплуатационным расходам, преимущество заключается в том, что в хорошо управляемой одноступенчатой системе с дозированием добавок снижение запаха может превышать 70%. В некоторых случаях запах уже не ощущается даже на расстоянии всего 10 м от системы очистки отработанного воздуха.

Меры по снижению выбросов важны для здоровой окружающей среды как для людей, так и для животных. В зависимости от требуемой степени эффективности существует несколько различных, но очень практичных систем очистки отработанного воздуха для эффективного снижения выбросов. Однако, прежде чем использовать какую-либо технологию очистки отработанного воздуха в качестве дополнительного инструмента, следует в полной мере использовать все другие возможности для эффективного снижения выбросов.

4 Выработка рекомендаций по повышению экологической безопасности процесса обслуживания предприятия

Проведем количественную оценку выбросов от горизонтальных двухкамерных сушил.

Определяем требуемую степень очистки:

$$E = \frac{c_n - c_d}{c_n} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где c_n – начальная концентрация пыли в выбросе при нормальных условиях,

$мг/м^3$, определяется по формуле:

$$c_n = \frac{M_{пыли}}{L_2^{н.у}}, \quad мг/м^3, \quad (12)$$

где $M_{пыли}$ – валовый выброс пыли, $кг/ч$, $M_{пыли} = 5,1 \text{ кг/ч} = 5100 \text{ г/м}^3$.

$$c_n = \frac{5100}{24248} = 0,21 \text{ г/м}^3 = 210 \text{ мг/м}^3$$

Расход газа при нормальных условиях определяется по формуле:

$$L_2^{н.у} = \frac{L_2^{р.у} \cdot 273}{273 + t_2}, \quad м^3/ч, \quad (13)$$

$L_2^{р.у}$ – расход газа при рабочих условиях, $м^3/ч$, $L_2^{р.у} = 58000 \text{ м}^3/ч$;

t_2 – температура газа, $^{\circ}C$, $t_2 = 380 \text{ }^{\circ}C$.

$$L_2^{н.у} = \frac{58000 \cdot 273}{273 + 380} = 24248 \text{ м}^3/ч$$

c_d – допустимая концентрация пыли в воздухе, $мг/м^3$, определяется в зависимости от расхода газа при нормальных условиях. При расходе газа более $15000 \text{ м}^3/ч$, c_d определяется по формуле:

$$c_d = 100 \cdot \kappa, \quad мг/м^3,$$

(14)

где κ – коэффициент, зависящий от ПДК для данной пыли.

При ПДК_{н.м} до 2 мг/м^3 , $\kappa = 0,3$.

$$c_d = 100 \cdot 0,3 = 30 \text{ мг/м}^3$$

Тогда требуемая степень очистки будет равна:

$$E = \frac{210 - 30}{210} \cdot 100\% = 85,7\%$$

Т. к. в процессе дожигания оксида углерода выделяется большое количество тепла, то целесообразно использовать его для нагрева воды для технологических нужд. Утилизация тепла происходит в поверхностном теплообменнике [19].

Определим качественную оценку выброса.

Определяем коэффициент динамической вязкости:

$$\mu = \mu_0 \cdot \frac{273+c}{T+c} \cdot \left(\frac{T}{273}\right)^{3/2} \quad (15)$$

где c – постоянная Сизерленда, принимаем равной 124;

$$\mu_0 = 17,3 \cdot 10^{-6} \text{Па} \cdot \text{с}$$

T - температура газа в Кельвинах.

$$\mu = 17,3 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{273 + 124}{273 + 380 + 124} \cdot \left(\frac{273 + 380}{273}\right)^{3/2} = 32,7 \cdot 10^{-6} \text{Па} \cdot \text{с}$$

2. Определим концентрацию пыли при рабочих условиях:

$$c_2^{p.y.} = \frac{c_2^{h.y.} \cdot L_2^{h.y.}}{L_2^{p.y.}} \quad (16)$$

$L_2^{h.y.}$ - расход газа при нормальных условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$, $L_2^{h.y.} = 24248 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$L_2^{p.y.}$ - расход газа при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$, $L_2^{p.y.} = 58000 \text{ м}^3/\text{ч}$;

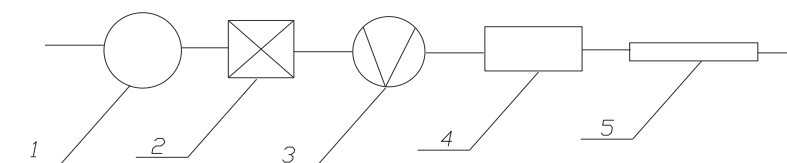
$c_2^{h.y.}$ - концентрация при нормальных условиях $\text{г}/\text{м}^3$, $c_2^{h.y.} = 0,21 \text{ г}/\text{м}^3$.

$$c_2^{p.y.} = \frac{0,21 \cdot 24248}{58000} = 0,09 \text{ г}/\text{м}^3 = 90 \text{ мг}/\text{м}^3$$

Для выбора системы очистки запыленных газов был произведен литературный обзор [1, 2, 4], поиск информации в интернете, который позволил ознакомиться с существующими способами очистки газов.

На основании этого можно предложить следующие системы очистки газов от печей на металлургическом производстве:

На рисунке 2 представлена схема № 1.



1 – конвертер; 2 - водоохлаждаемый камин; 3 – испарительный скруббер; 4 – тканевый фильтр; 5 – дымосос.

Рисунок 2 – Схема № 1

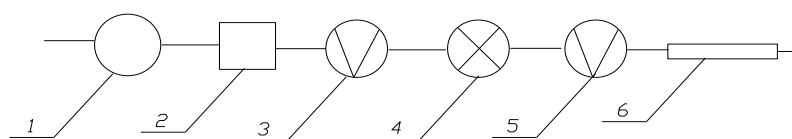
Достоинства схемы:

- малая остаточная запыленность;
- очистка высокотемпературных газов.

Недостатки схемы:

- высокие энергозатраты;
- улавливание частиц менее 10 мкм;
- высокое сопротивление тканевого фильтра;
- быстрый износ фильтра.

2. На рисунке 3 представлена схема № 2.



1 – конвертер; 2 – камера дожигания; 3 – скруббер; 4 – блок труб Вентури; 5 – центробежный скруббер; 6 – дымосос.

Рисунок 3 – Схема № 2

Достоинства схемы:

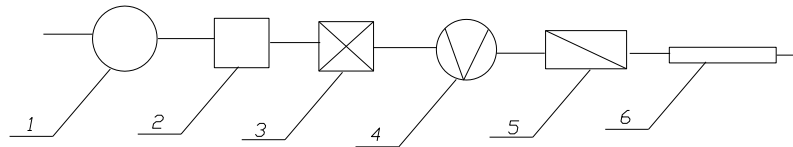
- система дожигания CO до безвредного CO₂;
- утилизация тепла на нагрев воды для технологических процессов;

- степень очистки близка к 100%.

Недостатки схемы:

- сложность исполнения, высокие энергозатраты и стоимость.

На рисунке 4 представлена схема № 3.



1 – конвертер; 2 – камера дожига; 3 – теплообменник; 4 – полый скруббер; 5 – сухой пластинчатый электрофильтр; 6 – дымосос.

Рисунок 4 – Схема № 3

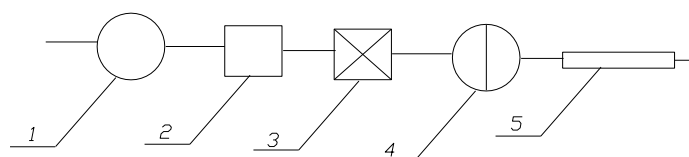
Достоинства схемы:

- высокая степень очистки газов;
- малые энергозатраты при эксплуатации установки;
- утилизация тепла на приготовление горячей воды;
- малое гидравлическое сопротивление электрофильтра.

Недостатки схемы:

- высокая стоимость электрофильтра;
- большие габаритные размеры установки;
- расход газа более 50000 м³/ч;
- очистка пыли IV и V класса.

На рисунке 5 представлена схема № 4.



1 – конвертер; 2 – камера дожигания; 3 – теплообменник; 4 – мокрый циклон;
5 – дымосос.

Рисунок 5 – Схема № 4

«Достоинства схемы:

- более высокая эффективность улавливания взвешенных частиц;
- возможность очистки газов от частиц размером крупнее 0,1 мкм;
- возможность очистки газов при высокой температуре;
- невысокая стоимость и габариты установки.

Недостатки схемы:

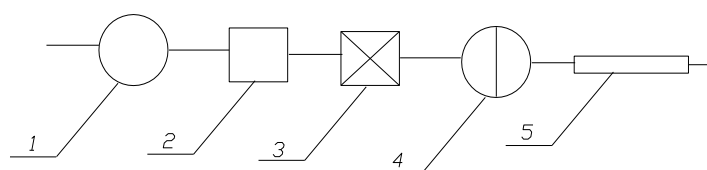
- выделение уловленной пыли в виде шлама, что связано с удорожанием процесса;
- возможность уноса капель жидкости и осаждения их в дымоходах;
- ограниченность применения (не применяется для цементирующихся пылей)» [14].

На основании литературного обзора принимаем следующую схему очистки, состоящую из:

- камеры дожигания, где происходит перевод опасного СО в безопасный
- СО₂, путем добавления атмосферного воздуха;
- теплообменного аппарата, в котором газ перед дальнейшей очисткой охлаждается до 80 0С, нагревая холодную воду, после чего она подается на технологию;
- мокрого циклона ЦВП - ЛИОТ.

Очистку запыленного воздуха в схемах, выбранных на основании литературного обзора, на первой ступени рекомендуется устанавливать скрубберы, а на второй – фильтры и трубы Вентури. В данном случае начальная запыленность составляет 0,210 г/м³, а эффективность очистки – 85,7%, поэтому применение фильтров нецелесообразно, т.к. их эффективная работа наблюдается при очистке пыли IV и V классов, а также они имеют

высокую стоимость и большие габаритные размеры. Скрубберы также имеют высокую энергоемкость и стоимость. Циклоны ЦВП-ЛИОТ имеют невысокую стоимость, большую эффективность при запыленности до 2 г/м^3 , малые габаритные размеры по сравнению со скрубберами и фильтрами, невысокие энергозатраты. Поэтому очистку газов проводим в одну степень в мокром циклоне. Схема очистки представлена на рисунке 6.



1 – камерное сушило; 2 – камера дожигания; 3 – теплообменник;
4 – мокрый циклон ЦВП-ЛИОТ; 5 – дымосос.

Рисунок 6 – Схема модернизация системы очистки газовых выбросов горизонтальных двухкамерных сушил

В разделе «Выработка рекомендаций по повышению экологической безопасности процесса обслуживания предприятия» описаны проявленные недочеты в области охраны окружающей среды (экосистемы) и предложено техническое решение некоторых проблем.

5 Охрана труда

С целью предотвращения «аварийных ситуаций, возникающих из-за насыщенности воздуха взрывоопасными или удушающими газами, помещения зданий любого назначения, в которых установлено и эксплуатируется газовое оборудование, должны быть оснащены системой контроля уровня загазованности» [30]. Её задача состоит в том, чтобы «в автоматическом режиме перекрыть подачу газа в случае его чрезмерной концентрации, включить сигнализацию и передать сигнал тревоги на диспетчерский пульт» [31].



Рисунок 7 – Внешний вид установка (например, СН и СО)

«Принцип работы газоанализаторов основан на преобразовании контролируемой концентрации газа с помощью преобразователей в унифицированный токовый сигнал в диапазоне от 4 до 20 мА, измерении этого сигнала и сравнении результатов измерений с пороговыми значениями для каждого газа и канала» [12].

Преобразование концентрации контролируемого газа производится термokatалитическими, электрохимическими или оптическими датчиками в напряжение постоянного тока, пропорциональное преобразуемой концентрации, преобразуя его в цифровые, аналоговые или дискретные выходные сигналы [4].

Преобразователи имеют встроенные пороговые устройства. Преобразователь ССС-903 имеет два исполнения: со встроенным блоком управления и индикации (БУИ) и без него. ВУИ содержит двухстрочный самосинтезирующий жидкокристаллический дисплей и клавиатуру управления, расположенную на ССС-903. Клавиатура используется для включения индикатора и управления режимами работы преобразователя [13].

Конструктивно корпус преобразователей представляет собой взрывозащищенный корпус, состоящий из основного и входного отсеков. Во вводном отсеке расположены клеммные разъемы для подключения питания (± 24 В) и съема информации с преобразователей (сухие контакты реле блокировки, первый и второй пороги срабатывания сигнализации, аналоговый сигнал в виде постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА и двухпроводная цепочка стандартного канала связи RS-485) [27].

Газоанализаторы «обеспечивают сигнализацию о превышении трех порогов» по каждому каналу [23]. Пороговые значения задаются программно. Диапазон настройки порога «каналов газоанализатора в пределах диапазонов измерения» [21].

Как видно из рисунка 7 «газоанализаторы имеют тестовый режим работы, позволяющий проверить исправность световой и звуковой сигнализации» [21].

«Каждому каналу газоанализаторов соответствует группа светодиодов: 1 зеленый – канал включен; 3 красных - превышение установленных порогов; 1 желтый - канал неисправен. Кроме того, при превышении концентрации обнаруживаемого компонента газовой смеси по любому порогу любого канала срабатывает звуковая сигнализация, встроенная в ПКП» [12].

«Реле типа «сухой контакт» для 1-го и 2-го порогов каждого канала должны быть установлены на выходе пульта управления газоанализаторов, а также один общий «сухой контакт» для 3-го порога всех каналов газоанализаторов, обеспечивающий ток коммутации до 3 А при напряжении переменного тока 220 В» [21].

«Монтаж устройств, являющих собой систему автоматического контроля загазованности должны производить специалисты, имеющие достаточную квалификацию и прошедшие аттестацию на выполнение подобного рода работ. Во время монтажа необходимо выполнять требования техники безопасности и инструкции. Процесс установки системы контроля загазованности во многом зависит от конкретного проекта, но в общем случае работы производятся по следующей схеме: подготовительные работы, монтаж устройств, пусконаладочные работы» [25].

«На данном этапе производится обследование помещения, которое будет контролироваться сигнализаторами. Учитывая требования к системе контроля загазованности, разрабатывается схема расположения датчиков, выбирается конфигурация оборудования, которая обеспечит качественный мониторинг помещения и своевременную реакцию на аварийные ситуации. Так же определяется оптимальное расположение соединительных проводников и кабелей» [26]. «Помимо этого на подготовительном этапе, в случае необходимости, к устройствам подводится электропитание, устанавливаются дополнительные розетки. Согласно разметке проделываются отверстия для последующего крепления датчиков и пульта управления» [20].

«Завершив подготовку, осуществляется монтаж системы контроля загазованности помещений, производится комплекс работ по установке сигнализаторов, измерителей, пульта управления, соединение комплектующих проводами и кабелями. Электромагнитный клапан устанавливается на газопроводе» [21, 22].

«Для предприятий с централизованным управлением, осуществляемым диспетчерами (диспетчеризация загазованности птичников, коровников и прочих предприятий) прокладываются соединительные коммуникации от пультов до помещения с диспетчерами» [24] .

«Процесс подготовки начинается с визуальной проверки датчиков и пульта управления. Необходимо убедиться в целостности корпусов, отсутствия повреждений соединительных проводов и кабелей. Следующим шагом является проверка герметичности соединений электромагнитного клапана. Для этого включается подача газа, клапан открывается. Течеискателем проверяется качество соединения» [15].

Таким образом, в разделе представлен процесс внедрения различных видов сигнализации о неисправности работы на производстве газовой трубы. Также наличие средств для аварийной остановки или устройств, позволяющих исключить состояние при полном прекращении энергопотреблении [5].

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Создание важной «комплексной системы экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций (далее – Концепция) содержит систему взглядов, принципиальных положений и направлений по развитию системы оповещения населения для обеспечения своевременного и гарантированного доведения до каждого человека при угрозе возникновения и в случае возникновения ЧС сигналов и экстренной информации об угрозе или возникновении ЧС, правилах поведения и способах защиты в такой ситуации» [9].

«Своевременное и гарантированное оповещение населения о возможных угрозах возникновения ЧС, способах их предотвращения, о поведении в случае возникновения, способах защиты позволяют обеспечить снижение потерь среди населения и материального ущерба» [29].

Сообщество представлено как сеть, которая взаимодействует с обществом для выявления физических и/или социальных воздействий. Раннее предупреждение является одним из многих важных инструментов, способствующих предотвращению бедствий; мы можем говорить о термине «катастрофа» как о любом негативном событии, воздействующем на общество. Таким образом, система раннего предупреждения сообщества представляет собой набор возможностей, необходимых для достижения надежности и информационной безопасности, минимизации времени обработки информации и надлежащего управления временем, человеческими и денежными ресурсами. Более того, именно по этой причине в этом вопросе активно участвуют информационные технологии; расширить преимущества системы раннего предупреждения, используя новые средства связи, протоколы, датчики и т. д.

Например, сегодняшние смартфоны позволяют нам иметь все виды датчиков в пределах досягаемости нашего кармана, без передачи больших функций, достигнутых в настоящее время; это, безусловно, позволяет

эффективно спроектировать и имплантировать Систему раннего предупреждения. Следует основным пунктам, которые определяют и регулируют системы раннего предупреждения, и, кроме того, представлены некоторые проекты в различных областях, демонстрирующие эффективность этих систем.

Система раннего предупреждения позволяет снизить ущерб и потери за счет получения и распространения «предупреждающей информации об опасностях и уязвимостях в группе людей, которые относятся к группе с повышенным риском. Каждое слово имеет важное значение, например, сообщество включает в себя сеть социального взаимодействия, раннее относится к предотвращению любого бедствия или уменьшению потенциального вреда или ущерба, предупреждение означает сообщение, которое объявляет об опасности, и система объединяет все вместе. Таким образом, система раннего предупреждения имеет четыре ключевых элемента:

- знание рисков;
- мониторинг;
- возможность реагирования;
- предупреждающая связь» [4, 5].

Город считается «умным», если в нем используется «инфраструктура, состоящая из коммуникационных технологий, датчиков и устройств управления, которые собирают данные о том, что происходит в городе», и составляют интеллектуальный список всего, что позволяет лучше использовать ресурсы. Таким образом, действия, осуществляемые их гражданами, осуществляются быстрее и эффективнее.

Система «предупреждения снижает вероятность травм, смерти, ущерба и потери имущества от отдельных лиц и сообществ, немедленно реагируя на опасности» [12]. Очень нужно и «важно понимать роль», которую умный город играет в смягчении последствий стихийных бедствий и принятии решений для получения знаний о рисках.

Развитые города характеризуются надежной коммуникационной и прилегающей к ней инфраструктуре для раннего оповещения или предупреждения (например, сокращение времени заблаговременности и повышение точности предупреждений, улучшение связи и распространение предупреждений) о чрезвычайных ситуациях, что дает возможность заблаговременно локализовать очаг пришествия.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» произведен анализ предполагаемых нехарактерных ситуаций. Показано использование современных технических систем предупреждения, информирования и оповещения населения об угрозе возникновения и о возникновении чрезвычайных ситуаций.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В таблице 14 представлен план показателей, направленных на улучшение экологической обстановки в организации.

Таблица 14 - Исходные данные для расчета эффективности природоохранных мероприятий

Наименование показателя	усл.обозн.	ед. измер.	Значение показателя	
			1 (до реализации мероприятий)	2 (после реализации мероприятий)
множитель	γ	тыс.руб./ус л. т	4	2
показатель опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов	δ	-	4	2
поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере	f	-	4	4
приведенная масса годового выброса загрязнений из источника	M	усл.т/год	1500000	500000
текущие расходы на эксплуатацию сооружения или устройства	C	тыс.руб.	500000	500000
инвестиции на приобретение и установку очистных устройств	K	тыс.руб.	200000	200000
нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений средозащитного назначения	Ен	-	0,12	0,12

«Величина предотвращенного экономического ущерба от загрязнения среды:

$$\Pi = Y_1 - Y_2 \quad (17)$$

где Π – величина предотвращенного годового экономического ущерба от загрязнения среды;

У1 – ущерб от загрязнения окружающей среды до проведения мероприятий;

У2 – ущерб от загрязнения окружающей среды после проведения мероприятий» [20].

«Экономическая оценка ущерба от выбросов годовых объемов вредных веществ в природную среду (атмосферу, воду, землю) для отдельного источника до и после осуществления мероприятия

$$Y = \gamma \cdot \delta \cdot f \cdot M \quad (18)$$

где γ – множитель, определяемый как удельный ущерб от выброса (сброса) вредных веществ, тыс.руб./усл. т;

δ – показатель опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов;

f – поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере, усл.т/год.

M – приведенная масса годового выброса загрязнений из источника в природную среду, усл.т/год».

$$U1 = 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 1500000 = 96000000 \text{ руб.}$$

$$U2 = 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 500000 = 8000000 \text{ руб.}$$

«Тогда величина предотвращенного экономического ущерба от загрязнения среды: $P = 96000000 - 8000000 = 88000000$ руб».

«Годовой экономический эффект от проведения природоохранных мероприятий, способствующих снижению загрязнения природной среды в районе источника:

$$Э = P - З \quad (19)$$

где $З$ – величина приведенных затрат на проведение природоохранных мероприятий, руб.» [20].

«Приведенные затраты

$$З = С + E_n \cdot K \quad (20)$$

где С – эксплуатационные затраты, руб.

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений средозащитного назначения (в среднем от 0,08 до 0,3)

К – капитальные вложения на приобретение и ввод в эксплуатацию оборудования, руб.

$$З = 500000 + 0,12 \cdot 200000 = 524\,000$$

«Тогда годовой экономический эффект от проведения природоохранных мероприятий, способствующих снижению загрязнения природной среды в районе источника:

$$\mathcal{E} = 88000000 - 524000 = 87476000$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность средозащитных затрат:

$$\mathcal{E}_3 = \mathcal{E} / З \quad (21)$$

$$\mathcal{E}_3 = \frac{87476000}{524000} = 166,9$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций в природоохранные мероприятия

$$\mathcal{E}_k = (\mathcal{E} - С) / K \quad (22)$$

$$\mathcal{E}_k = \frac{87476000 - 500000}{200000} = 434,88$$

Таким образом, разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» рассчитана эффективность природоохранных показателей.

Заключение

Тема дипломной работы – «Модернизация системы очистки газовых выбросов промышленного предприятия».

В разделе «Характеристика производственного объекта» указано местонахождения ООО «ХЗГА», представлен генеральный план, описана структура управления, отражена основная деятельность организации, которые связаны с газовыми выбросами.

В разделе «Анализ безопасности объекта» проведен анализ безопасности оборудования (в рамках предотвращения вредного воздействия природную среду). Проводились наблюдения за системой очистки газовых выбросов в целях улучшения качества атмосферного воздуха В разделе так же проводился анализ ресурсосбережения и образования отходов на промышленном предприятии и на границе СЗЗ.

В разделе «Разработка мероприятий по модернизации системы очистки газовых выбросов на промышленном предприятии» предложена новая система очистки газовых выбросов на промышленном ООО «ХЗГА».

В разделе «Выработка рекомендаций по повышению экологической безопасности процесса обслуживания предприятия» описаны выявленные проблемы по экологической безопасности, предложено техническое решение проблем.

В разделе «Охрана труда» рассмотрен процесс внедрения средств сигнализации о нарушении нормального функционирования производственного оборудования, средств аварийной остановки, а также устройств, позволяющих исключить возникновение опасных ситуаций при полном или частичном прекращении энергоснабжения и последующем его восстановлении.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» произведен анализ возможных техногенных аварий. Так же исследовано использование современных технических систем предупреждения,

информирования и оповещения населения об угрозе возникновения и о возникновении чрезвычайных ситуаций.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» показан анализ текущей экологической обстановки в организации по данным проектов нормативов отходов и лимитов на их размещение, статических данных, журнала учета обращения с отходами. Составление отчетных форм по начисленным экологическим платежам и рассчитана эффективность природоохранных процедур.

Список используемых источников

1. Алиев Г. М. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: Справочное издание. М. : Metallurgy, 1986. 542 с.
2. Баранов Д. А. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2020. 408 с.
3. Бородулин Д. М. Процессы и аппараты пищевых производств и биотехнологии: учебное пособие. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 292 с.
4. Быков А. П. Инженерная экология. Охрана атмосферного воздуха: учебное пособие. Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. 154 с.
5. Ветошкин А. Г. Аппаратурное оформление процессов защиты атмосферы от газовых выбросов: Учебное пособие. Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. 244 с.
6. Ветошкин А. Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов: учеб. Пособие. 2-е изд., испр. и доп. Москва : Инфра-Инженерия, 2019. 416 с.
7. Ветошкин А. Г. Технические средства инженерной экологии: учебное пособие. Санкт-Петербург : Лань, 2018. 424 с.
8. Зиганшин М. Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки. Учебное пособие. Москва : Лань, 2018. 163 с.
9. Кулагина Т. А. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие. Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. 364 с.
10. Луканин А. В. Инженерная экология: процессы и аппараты очистки газоздушных выбросов: учебное пособие. Москва : ИНФРА-М, 2019. 523 с.
11. Об утверждении Рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически

опасных производственных объектах [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 26.12.2012 № 78. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902389563> (дата обращения: 03.05.2022).

12. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 03.05.2022).

13. Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий [Электронный ресурс] : СП 1.1.1058-01 от 13.07.2001 № 18 (ред. от 27.03.2007). URL: <http://docs.cntd.ru/document/901793598> (дата обращения: 03.05.2022).

14. Охрана труда: Учебник для вузов / Под ред. Б.А. Князевского. – 3-е изд., перераб. и доп. М : Энергоатомиздат, 1983. 336с., ил.

15. Пикалов Е. С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Механические и физические методы очистки промышленных выбросов в атмосферу и гидросферу: учебное пособие. Владимир : изд-во ВлГУ, 2015. 79 с.

16. Пимнева Л. А. Использование каталитической очистки для подавления газовых выбросов Уренгойского НГКМ / Л. А. Пимнева // Фундаментальные исследования. 2016. № 5-2. С. 279-283.

17. Родионов А. И. Охрана окружающей среды: процессы и аппараты защиты атмосферы. Учебник для СПО. Москва : Юрайт, 2018. 719 с.

18. Романков П. Г. Массообменные процессы химической технологии. М. : Химиздат, 2018. 448 с.

19. Романков П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи). Москва : Химиздат, 2020. 544 с.

20. Русанов А. А. Справочник по пыле- и золоулавливанию. М. : Энергоатомиздат, 1983. 312 с.
21. Сайт ООО «Хвалынский завод гидроаппаратуры» [Электронный ресурс] : URL: <https://www.orgpage.ru/hvalyinsk/hvalynskiy-zavod-gidroapparatury-567200.html> (дата обращения: 23.03.2021).
22. Сайт расчет нормативов образования и накопления отходов производства и потребления на предприятии [Электронный ресурс] : URL: https://studopedia.ru/29_12012 (дата обращения: 03.05.2022).
23. Самсонов В. Т. Обеспыливание воздуха в промышленности: методы и средства: монография. Москва : ИНФРА-М, 2019. 234 с.
24. Фролов В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии». Москва : Химиздат, 2018. 608 с.
25. Jagjit K, Sandeep P., Kuldeep K. Need for the Advanced Technologies for Wastewater Treatment. 10.1007/978-981-10-4041-2-3. 2017
26. Barducci G., Franchino R. The RDF gasifier of florentine area (Greve in chianti). I Simposio Italo-Brasiliano di Ingegneria Sanitaria-Ambientale SIBESA. 1992;2:80-94.
27. Baykara S. Z., Bilgen E. A. Feasibility Study on Solar Gasification of Albertan Coal. Alternative Energy Sources IV. Vol. 6. New York: Ann Arbor Science; 1981. P. 12-19.
28. Bridgwater A. V. Catalysis in thermal biomass conversion. Applied Catalysis A: General. 1994;116:5-47. DOI : 10.1016/0926-860X(94)80278-5.
29. Di Blasi C. Dynamic behaviour of stratified downdraft gasifier. Chemical Engineering Science. 2000, 2000;55:2931-2944. DOI: 10.1016/S0009-2509(99)00562-X.
30. Hauserman W. B. et al. Biomass gasifiers for fuel cells systems. La Chimica e l'industria. 1997 ; 79:199-206. DOI: 10.1016/S1359-4311(97)00116-6.
31. Staniewski E. Gasification-the benefits of thermo chemical conversion over combustion. Hazardous Materials Management. October/November.