

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)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Экологический инжиниринг и аудит

(направленность (профиль)/специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Исследование и оценка рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов

Обучающийся

А.Р. Багаутдинова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

к.т.н., доцент, Е.А. Татаринцева

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2023

## Содержание

Введение.....	3
Термины и определения .....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Анализ эксплуатации производственных объектов в организации ООО «Экоутилизация» для оценки рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов.....	9
1.1 Исследование и анализ рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов (включая, выявление видов отходов) в организации .....	9
1.2 Анализ полученных рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов в целях обеспечения охраны здоровья.....	22
2 Инновационные технологии в организации при переработке промышленных отходов .....	27
2.1 Методы и средства, снижающие риски при переработке промышленных отходов .....	27
2.2 Процедура внедрения методов и средств, снижающих риски при переработке промышленных отходов.....	32
3 Опытнo-экспериментальная апробация предлагаемых решений по снижению рисков при переработке промышленных отходов.....	56
3.1 Оценка рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов. Критерии. Карта оценки рисков .....	56
3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых мероприятий для снижения рисков при переработке промышленных отходов.....	66
Заключение .....	71
Список используемых источников.....	74

## Введение

Статистика свидетельствует о том, что в России охрана труда находится в критическом состоянии. По данным Росстата, в 2021 году в стране произошло 34 000 несчастных случаев на производстве, из них 2 500 со смертельным исходом. Это означает, что каждый день на работе погибает в среднем 7 человек, а каждые 15 минут кто-то получает травму. Основными причинами несчастных случаев являются нарушения норм и правил охраны труда, неисправность оборудования, недостаточная подготовка работников.

Актуальность и научная значимость настоящего исследования обуславливается тем, что, при переработке промышленных отходов существуют высокие риски загрязнения воздуха рабочей зоны.

Производственная безопасность напрямую направлена на обеспечение снижение влияния неблагоприятных факторов производственной среды на организм работника.

Объект исследования: производственная безопасность при переработке промышленных отходов.

Предмет исследования: риски производственной безопасности при переработке промышленных отходов.

Цель исследования – оценить риски производственной безопасности при переработке промышленных отходов в ООО «Экоутилизация».

В соответствии с поставленной в работе целью, определены следующие задачи:

- рассмотреть основные экологические риски;
- исследовать программы по сокращению выбросов и отходов;
- проанализировать опасность химических веществ, поступающих в окружающую среду в процессе переработки промышленных отходов;

- проанализировать производственный экологический контроль на предприятии;
- разработать рекомендации по снижению рисков производственной безопасности на предприятии;
- произвести оценку экономической эффективности разработанных мероприятий.

Гипотеза исследования состоит в том, что результаты оценки рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов в ООО «Экоутилизация» позволят выработать рекомендации по снижению рисков производственной безопасности на предприятии.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: отчёты предприятий в области снижения воздействия на окружающую среду.

Методы исследования: анализ показателей антропогенного воздействия предприятий РФ на окружающую среду.

Опытно-экспериментальная база исследования: ООО «Экоутилизация».

Научная новизна исследования заключается в разработке эффективных мероприятий по снижению рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов.

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в разработке рекомендаций по снижению рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов на предприятиях РФ.

Достоверность и обоснованность результатов: выполнен анализ докладов предприятий по выполнению мероприятий в области снижения воздействия на окружающую среду.

Личное участие автора в проведении докладов по реализации мероприятий в области снижения воздействия на окружающую среду при переработке промышленных отходов в ООО «Экоутилизация».

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты публиковались в следующих научных журналах:

- Багаутдинова А.Р. Мероприятия по снижению рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов // Студенческий форум: электрон. научн. журн. 2023. № 15(238). URL: <https://nauchforum.ru/journal/stud/238/125675>.

На защиту выносятся: разработанные рекомендации по снижению рисков производственной безопасности на предприятии.

Структура магистерской диссертации работа обусловлена целью и задачами исследования, состоит из трёх разделов и содержит 7 рисунков и 13 таблицу, список используемых источников (36 источников). Основной текст работы изложен на 79 страницах.

## Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Безопасность труда – «вид деятельности по обеспечению безопасности трудовой деятельности работающих (преимущественно от поражения опасных производственных факторов)» [28].

Гигиена труда – «раздел гигиены, изучающий трудовую деятельность работающих и производственную среду с точки зрения их возможного влияния на организм работающих и разрабатывающий меры, направленные на оздоровление условий труда» [28].

Загрязнение окружающей среды – поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Загрязнение атмосферного воздуха – поступление в атмосферный воздух или образование в нем вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха.

Загрязнение водных объектов – сброс или поступление иным способом в водные объекты, а также образование в них вредных веществ, которые ухудшают качество поверхностных и подземных вод, ограничивают использование либо негативно влияют на состояние дна и берегов водных объектов.

Загрязнение почв – содержание в почвах химических соединений, радиоактивных элементов, патогенных организмов в количествах, оказывающих вредное воздействие на здоровье человека, окружающую природную среду, плодородие почв сельскохозяйственного назначения.

Окружающая среда – совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.

Охрана окружающей среды – деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий (далее также – природоохранная деятельность).

Оценка условий труда – «комплекс процедур идентификации опасных и вредных производственных факторов, и рисков их воздействия на организм работающего, а также последующей оценки данных рисков» [28].

Производственная среда – «окружающая работающего человека среда, в которой он осуществляет рабочие операции простого процесса труда» [28].

Работник – «человек, занятый наемным трудом в интересах работодателя» [28].

Работодатель – «субъект права (организация или физическое лицо), нанявший одного или более работников» [28].

Система управления в области охраны окружающей среды – часть общей системы административного управления, которая включает в себя организационную структуру, планирование, ответственность, методы, процедуры, процессы и ресурсы, необходимые для разработки, внедрения, реализации, анализа и поддержания экологической политики.

Травма производственная – «травма, полученная пострадавшим работником при несчастном случае на производстве» [28].

Условия труда – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса [28].

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения:

ГЖ – горючая жидкость.

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость.

ЛЭК – лаборатория экологического контроля.

МВИ – методика выполнения измерений.

ОКК – отработанный катализатор крекинга углеводородов нефти.

ООС – охрана окружающей среды.

ПДК<sub>м.р</sub> – предельно допустимая концентрация максимальная разовая.

ПДК<sub>с.г</sub> – предельно допустимая концентрация среднегодовая.

ПДК<sub>с.с</sub> – предельно допустимая концентрация среднесуточная.

ПОМ – природоохранное мероприятие.

ПСОЕ – полная статическая обменная емкость.

ПЭК – производственный экологический контроль

СПП – съемные грузозахватные приспособления.

СИЗ – средство индивидуальной защиты.

ТКО – твердые коммунальные отходы.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

# **1 Анализ эксплуатации производственных объектов в организации ООО «Экоутилизация» для оценки рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов**

## **1.1 Исследование и анализ рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов (включая, выявление видов отходов) в организации**

ООО «Экоутилизация» осуществляет деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов.

Технология переработки ТКО. Основная масса мусора – это сухие отходы от производственной деятельности (картон, дерево, стрейч-пленка, пластик, офисный мусор, изношенная мебель, смет от уборки территории, сухая листва, ветки деревьев) и минимум пищевых отходов.

В данной работе рассматривается здание с тремя линиями переработки ТКО [2].

Первая линия переработки включает в себя сортировку ТКО на вторичное сырьё, дробление негорючих материалов.

«Вторичное сырьё – это макулатура (бумага, картонные коробки), полимерная плёнка, пластиковые канистры и бутылки, поролон, алюминиевые банки тряпье. Данные отходы пакетируются на прессе (в отделении прессования ТКО) и реализуются перерабатывающим предприятиям или идут на сжигание» [8].

На участке приемки и сортировки отделяются крупногабаритные отходы (ручная сортировка), представляющие собой цельные изделия или фрагменты изделий с габаритами более 600×600 мм или 800×200 мм, а также весом более 6 кг. Они отбираются и складываются в отдельные накопительные бункеры (контейнеры с мусорными мешками).

После сортировки вторичное сырье отправляется в отделение приемки на сортирование и далее прессуется в отделении на прессования. Готовые брикеты доставляются на склад готовой продукции [9].

Оставшиеся после сортировки мусора горючие отходы подаются в ЛЭК-3000 при помощи монорельса.

Негорючие отходы отправляются в дробилки роторные, сепараторы черных и цветных металлов, сепараторы барабанные, установленные в отделении сортировки и дробления ТКО [1].

Под непрессуемый и крупногабаритный мусор предусматривается установка 27-кубового контейнера, который далее вывозится на полигон.

Вторая линия переработки предусматривает безотходную переработку ТКО с установкой двух локально-энергетических комплексов [3].

ТКО для сжигания в ЛЭК поступает с отделения сортировки и дробления ТКО (через весовую платформу) и при помощи грузового автомобиля через ворота (перевозимый мусор упакован в мусорные мешки), с которого при помощи монорельса мусор выгружается на весовую платформу, взвешивается и отправляется в приемный бункер ТКО ЛЭК [7].

При сортировке ТКО в ЛЭК отбираются негорючие материалы: камень (контейнер А), цветные металл (контейнер Б) и черные металлы (контейнер В). Далее при помощи монорельса ТКО в мешках грузится на грузовой автомобиль и отправляется на прессование.

Третья линия переработки ТКО.

Мусор с первой и второй линии переработки ТКО доставляется в отделение приемки мусора на прессование. Далее мусор поступает на прессование. Прессование происходит в специальном технологическом оборудовании по прессованию мусора. Возможна установка нескольких линий по прессованию ТКО [6].

Например, оборудование УКО-2 по брикетированию отходов растительного происхождения. Пресс SP 380 LR – применение пакетировочных прессов является наиболее рациональным способом

уменьшения твердых коммунальные отходов (ТКО). Используя пакетировочный пресс можно сжать мусор, уменьшив его объем до 20% от его первоначального объема (полиэтиленовые бутылки, канистры, тара).

Кроме того, спрессованные в кипы отходы (бумага, картон, пластик, ПЭТ-бутылки, алюминиевые банки, ветошь) покупают как заготовители вторсырья по более выгодным расценкам, так и другие мусороперерабатывающие заводы.

Любые «смешанные отходы – консервные банки, пакеты из-под сока и молока, стаканчики из-под йогурта, одноразовая посуда. Весь мусор, который накапливается в пластиковых (мусорных) мешках, загружается в камеру пресса и сжимается до получения плотного брикета» [8], при этом первоначальный объём отходов уменьшается до 20 раз. Брикет (кипа) перевязывается капроновым шпагатом (или проволокой), а далее механизированным способом извлекается из камеры пресса [12].

После прессования мусора брикеты при помощи погрузчиков и грузовых тележек доставляется на склад готовой продукции.

Характеристика отходов, образующихся на предприятии представлены в таблице 1. Ненужные отходы вывозятся на полигон [14].

Таблица 1 – Характеристика отходов, образующихся на предприятии

Наименование отхода	Класс опасности	Количество отходов, т/год	Движение отходов, т\год		
			использовано	обезврежено	захоронено
Бумага, загрязненная смолами	3	46,34	–	–	46,34
Остатки смол, затвердевшие	3	23,82	–	–	23,82
Почва (грунт), содержащая примеси коры	4	1589	439,4	–	1149,6
Пыль шлифовальная от производства древесностружечных плит [17]	3	11238	11238	–	–

Продолжение таблицы 1

Наименование отхода	Класс опасности	Количество отходов, т/год	Движение отходов, т/год		
			использовано	обезврежено	захоронено
Ртутные лампы отработанные	1	844 шт.	–	844 шт.	–
Изношенные шины с металлокордом	3	4,73	–	4,73	–
Свинцовые аккумуляторы отработанные неповрежденные с неслитым электролитом	1	0,267	–	0,267	–
«Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства» [17]	4	1,55	1,55	–	–
Отходы печатной продукции (черно-белая печать)	4	0,39	0,39	–	–
Отходы упаковочного картона незагрязненные	4	3,88	3,88	–	–
Прочие незагрязненные отходы бумаги	4	7,12	7,12	–	–
Опилки натуральной чистой древесины	4	2178	2178	–	–
Кусковые отходы натуральной чистой древесины	4	8897	8897	–	–
Опилки разнородной древесины (содержащие опилки древесностружечных плит)	3	61,19	61,19	–	–
Отходы (куски, обрезки) древесностружечных плит	3	168,192	168,192	–	–

Продолжение таблицы 1

Наименование отхода	Класс опасности	Количество отходов, т/год	Движение отходов, т/год		
			использовано	обезврежено	захоронено
Стружка и опилки при производстве мебели	4	620	620	–	–
Полиэтиленовые мешки из-под сырья	3	20,86	–	20,86	–
Синтетические и минеральные масла отработанные	3	4,142	2,597	1,545	–
Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел - менее 15%)	3	0,627	–	0,627	–
Бумажные и картонные фильтры, пропитанные нефтепродуктами	3	0,062	–	0,062	–
Зола и шлак топочных установок	3	8,8	–	–	8,8
Отходы (смет) от уборки территории промышленных предприятий и организаций	4	26,39	–	–	26,39
Отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности и населения	неопасные	82,22	–	–	82,22
«Опилки древесные, загрязненные минеральными маслами (содержание масел - 15% и более)» [17]	3	0,312	–	0,312	–

Продолжение таблицы 1

Наименование отхода	Класс опасности	Количество отходов, т/год	Движение отходов, т/год		
			использовано	обезврежено	захоронено
Песок, загрязненный маслами (содержание масел - менее 15 %)	4	0,416	–	–	0,416

Все отходы 1-го класса опасности (ртутные лампы отработанные, свинцовые аккумуляторы отработанные неповрежденные с неслитым электролитом) передаются на обезвреживание. Отходов 2 класса опасности на предприятии не образуется. Отходы 3-го класса опасности составляют 46,34 % от общего количества отходов предприятия, а отходы 4 класса опасности – 53,33 %, из них подлежат захоронению 0,316 % и 4,709 % соответственно [18].

Отходы производства карбамидоформальдегидных смол могут находиться как в жидком состоянии, то есть образуются сточные воды, содержащие смолу, так и в твердом – остатки смол затвердевшие, которые образуются в результате разделения сточных вод на две фракции: смольную (твердую) и надсмольную (жидкую). Остатки смол затвердевшие, образующиеся на ООО «Экоутилизация», относятся к отходам 3 класса опасности и имеют структуру сетчатых полимеров.

Для уменьшения воздействия ООО «Экоутилизация» на окружающую среду необходимо разработать комплекс организационных, технических и архитектурно-планировочных мероприятий [15].

Технические мероприятия предусматривают разработку и внедрение высокоэффективных и экономичных систем переработки отходов карбамидоформальдегидных смол, а также очистки сточных вод от азота аммонийного, что позволит снизить воздействие на окружающую среду, а также значительно уменьшит экологический налог [4].

В настоящее время существует незначительное количество вариантов обезвреживания и использования остатков смол затвердевших, что в первую очередь связано с их структурой и непостоянством состава, а также недостаточно изученными свойствами [10].

Существуют следующие направления обезвреживания и использования остатков смол, затвердевших:

- термические способы (пиролиз);
- использование в качестве добавки в строительные материалы;
- применение в качестве удобрения [5].

Выполнение комплекса таких мероприятий позволит существенно снизить уровень воздействия ООО «Экоутилизация» на окружающую среду.

На ООО «Экоутилизация» широко применяют оборудование ударного действия (прессы), мощные энергетические установки (насосы, компрессоры, двигатели), которые являются мощными источниками вибрации.

Во всех случаях вибрация распространяется грунтом и достигает фундаментов жилых и общественных зданий, часто приводит к звуковым колебаниям. Передача вибрации через фундаменты и грунт может вызвать неравномерную осадку, разрушение инженерных сооружений и жилых зданий. Протяженность зоны воздействия вибрации в окружающей среде определяется величиной ее затухания в грунте, которая обычно составляет 1 дБ/м.

Основные источники теплового загрязнения – выбросы в атмосферу нагретых отработанных газов и воздуха от сушильных установок и котлов, а также от прессовых установок.

Для оценки воздействия ООО «Экоутилизация» на атмосферу и определения периодичности инвентаризации проводим определение категории воздействия на атмосферный воздух.

ООО «Экоутилизация» относится к 3 категории воздействия на атмосферный воздух, инвентаризация действующих стационарных

источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух проводится 1 раз в 5 лет.

В результате деятельности предприятия происходит загрязнение окружающей среды 29 наименованиями вредных веществ 1 – 4 классов опасности, в том числе формальдегида, углеводородов, фторидов, водорода фтористого. На промплощадке обследован 101 действующий источник, выбрасывающий вредные вещества, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Вредные вещества, выбрасываемые на ООО «Экоутилизация»

Код вещества	Наименование вещества	ПДКм.р, мкг/м <sup>3</sup>	ПДКс.с, мкг/м <sup>3</sup>	ПДКс.г, мкг/м <sup>3</sup>	Класс опасн.	Выброс, т/год
0143	Марганца диоксид	10	5	1	2	0,0012
0184	Свинец	1	3	1	1	0,0065
0301	Азота диоксид	250	100	40	2	34,6791
0303	Аммиак	200	-	-	4	0,4325
0322	Кислота серная	300	100	30	2	0,0035
0330	Серы диоксид	500	200	50	3	0,0034
0337	Углерода оксид	5000	3000	500	4	365,238
0342	Водород фтористый	20	5	-	2	0,0267
0344	Фториды плохорастворимые	200	120	30	2	0,0017
0501	Углеводороды непредельные C <sub>2</sub> -C <sub>5</sub>	3000	1200	300	4	0,0029
0602	Бензол	100	40	10	2	0,3471
0616	Ксилол	200	100	20	3	0,00016
0621	Толуол	600	300	100	3	0,6276
0627	Этилбензол	20	-	-	3	0,00002
1042	Спирт бутиловый	100	-	-	3	0,0764
1061	Спирт этиловый	5000	2000	500	4	0,334
1210	Бутилацетат	100	-	-	4	0,1717
1225	Метилакрилат	10	-	1	3	0,0545
1240	Этилацетат	100	-	-	4	2,3759
1325	Формальдегид	30	12	3	2	7,422
2748	Скипидар	2000	1000	200	4	138,7675
2754	Углеводороды предельные C <sub>11</sub> -C <sub>19</sub>	1000	400	100	4	0,0135
2902	Твердые частицы	500	150	-	3	65,0612
2908	Пыль неорганическая содержанием SiO <sub>2</sub> =70 – 20 %	300	100	30	3	6,9582
0123	Железа оксид	200	100	40	3	0,0133
0308	Борный ангидрид	-	200	-	3	0,0026
0323	Кремния диоксид	-	-	-	-	0,0013

Продолжение таблицы 2

Код вещества	Наименование вещества	ПДК <sub>м.р.</sub> , мкг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>с.с.</sub> , мкг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>с.г.</sub> , мкг/м <sup>3</sup>	Класс опасн.	Выброс, т/год
0401	Углеводороды предельные C <sub>1</sub> -C <sub>10</sub>	25000	10000	2500	4	0,297
2636	Пыль древесная	400	160	40	3	16,3851
Итого						639,304

В соответствии с отчетом 2-ОС (воздух) за 2022 год количество загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферный воздух, составило 639,304 т/год. Выброс загрязняющих веществ по классам опасности от общего количества составляет, %: 1 класс опасности – менее 0,001; 2 класс опасности – 6,64; 3 класс опасности – 13,95; 4 класс опасности – 79,4; класс опасности не определен – менее 0,001. Наибольший массовый выброс приходится на долю углерода оксида (57,1 %), скипидара (21,7 %), взвешенных веществ (10,2 %), азота диоксида (5,42 %), пыли древесной (2,6 %), формальдегида (1,2 %). Остальные вещества выбрасываются в атмосферу в меньших количествах.

В настоящее время на ООО «Экоутилизация» проделана определенная работа по созданию и внедрению системы управления окружающей среды на предприятии: функционирует система локального мониторинга, осуществляется производственный экологический контроль, проводится анализ, планирование и внедрение природоохранных мероприятий [19].

«Организационная структура управления ООС ООО «Экоутилизация» построена по иерархическому принципу и предусматривает три уровня управления:

- первый уровень – руководство ООО «Экоутилизация»;
- второй уровень – служба ООС ООО «Экоутилизация»;
- третий уровень – структурные подразделения ООО «Экоутилизация» [7].

«Функции, выполняемые в рамках управления ООС на каждом из трех уровней управления, скоординированы и взаимосвязаны между собой» [7].

Оперативное руководство и координация работ по вопросам ООС возлагается на руководителя ООО «Экоутилизация».

Главный инженер ООО «Экоутилизация» в рамках управления ООС:

- контролирует соблюдение требований ООС ООО «Экоутилизация», включая проведение проверок исполнения подразделениями и должностными лицами функций и обязанностей в рамках управления ООС;
- контролирует подготовку материалов для привлечения работников к дисциплинарной ответственности за нарушения экологической безопасности;
- осуществляет взаимодействие с Росприроднадзором при подготовке и проведении проверок в ООС, в рамках своей компетенции;
- организует выполнение предписаний органов государственного надзора;
- организует рассмотрение вопросов состояния ОС на совещании с руководителями структурных подразделений;
- организует выполнение структурными подразделениями лицензионных требований;
- организует разработку ежегодного плана мероприятий по обеспечению ООС на заводе;
- организует подготовку и передачу информации о состоянии ОС на заводе в ХК и Корпорацию;
- организует работу по совершенствованию технологических процессов и организации производства, направленных на обеспечение ООС;
- принимает участие в проверках, проводимых представителями органов исполнительной власти при осуществлении ими контрольно-надзорных мероприятий в области ООС [16].

При этом, положения экологической политики должны быть направлены на решение следующих задач:

- принимать все возможные меры для предотвращения загрязнения окружающей среды в источнике образования вредных веществ. В случае, когда образование отходов избежать нельзя, завод в соответствии с экономическими возможностями использует их вторично;
- вовлекать весь персонал в природоохранную деятельность предприятия;
- рационально применять природные ресурсы во всех сферах, начиная с производства продукции и заканчивая утилизацией отходов;
- способность к сотрудничеству и согласованности в действиях производителей и органов надзора для достижения общей цели – предотвращение загрязнения окружающей среды;
- соблюдать требования законодательства, регламентирующего вопросы охраны окружающей среды [16].

Объектами ПЭК являются:

- источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (адсорбер, местные отсосы);
- источники образования остатков смол затвердевших, места временного их сбора и хранения, а также места временного сбора и хранения отработанного сорбента;
- сточная вода после очистки от азота аммонийного перед сбросом в городскую канализацию;
- места хранения сырья и материалов, используемых при производстве удобрений [26].

Контроль для каждого вида контролируемых объектов осуществляется отделом по охране окружающей среды.

Основными задачами в области охраны атмосферного воздуха для внедряемых природоохранных мероприятий являются:

- проверка организации и ведения форм первичной учетной документации;
- проверка технического состояния воздухоохраных сооружений, установок и устройств, соблюдения правил их эксплуатации;
- контроль за выполнением мероприятий по охране атмосферного воздуха в целях предотвращения и сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, стационарными и передвижными источниками;
- обеспечение достоверности сведений о выбросах в государственной статистической отчетности [13].

Основными задачами в области обращения с отходами производства являются:

- проверка соблюдения природоохраных, санитарных, противопожарных и иных требований законодательства при сборе, размещении, обезвреживании, перевозке отходов производства;
- проверка организации и ведения форм первичной учетной документации;
- проверка за выполнением мероприятий, предусмотренных нормативными актами, государственными программами и другими актами законодательства в части обращения с отходами;
- проверка соблюдения нормативов образования отходов производства, лимитов размещения отходов производства;
- проверка организации и ведения форм первичной учетной документации, статистической отчетности;
- проверка заполнения и учета сопроводительных паспортов перевозки отходов производства;
- проверка состояния и организации работ по инвентаризации отходов производства;
- проверка правильности расчета и внесения платежей за размещение отходов производств.

Основными задачами в области использования и охраны вод являются:

- контроль за правильностью ведения первичного учета количества забираемой воды, наличием и состоянием приборов учета и контроля;
- контроль за правильностью ведения первичного учета количества сбрасываемых сточных вод, наличием и состоянием приборов учета и контроля;
- проверка выполнения составленных ранее актов, выданных (предписаний) по улучшению использования и охраны вод;
- проверка организации производственного аналитического контроля в области использования и охраны вод;
- обеспечение достоверности сведений о водопотреблении и водоотведении в государственной статистической отчетности по форме 1-вода.

Основными задачами в области охраны земель и растительного мира являются:

- контроль за выполнением мероприятий, предусмотренных нормативными актами, государственными программами, другими материалами по охране земель, по предотвращению процессов, вызывающих загрязнение и деградацию земель;
- контроль за соблюдением установленных норм и правил, обеспечивающих предотвращение загрязнения почв вредными химическими веществами, сточными водами, производственными, коммунально-бытовыми и другими отходами;
- контроль за «охраной объектов растительного мира от незаконных порубок, уничтожения и повреждений, загрязнения отходами производства и потребления, химическими веществами и иными сбросами загрязняющих веществ, а также недопущением выжигания сухой растительности» [8];
- проверка организации и ведения форм первичной учетной

документации [30].

Ежегодно на ООО «Экоутилизация» образуется 23,82 т остатков смол затвердевших, которые являются отходами 3-го класса опасности.

Так как от производства всех видов смол отходы собираются совместно, определение их качественного и количественного состава затруднено, но из данных об используемом сырье для производства смол, а также состава получаемых смол, можно сказать, что в состав остатков смол затвердевших входят: формальдегид, карбамид, который является источником азота ( $\approx 30\%$ ), меламин, сульфаты, натрий.

## **1.2 Анализ полученных рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов в целях обеспечения охраны здоровья**

Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности – В, так как в нем образуются легковоспламеняющиеся жидкости, газовые жидкости и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы.

По молниезащите здание относится к III категории устройств молниезащиты. Здание этой категории расположено в местности со средней интенсивностью грозовой деятельности 60 часов в год.

Наружное пожаротушение, в случае возникновения пожара, осуществляется из кольцевого пожарного водопровода, оснащенного гидрантами. Для внутреннего пожаротушения предусмотрены водяные краны, пенные огнетушители. При входе в цех на стенах закреплены пожарные щиты, рядом с которыми расположены ящики с песком.

В процессе производства во избежание воздействия на организм работающих вредных производственных факторов, предупреждения возникновения несчастных случаев и пожаров, необходимо правильное ведение технологического процесса с соблюдением параметров и норм,

утверждённых инструкцией.

Главным направлением развития производственной безопасности на современном этапе является создание безопасной техники и технологии, применение защитных средств, внедрение механизации и автоматизации производства и на этой основе обеспечение производственных условий, исключающих травматизм и заболеваемость [27].

Так как технический уровень современного производства недостаточно высок, то следует отметить, что полностью исключить воздействие вредных факторов на работающих невозможно. Следовательно, необходимо их ограничение до допустимых значений, чего можно достигнуть внедрением различных видов защиты, устройством и реконструкцией установок различного назначения. Возможно также снятие остаточного воздействия вредного фактора на работающих во время регламентированных перерывов в функциональных помещениях. Наряду с этим охрана труда имеет и большое экономическое значение.

Состояние безопасности и условий труда оказывает свое воздействие на период профессиональной активности трудящихся, производительность труда, потери, связанные с травматизмом и заболеваемостью на производстве, затраты на льготы и компенсации по условиям труда. Кроме того, несчастные случаи, как правило, ведут к нарушению технологических процессов, а зачастую, к повреждению оборудования, машин и механизмов [20].

Оптимальные микроклиматические условия – сочетание количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния организма [22].

Согласно оптимальными параметрами микроклимата (температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха) считаются:

- для холодного периода года: температура воздуха в рабочей зоне производственных помещений 19 – 21 °С, относительная влажность воздуха 40 – 60 %, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с;
- для теплого периода года: температура воздуха в рабочей зоне производственных помещений 20 – 22 °С, относительная влажность воздуха 40 – 60 %, скорость движения воздуха не более 0,3 м/с.

Совокупность факторов: температура, влажность, скорость движения воздуха, характерных для производства называют микроклиматом – устанавливают допустимые величины показателей микроклимата для рабочей зоны производственных помещений с учетом тяжести выполняемой работы и периодом года [25].

Основные группы производственных процессов данном производстве относятся к категории Па (физические работы средней тяжести) Параметры микроклимата для категории работ представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры микроклимата

Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19 – 21	40–60	0,2
Теплый	20–22	40–60	0,3

В цехе организован постоянный контроль за происходящими технологическими процессами с пультов управления. Систематически, каждый квартал, отбираются пробы воздуха в помещениях для определения в них вредных газов. Значения, полученные в результате анализа отобранных проб, сравниваются с ПДК<sub>р.з.</sub> этих веществ.

На основании полученных рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов, можно сделать следующие выводы:

- в целом воздействие объекта на атмосферный воздух можно оценить как сильное, о чем свидетельствуют данные по выбросам загрязняющих веществ;
- на гидросферу предприятие оказывает сильное воздействие за счет высокого водопотребления. Все производственные воды сбрасываются в городскую канализацию, что оказывает нагрузку на городские очистные сооружения, об этом свидетельствует расчет эквивалентного населения по азоту аммонийному. Согласно данным протокола отбора проб сточных вод на местах выпуска в городскую канализацию периодически наблюдается превышение концентрации азота аммонийного в 3 раза, что подчеркивает важность решения проблемы очистки производственных сточных вод от азота аммонийного;
- на почву за пределами промплощадки деятельность предприятия оказывает незначительное воздействие, об этом свидетельствует расчет пылевой нагрузки, из которого видно, что вся пыль оседает в пределах промплощадки, но воздействие на почву на территории ООО «Экоутилизация» сильное;
- по количеству образующихся отходов производства ООО «Экоутилизация» оказывает сильное воздействие на окружающую среду. Но на предприятии 95 % отходов передается на переработку, преимущественно это отходы 3 и 4 класса опасности, что значительно позволяет снизить воздействие объекта на окружающую среду. Отходы 1 класса опасности обезвреживаются и не оказывают воздействия на окружающую среду.

Выводы по разделу.

Предложено разработать методы использования отходов смол в качестве сырья для получения азотных удобрений. Внедрение технологии по обезвреживанию остатков смол затвердевших позволит сократить площадь, занимаемую отходами производства, а также экологический налог.

Определено, что главным направлением развития безопасности на современном этапе является создание безопасной техники и технологии, применение защитных средств, внедрение механизации и автоматизации производства и на этой основе обеспечение производственных условий, исключающих травматизм и заболеваемость.

Параметры микроклимата в помещениях обеспечиваются работой приточно-вытяжной вентиляции, в холодный период года – отоплением помещений.

По результатам анализа полученных рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов в целях обеспечения охраны здоровья предложено для снижения запылённости, пожароопасности и предотвращения травматизма содержать зоны и производственные площади в чистоте, поддерживаемой уборкой во время работы и перед сдачей смены операторами соответствующих рабочих участков.

## **2 Инновационные технологии в организации при переработке промышленных отходов**

### **2.1 Методы и средства, снижающие риски при переработке промышленных отходов**

Для уменьшения количества образующихся отходов доступны четыре метода:

- разделение источника или сепарация по частям;
- модификация технологического процесса;
- замена конечного продукта;
- рекуперация материала и вторичная переработка.

Часто используется более одного из этих подходов, одновременно или последовательно.

Сокращение количества отходов, образующихся в источнике, не является новой концепцией.

Разделение источников является самым простым и, вероятно, наименее затратным методом сокращения выбросов. Такой подход предотвращает загрязнение больших объемов неопасных отходов за счет удаления опасных компонентов с образованием концентрированных опасных отходов, например, промывочная вода для обработки металла становится неопасной за счет отделения токсичных металлов. Затем вода может быть удалена через канализационные системы.

Технологические модификации, как правило, производятся на постоянной основе на существующих установках для повышения эффективности производства, улучшения качества продукции и снижения производственных затрат. Эти модификации могут представлять собой относительно небольшие изменения в методах работы, такие как изменение температуры, давления или состава сырья, или может повлечь за собой серьезные изменения, такие как использование новых процессов или нового

оборудования. Хотя модификации технологического процесса привели к сокращению количества опасных отходов, сокращение, как правило, не было основной целью модификаций. Однако по мере увеличения затрат на обращение с опасными отходами сокращение отходов станет более важной первоочередной целью.

Успешное изменение технологического процесса требует детального знания процесса, а также знаний об альтернативных материалах и технологиях обработки. Успешное внедрение требует совместных усилий поставщиков материалов и оборудования, а также собственного инженерного персонала.

Замещение конечного продукта – это замена продуктов с высоким содержанием опасных отходов (промышленных продуктов, при производстве которых образуется значительное количество опасных отходов) новым продуктом, производство которого позволило бы устранить или сократить образование опасных отходов. Такие отходы могут образовываться в результате окончательной утилизации изделия (например, асбестовых изделий) или в процессе производства (например, при нанесении гальванического покрытия). Не все доступные заменители позволяют избежать образования опасных отходов.

Как правило, разработка заменителей мотивируется определенными преимуществами либо для пользователя (например, в повышении надежности, снижении стоимости или упрощении эксплуатации), либо для производителя (например, в снижении производственных затрат). Изменение потребительского поведения также может привести к изменению продукта.

Однако большинство замен конечных продуктов, направленных на сокращение образования опасных отходов, не обладают такими преимуществами. Единственной выгодой может быть снижение потенциального негативного воздействия на здоровье человека или окружающую среду, если только производители отходов не осознают в полной мере более высокие риски и затраты, связанные с обращением с

опасными отходами, могут потребоваться другие стимулы для достижения замены конечного продукта.

Извлечение опасных материалов из технологических стоков с последующей переработкой является отличным методом сокращения объема опасных отходов. Это не новая промышленная практика. Рекуперация и вторичная переработка часто используются вместе, но технически термины разные. Извлечение включает в себя отделение вещества от смеси. Переработка - это использование такого материала, извлеченного из технологических стоков. Несколько компонентов могут быть извлечены из технологических стоков и могут быть переработаны или выброшены. Например, отходы, состоящие из нескольких органических материалов, могут быть обработаны дистилляцией растворителя для извлечения галогенированных органических растворителей для вторичной переработки; выброшенный остаток смешанной органики может быть сожжен для получения технологического тепла.

На основании анализа существующей информации о способах переработки и использовании смол и их отходов можно сделать вывод, что наиболее перспективным является использование отходов смол в качестве сырья для получения азотных удобрений.

Параметры микроклимата в помещениях обеспечиваются работой приточно-вытяжной вентиляции, в холодный период года – отоплением помещений.

«Вентиляция поддерживает нужный состав и состояние воздуха, а также обеспечивает условия необходимые для некоторых технологических процессов. С ее помощью удаляют токсические, пожаро- и взрывоопасные загрязнения или разбавляют их до безвредной и безопасной концентрации, допустимой санитарно-гигиеническими нормами и правилами» [4].

Размещение, содержание производственных помещений, оборудования, технологические процессы, вентиляция, отопление, водоснабжение, канализация, освещение, санитарно-бытовые помещения,

производственные факторы среды обитания человека в цехах и участках должны удовлетворять требованиям СанПиН.

Индивидуальная защита и личная гигиена работающих. Для рабочих занятых непосредственно в цеху переработки смол выдаются спецодежда, спецобувь. Работы, выполняемые внутри газоходов, сушильных и пылесадительных камер и т. п., следует проводить при температуре воздуха в них не выше 40 °С. При температуре воздуха 40 °С, рабочие места оборудованы обдувочными вентиляторами, а рабочие обеспечены специальной одеждой и специальной обувью. Температура наружных поверхностей оборудования и ограждений на рабочих местах не превышает 45 °С.

Основными техническими средствами, обеспечивающими безопасность труда, являются механизация и автоматизация производственных процессов и оборудования, дистанционное управление, ограждения, предохранительные устройства, блокировки, сигнализации.

Для уменьшения воздействия источников шума и вибрации предусмотрены следующие меры:

- устройство шумозащитных кабин;
- дистанционное управление;
- устройство шумозащитных экранов;
- покрытие оборудования шумозащитными мастиками;
- замена оборудования менее шумным;
- своевременный ремонт оборудования.

Помимо уменьшения уровня шума оборудования необходима акустическая обработка производственного помещения. Применение звукопоглощающих облицовок стен и потолка, а также единичных звукопоглотителей снижает уровень шума в области низких частот на 8 – 10 дБ, в области средних и высоких частот – 12 дБ [31].

Безопасность эксплуатации промышленных установок обеспечивается следующими мероприятиями:

- а) внутренний осмотр и работы внутри аппаратов допускается проводить:
- 1) после отключения установки от газа,
  - 2) после тщательной вентиляции корпусов аппаратов и коммуникаций от вредных газов, что должно быть проверено с помощью газоанализаторов,
  - 3) при устройстве искусственной вентиляции замкнутых объемов, внутри которых могут накапливаться вредные вещества,
  - 4) после охлаждения установок до температуры не более 50 °С,
  - 5) при постоянном надзоре за людьми, находящимися внутри аппарата,
  - б) после тщательной промывке аппарата водой или нейтрализующим раствором;
- б) продувку (вентиляцию) газовых коммуникаций и газопылеочистных установок от взрывоопасных газов следует производить инертным газом или паром;
- в) при улавливании аппаратами самовозгорающейся пыли нельзя допустить чрезмерного ее накопления, необходимо принимать меры против самовоспламенения;
- г) во избежание накопления влажной пыли температура очищающей среды должна быть на 20-30 °С выше точки росы газов;
- д) не следует орошать водой закрытые и заполненные паром аппараты.

Для безопасной эксплуатации газовых смесей большое значение имеют прочность и плотность газопроводов, их оборудование. Поэтому при их сооружении необходимо применять неповрежденные трубы и арматуру, добиваясь высокого качества сварки, изоляции и монтажа.

Автоматическое управление основных сооружений должно дублироваться ручным управлением в случае возникновения чрезвычайных

ситуаций. Электрическое освещение также должно дублироваться аварийным освещением [34].

Для обеспечения безопасности жизнедеятельности персонала и населения при чрезвычайных ситуациях применяют следующие основные мероприятия: оповещение о ЧС и укрытие людей в приспособленных под нужды защиты населения помещениях.

## **2.2 Процедура внедрения методов и средств, снижающих риски при переработке промышленных отходов**

В производственных помещениях используется приточно-вытяжная вентиляция, но она не обеспечивает снижение концентрации вредных веществ до предельно допустимых концентраций.

«Местная вентиляция предназначена для улавливания вредностей у мест их выделения и предотвращения их перемешивания с воздухом помещения. Значение местной вентиляции заключается в том, что она полностью исключает или сокращает проникновение вредных выделений в зону дыхания работающего» [35].

«Локальный мониторинг осуществляется в целях:

- получения полной, достоверной и сопоставимой информации о влиянии источников загрязнения на окружающую среду;
- организации систематического экологического контроля и наблюдений за состоянием источников воздействия на окружающую среду;
- контроля за соблюдением нормативных параметров технологических процессов;
- обобщения данных наблюдений для оценки и прогноза уровней загрязнения окружающей среды, а также для разработки мероприятий по снижению отрицательного влияния источников антропогенного воздействия на окружающую среду;

- оперативного выявления опасных уровней загрязнения окружающей среды;
- оценки эффективности осуществляемых природоохранных мероприятий;
- обеспечения органов местного управления и самоуправления достоверной экологической информации о влиянии источников загрязнения на окружающую среду для принятия соответствующих решений» [35].

Испытания проб атмосферного воздуха с использованием средств измерений и вспомогательного оборудования проводятся в соответствии с техническим описанием и инструкциями по эксплуатации средств измерения и вспомогательного оборудования [36].

Протокол испытаний составляется в двух экземплярах и утверждается директором. Один экземпляр остается в центральную заводскую лабораторию, другой – передается в отдел охраны окружающей среды. На основании данных Протокола испытаний инженером по охране окружающей среды (по выбросам) отдела охраны окружающей среды оформляются Данные локального мониторинга, объектом наблюдения которого являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Ответственность за качество первичных данных и своевременность их представления в отдел охраны окружающей среды возлагается на начальника центральной заводской лаборатории.

Руководители подразделений, где проводятся замеры, обеспечивают бесперебойную работу оборудования с показателями не ниже проектных, а также соблюдение технологических режимов; доступ и безопасность работ на точках пробоотбора [33].

Данные локального мониторинга, объектами наблюдения которого являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, представляются ежемесячно не позднее 15-го числа месяца, следующего за отчетным на бумажном и электронном (по требованию) носителях.

Так как отходящие газы от сушильного оборудования содержат загрязняющие вещества, необходимо осуществлять их очистку с помощью циклона, расчет которого представлен ниже [32].

Исходными данными для расчета циклона, предназначенного для пылеулавливания отходящих газов от сушильной камеры, являются:

- температура очищаемого воздуха  $T = 180^{\circ}\text{C}$ ;
- расход очищаемого газа  $Q_p = 12960 \text{ м}^3/\text{ч} = 3,6 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- плотность газа  $\rho_g = 1,3 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- динамическая вязкость газа при рабочей температуре  $\mu = 17,5 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$ ;
- дисперсный состав пыли, задаваемый двумя параметрами  $d_m = 12 \text{ мкм}$  и  $\lg\sigma_{\text{ч}} = 0,283$ ;
- средняя концентрация твердых частиц суммарно  $C = 413,8 \text{ мг}/\text{м}^3$ ;
- плотность частиц  $\rho_{\text{ч}} = 1500 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- требуемая очистка  $\eta = 97\%$ .

Расчет циклона производится методом последовательных приближений. Зададимся типом циклона ЦН-15, определим оптимальную скорость газа в аппарате  $\omega_{\text{опт}} = 3,5 \text{ м}/\text{с}$ . Тип циклона выбираем с учетом того, чтобы частицы улавливаемой пыли эффективно задерживались в циклоне. Ориентировочно должно выполняться условие

$$d_m > 2d_{50}^m, \quad (1)$$

где  $d_m$  – медианный диаметр частиц (такой размер, при котором количество (масса) частиц крупнее  $d_m$ , равно количеству (массе) частиц мельче  $d_m$ ), мкм.

Диаметр циклона вычисляется по формуле 2.

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot \omega_{opt}}} , \quad (2)$$

где  $Q$  – объемный расход очищаемого газа, м<sup>3</sup>/с.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,6}{3,14 \cdot 3,5}} = 1,144 \text{ м.}$$

Полученное значение диаметра  $D$  округляем до ближайшего типового значения внутреннего диаметра циклона  $D_{ц}$ . В данном случае  $D = 1,2$  м.

Вычисляем действительную скорость движения газа в циклоне по формуле 3.

$$\omega_p = \frac{4Q}{\pi \cdot D_{ц}^2}, \quad (3)$$

$$\omega_p = \frac{4 \cdot 3,6}{3,14 \cdot 1,2^2} = 3,18 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Скорость газа в циклоне не должна отклоняться от оптимальной более чем на 15%. В данном случае отклонение составляет 9 %, что допустимо.

Рассчитываем диаметр отсекаания  $d_{50}$  (диаметр частиц, улавливаемых с эффективностью 50 % при рабочих условиях) по формуле 4.

$$d_{50} = d_{50}^T \sqrt{\frac{D_{50} \cdot \rho_{чм} \cdot \mu \cdot \omega_T}{D_T \cdot \rho_{ч} \cdot \mu_T \cdot \omega_p}}, \quad (4)$$

где  $\rho_{ч}$  – плотность частиц, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  – вязкость очищаемого газа, Па·с;

Стандартное значение  $d_{50}^T$  соответствует следующим параметрам работы циклона:  $D_T = 0,6$  м;  $\rho_{чТ} = 1930$  кг/м<sup>3</sup>;  $\mu_T = 22,2 \cdot 10^{-6}$  Па·с;  $\omega_T = 3,5$  м/с для циклонов.

$$d_{50} = 4,5 \cdot \sqrt{\frac{1,2 \cdot 1930 \cdot 17,5 \cdot 10^{-6} \cdot 3,5}{0,6 \cdot 1500 \cdot 22,2 \cdot 10^{-6} \cdot 3,18}} = 6,723 \text{ мкм.}$$

Так как  $d_{50} < d_m$ , можно сделать вывод, что циклон подобран правильно. Расчет параметра X ведем по формуле 5.

$$X = \frac{\lg\left(\frac{d_m}{d_{50}}\right)}{\sqrt{\lg^2 \sigma_\eta^T + \lg^2 \sigma_\eta}}, \quad (5)$$

где  $\sigma_\eta$  – стандартное отклонение функции распределения дисперсного состава пыли.

$$X = \frac{\lg\left(\frac{90}{6,723}\right)}{\sqrt{\lg^2 0,352 + \lg^2 0,283}} = 1,58.$$

По величине параметра X определяем значение нормальной функции распределения  $\Phi(X)$ .  $\Phi(X)$  – это полный коэффициент очистки газа  $\eta$ , выраженный в долях [32].  $\Phi(1,58) = 0,9429$ .

Фактическая степень очистки  $\eta$  определяется по формуле 6.

$$\eta = 50[1 + \Phi(X)], \quad (6)$$

$$\eta = 50[1 + 0,9429] = 97,175 \text{ \%}.$$

Циклон выбран правильно, так как фактическая степень очистки больше ожидаемой. Расчет гидравлического сопротивления циклона  $\Delta P$ , Па, производим по формуле 7.

$$\Delta P = \xi \frac{\rho \cdot \omega_p^2}{2}, \quad (7)$$

где  $\rho$  – плотность газа, кг/м<sup>3</sup>;

$\omega_p$  – действительная скорость газа в циклоне, м/с;

$\xi$  – коэффициент гидравлического сопротивления циклона.

$$\Delta P = 163 \frac{1,3 \cdot 3,18^2}{2} = 1071,4 \text{ Па.}$$

Рассчитаем мощность привода вентилятора, который осуществляет подачу газа в циклон, по формуле 8.

$$N = \frac{K_3 \cdot \Delta P \cdot Q}{\eta_m \eta_e}, \quad (8)$$

где  $K_3$  – коэффициент запаса мощности ( $K_3 = 1,2$ );

$\eta_m$  – КПД передачи мощности от электродвигателя к вентилятору (0,8);

$\eta_e$  – КПД вентилятора ( $\eta_e = 0,6-0,8$ ).

$$N = \frac{1,2 \cdot 1071,4 \cdot 3,6}{0,8 \cdot 0,7} = 8265,1 \text{ Вт.}$$

Определим концентрацию пыли на выходе из циклона  $C_{вых}$ , мг/м<sup>3</sup>, по формуле 9.

$$C_{вых} = C_{вх} \cdot (1 - \eta), \quad (9)$$

где  $C_{вх}$  – концентрация пыли на входе в циклон, мг/м<sup>3</sup>;

$\eta$  – коэффициент очистки газа, доли ед.

$$C_{вых} = 413,8 \cdot (1 - 0,97145) = 11,81 \text{ мг/м}^3.$$

Необходимые размеры для проектирования циклона:

- внутренний диаметр цилиндрической части – 1200 мм;
- наружный диаметр выхлопной трубы – 720 мм;

- внутренний диаметр пылевывпускного отверстия – 360 мм;
- высота входного патрубка (внутренний диаметр) – 792 мм;
- ширина входного патрубка циклона – 240 мм;
- ширина входного патрубка на входе – 312 мм;
- длина входного патрубка – 720 мм;
- высота выхлопной трубы – 2088 мм;
- высота цилиндрической части корпуса циклона – 2712 мм;
- высота конической части циклона – 2400;
- высота внешней части выхлопной трубы – 360 мм;
- общая высота циклона – 5472 мм;
- толщина стенки циклона – 6 мм.

После циклона 9 очищенные от пыли газы выбрасываются в атмосферу. Содержание формальдегида в отходящих газах 1,5-3,5 мг/м<sup>3</sup>.

Существует следующие способы очистки сточных вод от азота аммонийного:

- биохимический,
- сорбция цеолитсодержащим материалом,
- ионный обмен с клиноптилолитом (естественный неорганический цеолитовый материал),
- хлорирование активным хлором, в результате которого аммиак реагирует с хлорноватистой кислотой, образуя хлорамины, а прибавление активного хлора, в свою очередь, превращает хлорамины в закись азота – нерастворимый газ.

Для очистки сточных вод цеха переработки смол выбран сорбционный способ с применением цеолитсодержащего материала. Возможность реализации процесса очистки подтверждается экспериментально.

В качестве сорбента используется отработанный цеолитсодержащий катализатор крекинга углеводородов нефти, который относится к отходам

четвертого класса опасности. Его образование достигает двух тысяч тонн в год.

Отработанный катализатор крекинга представляет собой мелкодисперсный порошок серого цвета. Величина истинной плотности ОКК составляет  $1,78 \text{ г/см}^3$ , насыпная плотность –  $0,8 \text{ г/см}^3$ , размер частиц 10 – 100 мкм.

Внешний вид частиц катализатора при увеличении в тысячу раз представлен на рисунке 1. ОКК состоит из алюмосиликатной матрицы (носителя); активного компонента – цеолита; вспомогательных активных и неактивных добавок.

Катализаторы крекинга содержат в своем составе 3 – 20 % (масс.) цеолита, равномерно распределенного в матрице.

Развитая удельная поверхность, хорошие адгезионные, адсорбционные и ионообменные свойства цеолитов дают возможность эффективно извлекать с их помощью из очищаемой воды взвешенные, коллоидные и растворенные загрязняющие вещества органического и неорганического происхождения, в том числе ионы аммония, тяжелые металлы и радионуклиды.

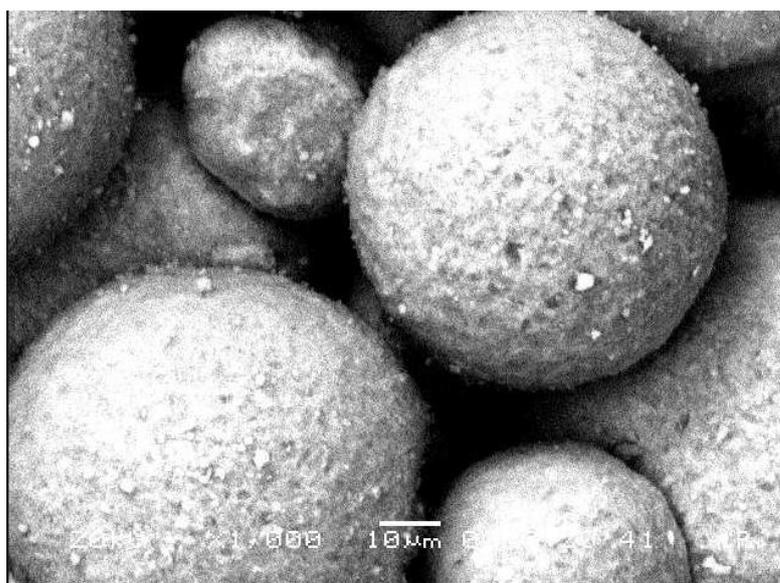


Рисунок 1 – Внешний вид частиц катализатора при увеличении в тысячу раз

Схема эксперимента представлена на рисунке 2.

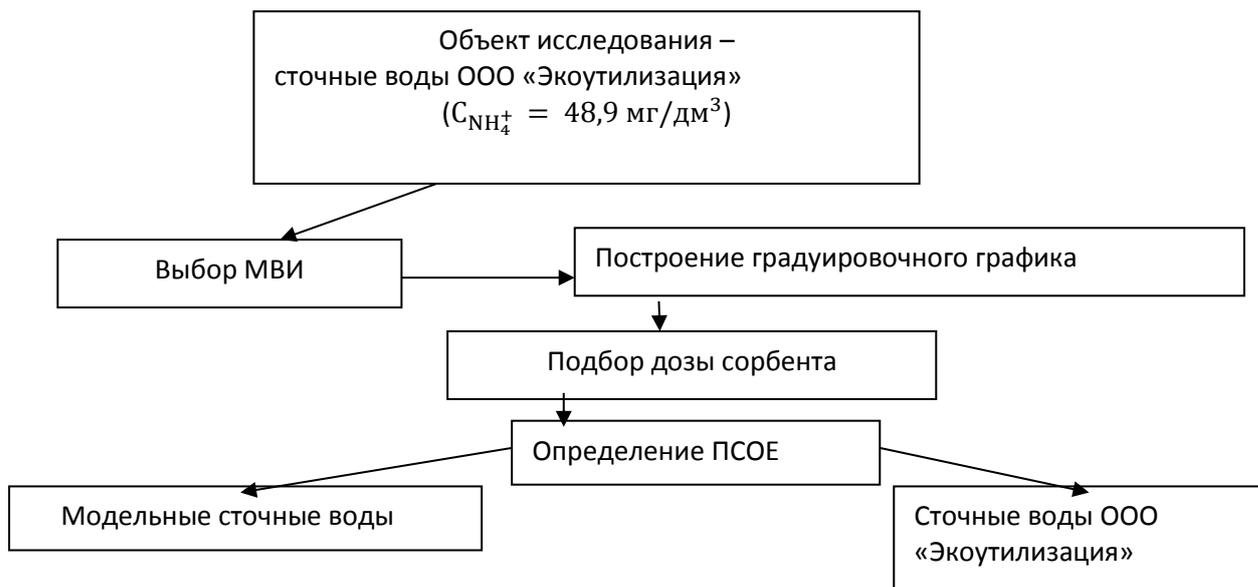


Рисунок 2 – Схема эксперимента

В экспериментальной части проводится статическая сорбция азота аммонийного. В ходе эксперимента подбирается оптимальная доза сорбента и определяется ПСОЕ для модельных сточных вод и сточных вод ООО «Экоутилизация».

Методика эксперимента.

В питьевых и поверхностных водах определение содержания ионов аммония и аммиака проводим методом непосредственного колориметрирования с реактивом Несслера. Определение основано на том, что в щелочной среде аммиак реагирует с тетраидомеркуратом (II) калия с образованием желтого раствора йодистого меркураммония.

При значительном содержании аммонийных ионов наблюдается оранжевое окрашивание, а при еще большем – получается красно-бурый осадок. В условиях определения реакцию можно представить следующим образом:



Интенсивность окраски раствора пропорциональна массовой концентрации аммиака и ионов аммония, измеряется на фотоколориметре при длине волны 400 – 425 нм, толщина кювет 10 мм.

Мешающее влияние жесткости солей в поверхностных и питьевых водах устраняется с помощью сегнетовой соли. Взвешенные вещества удаляют предварительным центрифугированием или фильтрованием.

Определение азота аммонийного в сточной воде осуществляем согласно методике.

Содержание общего аммиака в аликвоте находим по градуировочному графику. Для определения концентрации ( $C$ , мг/дм<sup>3</sup>, и  $C_m$ , моль-экв/дм<sup>3</sup>) общего аммиака в исследуемом источнике используем формулы 10 и 11.

$$C = \frac{C_k \cdot V}{a}; \quad (10)$$

$$C = \frac{C_k \cdot V}{18,03 \cdot a}, \quad (11)$$

где  $C_k$  – концентрация  $\text{NH}_4^+$ , определенная по калибровочному графику, мг/дм<sup>3</sup>;

$a$  – аликвотная часть исследуемого раствора, взятая для анализа из общего объема, см<sup>3</sup>;

$V$  – общий объем анализируемого раствора, см<sup>3</sup>;

18,03 – эквивалент  $\text{NH}_4^+$ .

Данные для построения градуировочного графика, представленного на рисунке 3, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Данные для построения градуировочного графика

Номер мерной колбы	1	2	3	4	5	6
Содержание $\text{NH}_4^+$ , мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,2	0,8	1,6	2,4	3,8
D	0,006	0,039	0,107	0,218	0,327	0,451

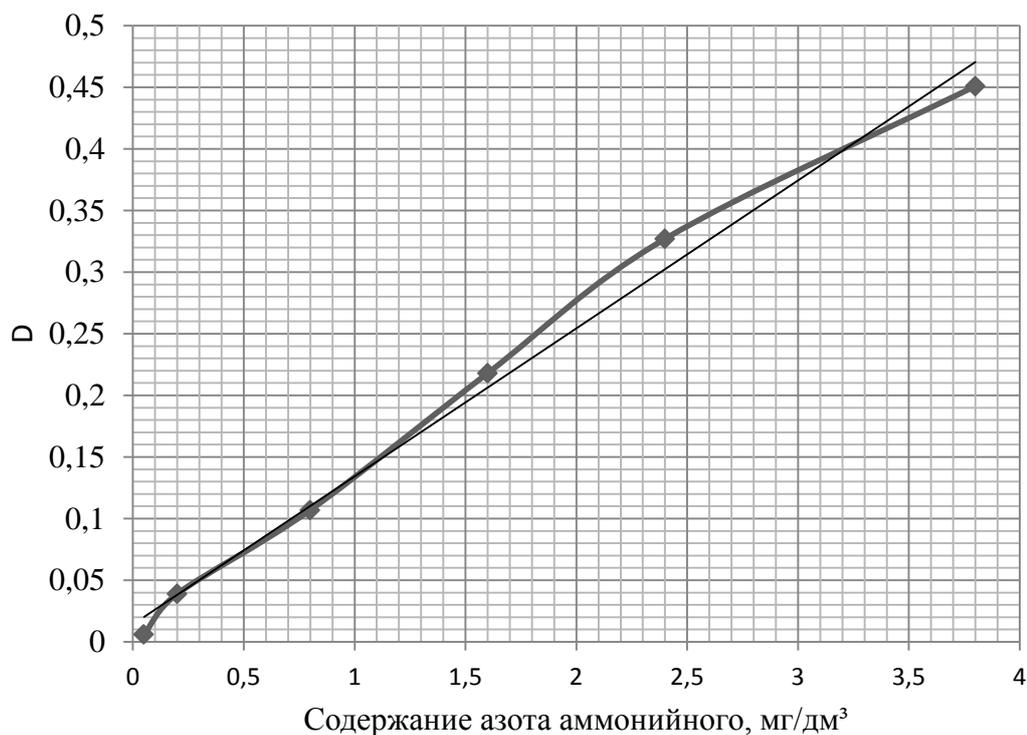


Рисунок 3 – Градуировочный график

Определенное таким образом содержание аммиака является общим, т.е. отражает суммарное содержание аммиака и азота аммонийного. Отношение концентраций свободного аммиака и ионов аммония зависит от рН раствора.

Расчет содержания ионов аммония и свободного аммиака в отдельности проводим следующим образом:

- определенное выше суммарное содержание аммиака пересчитываем в ммоль-экв/дм<sup>3</sup> (по формуле 11);
- измеряем значение рН и температуру анализируемой воды;
- по значениям рН и температуры в таблице 2 находим относительное содержание NH<sub>3</sub> (%);
- по разности между 100% и найденным процентным содержанием NH<sub>3</sub> находим относительное содержание NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (%);
- умножаем найденные значения (доли единицы) на суммарное содержание NH<sub>4</sub><sup>+</sup> и NH<sub>3</sub> (ммоль-экв/дм<sup>3</sup>) и находим содержание каждого вещества в отдельности;

- для перевода концентраций из моль-экв/дм<sup>3</sup> в мг/дм<sup>3</sup> умножаем соответствующие величины на 17,03 и 18,03.

Для определения оптимальной дозы сорбента используем модельную сточную воду с концентрацией азота аммонийного 50 мг/дм<sup>3</sup>, и сорбент, в качестве которого используется отработанный цеолитсодержащий катализатор крекинга углеводородов нефти.

В шесть колб вносим навески сорбента массой, г: 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; и приливаем к ним по 100 см<sup>3</sup> модельной сточной воды, оставляем на 1 час. Определяем содержание NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в модельной сточной воде после сорбции, результаты анализа представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты подбора оптимальной дозы сорбента для модельных сточных вод

Масса сорбента, г	0,5	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0
Аликвота <i>a</i> , см <sup>3</sup>	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
<i>D</i>	0,098	0,082	0,095	0,098	0,093	0,085
<i>C<sub>к</sub></i> , мг/дм <sup>3</sup>	0,71	0,61	0,70	0,71	0,64	0,62
<i>C<sub>м</sub><sup>общ</sup></i> , ммоль-экв/дм <sup>3</sup>	1,97	1,70	1,94	1,97	1,78	1,72
<i>C<sub>м</sub><sup>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></sup></i> , ммоль-экв/дм <sup>3</sup>	1,28	1,10	1,27	1,28	1,16	1,12
<i>C<sub>м</sub><sup>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></sup></i> , мг/дм <sup>3</sup>	23,15	19,89	22,82	23,15	20,86	20,21

*C<sub>к</sub>*, мг/дм<sup>3</sup>, находим по калибровочному графику, представленному на рисунке 6.7; *C<sub>м</sub><sup>общ</sup>*, ммоль-экв/дм<sup>3</sup>, рассчитываем по формуле 11, после чего полученное значение умножаем на 0,652 (относительное содержание NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) и в результате получаем значение, равное содержанию NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в анализируемом растворе в ммоль-экв/дм<sup>3</sup>. Для перевода концентрации из ммоль-экв/дм<sup>3</sup> в мг/дм<sup>3</sup> умножаем соответствующие величины на 18,03.

В результате сорбции концентрация азота аммонийного в модельной сточной воде уменьшилась до 19,89 мг/дм<sup>3</sup>, что ниже нормируемого значения, которое равно 25,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Исходя из данных, представленных в таблице 3, можно сделать вывод, что оптимальной дозой сорбента, необходимой для очистки сточной воды от

азота аммонийного, является доза равная 1 г, так как позволяет очищать сточную воду ниже нормированного значения.

Для получения достоверных данных об оптимальной дозе сорбента, проведем сорбцию сточной воды, взятой для анализа на ООО «Экоутилизация», с навесками сорбента различной массы, определив перед этим в сточной воде концентрацию азота аммонийного.

Отбираем аликвоту сточной воды равную 1 см<sup>3</sup> и готовим анализируемый раствор согласно методике. Оптическая плотность анализируемого раствора равна 0,204. По калибровочному графику находим содержание общего аммиака в аликвоте, которое равно 1,5 мг/дм<sup>3</sup>. По формулам 10 и 11 находим концентрацию общего аммиака в исследуемой воде:

$$C = \frac{1,5 \cdot 50}{1} = 75,0 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3},$$
$$C_m = \frac{1,5 \cdot 50}{18,03 \cdot 1} = 4,16 \frac{\text{ммоль-экв}}{\text{дм}^3}$$

рН анализируемой воды равно 9,0, а температура – 25 °С. Находим относительное содержание NH<sub>3</sub> (%), которое равно 34,8. Значит, относительное содержание NH<sub>4</sub><sup>+</sup> равно 65,2%. Содержание NH<sub>4</sub><sup>+</sup> будет равно:

$$0,652 \cdot 4,16 = 2,71 \frac{\text{ммоль-экв}}{\text{дм}^3}, \text{ а это } 2,712 \cdot 18,03 = 48,9 \text{ мг/дм}^3.$$

В шесть колб вносим навески сорбента массой, г: 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; и приливаем к ним по 100 см<sup>3</sup> анализируемой сточной воды, оставляем на 1 час.

Определяем содержание NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в анализируемой воде после сорбции, результаты анализа представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты подбора оптимальной дозы сорбента для анализируемых сточных вод

Масса сорбента, г	0,5	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0
Аликвота $a$ , см <sup>3</sup>	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
$D$	0,105	0,084	0,107	0,084	0,105	0,093
$C_k$ , мг/дм <sup>3</sup>	0,79	0,63	0,80	0,63	0,79	0,70
$C_M^{общ}$ , ммоль-экв/дм <sup>3</sup>	2,18	1,74	2,22	1,74	2,18	1,93
$C_M^{NH_4^+}$ , ммоль-экв/дм <sup>3</sup>	1,42	1,14	1,45	1,14	1,42	1,26
$C_4^{NH_4^+}$ , мг/дм <sup>3</sup>	25,59	20,48	26,09	20,48	25,59	22,65

В результате сорбции концентрация азота аммонийного в сточной воде уменьшилась до 20,482 мг/дм<sup>3</sup>, что ниже нормируемого значения, которое равно 25,0 мг/дм<sup>3</sup>. Исходя из данных, представленных в таблицах, можно сделать вывод, что оптимальной дозой сорбента, необходимой для очистки как модельных, так и анализируемых сточных вод от азота аммонийного, является доза равная 1 г.

Для построения кривой сорбционной емкости сорбента для модельных сточных вод в шесть колб на 250 см<sup>3</sup> вносим по 1 г сорбента и вносим в каждую по 100 см<sup>3</sup> раствора NH<sub>4</sub>Cl со следующими концентрациями: 5 мг/дм<sup>3</sup>; 10 мг/дм<sup>3</sup>; 25 мг/дм<sup>3</sup>; 50 мг/дм<sup>3</sup>; 75 мг/дм<sup>3</sup>; 100 мг/дм<sup>3</sup>. Оставляем на 1 час, после чего определяем содержание NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в растворах аналогично предыдущим опытам. Рассчитываем постоянную сорбционную емкость сорбента (мг/г) по формуле 12:

$$PCOE = \frac{C_{нач} - C_{кон}}{18,03 \cdot m_{сорбента}}, \quad (12)$$

где  $C_{нач}$  – концентрация NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в исходном растворе, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_{кон}$  – концентрация NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в растворе после сорбции, мг/дм<sup>3</sup>;

$m_{сорбента}$  – масса сорбента, г.

Данные полученных расчетов и результатов эксперимента представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Расчеты и результаты проведения эксперимента для модельных сточных вод

$C_{нач}$ , мг/дм <sup>3</sup>	5,0	10,0	25,0	50,0	75,0	100,0	150,0	200,0
Аликвота $a$ , см <sup>3</sup>	25,0	5,0	3,0	2,0	2,0	1,0	1,0	0,5
$D$	0,07	0,04	0,055	0,063	0,102	0,07	0,125	0,098
$C_K$ , мг/дм <sup>3</sup>	0,475	0,21	0,35	0,39	0,78	0,48	0,93	0,71
$C_{кон}$ , мг/дм <sup>3</sup>	1,90	4,2	11,6	19,53	38,75	47,50	93,20	142,67
ПСОЕ, мг-экв/г	0,17	0,32	0,74	1,69	1,73	2,91	3,15	3,18
Степень очистки, %	62,0	58,0	53,6	60,94	48,3	52,5	37,87	28,67

$C_{кон}$  рассчитываем по формуле 10:

$$C_{кон} = \frac{0,475 \cdot 100}{25,0} = 1,9 \frac{мг}{дм^3}$$

ПСОЕ рассчитываем по формуле 12:

$$ПСОЕ = \frac{5,0 - 1,9}{18,03 \cdot 1,0} = 0,17 \frac{мг}{г}$$

По данным таблицы 7 строим график зависимости ПСОЕ = f( $C_{нач}$ ) для модельных сточных вод, который представлен на рисунке 4.

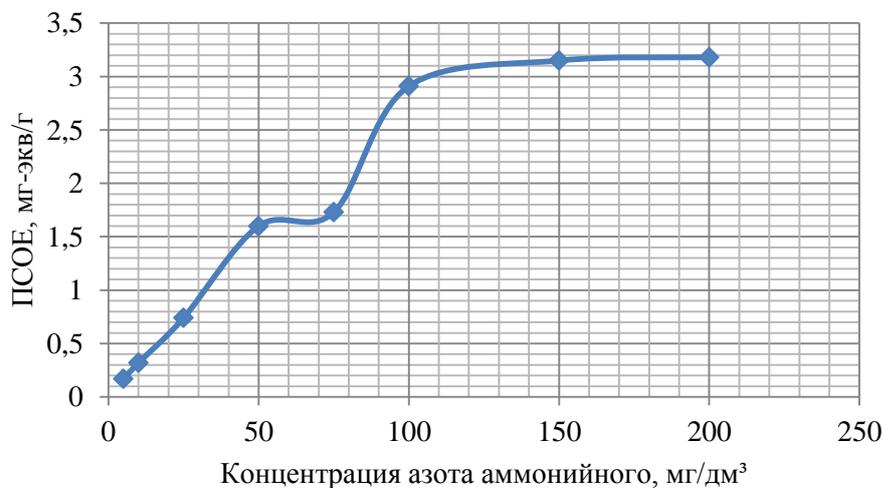


Рисунок 4 – График зависимости ПСОЕ = f( $C_{нач}$ ) для модельных сточных вод

Аналогично построим кривую сорбционной емкости для анализируемых сточных вод. Для этого в четыре колбы на 250 см<sup>3</sup> вносим по 1 г сорбента и по 100 см<sup>3</sup> анализируемой сточной воды со следующими концентрациями, мг/дм<sup>3</sup>: 4,89; 9,78; 24,45; 48,9.

Данные полученных расчетов и результаты эксперимента представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Расчеты и результаты проведения эксперимента для анализируемых сточных вод

$C_{нач}$ , мг/дм <sup>3</sup>	4,89	9,78	24,45	48,9
Аликвота $a$ , см <sup>3</sup>	25,0	5,0	3,0	2,0
$D$	0,08	0,045	0,062	0,084
$C_k$ , мг/дм <sup>3</sup>	0,61	0,25	0,38	0,63
$C_{кон}$ , мг/дм <sup>3</sup>	2,44	5,0	12,67	20,48
ПСОЕ, мг-экв/г	0,14	0,27	0,65	1,58
Степень очистки, %	50,1	48,88	48,18	58,12

По данным таблицы 6 строим график зависимости ПСОЕ =  $f(C_{нач})$  для анализируемых сточных вод, который представлен на рисунке 5.

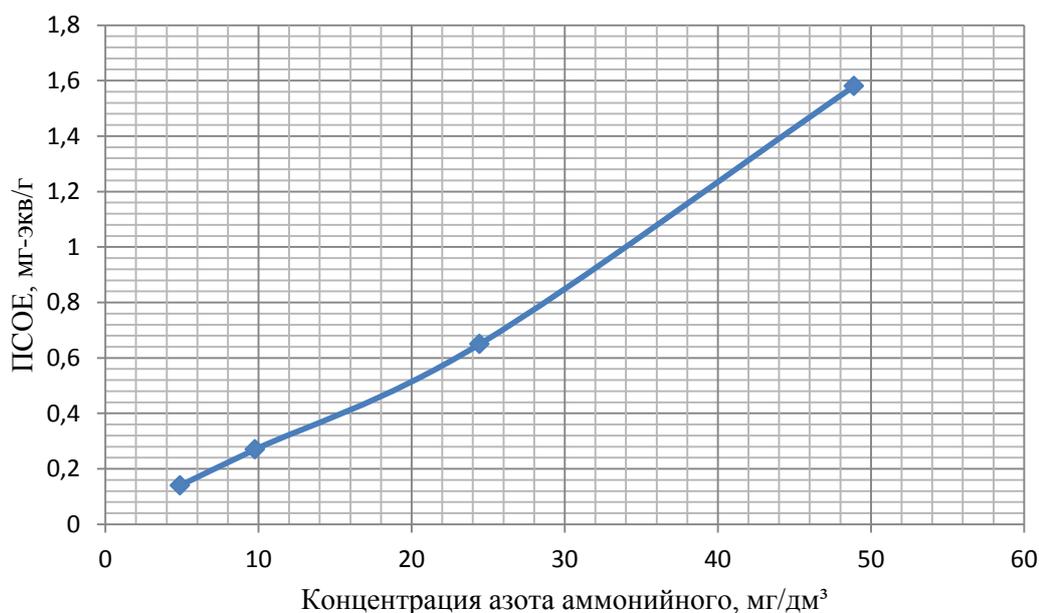


Рисунок 5 – График зависимости ПСОЕ =  $f(C_{нач})$  для анализируемых сточных вод

Сравнение значений ПСОЕ для модельных и анализируемых сточных вод представлено в виде графика на рисунке 6.

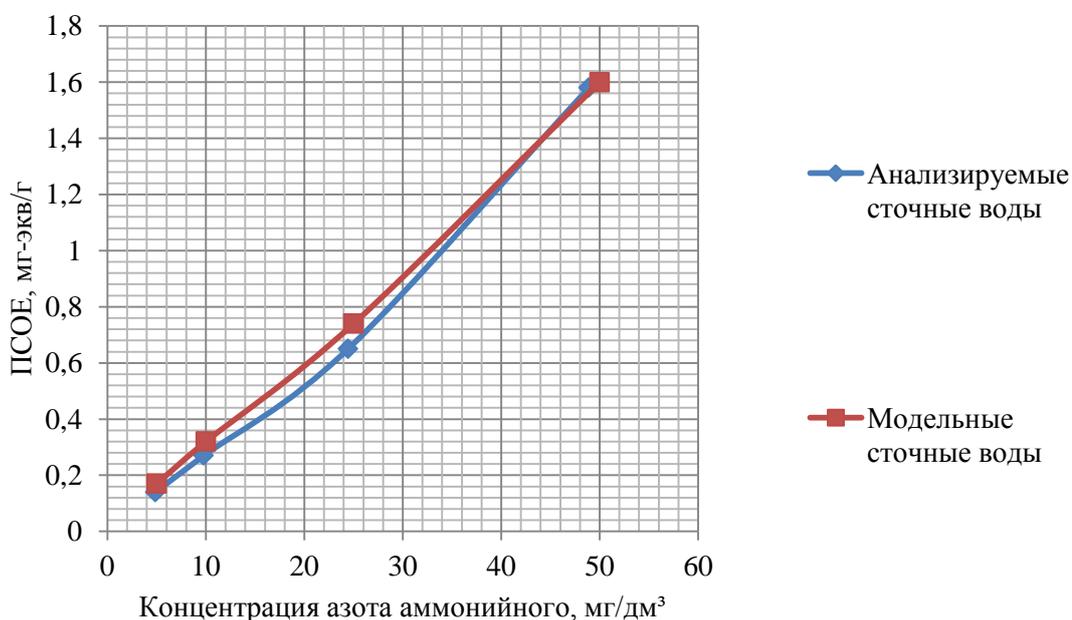


Рисунок 6 – График сравнения ПСОЕ для модельных и анализируемых сточных вод

Вид кривых сорбции свидетельствует о том, что процесс протекает в две ступени. Это связано с наличием у сорбента пор различных размеров. На первой ступени сорбция идет в мезопорах, на второй – в микропорах. ПСОЕ ОКК для модельных сточных вод достигает 3,18 мг-экв/г. Как видно из графика, представленного на рисунке 6.10, ПСОЕ анализируемых сточных вод ниже ПСОЕ модельных сточных вод, что возможно связано с сорбцией  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ .

На основании данных, полученных в результате проведения экспериментов, можно рассчитать годовое количество сорбента, необходимое для очистки производственных сточных вод цеха смол, поступающих в отстойник, от азота аммонийного.

В год в отстойник, в котором происходит сбор остатков смол и разделение их на две фракции – смольную (остатки смол затвердевшие) и

надсмольную (сточная вода), поступает 2,3 тыс. м<sup>3</sup> сточных вод. Так как по результатам эксперимента на 1 м<sup>3</sup> сточных вод необходимо 10 кг сорбента, то в год его необходимо  $2300 \cdot 10 = 23000$  кг или 23 т.

В проекте предлагается установить отстойник, в котором будет происходить очистка сточных вод от азота аммонийного после разделения ее на две фракции, что позволит использовать остатки смол затвердевшие.

Схема материальных потоков процесса очистки представлена на рисунке 7.

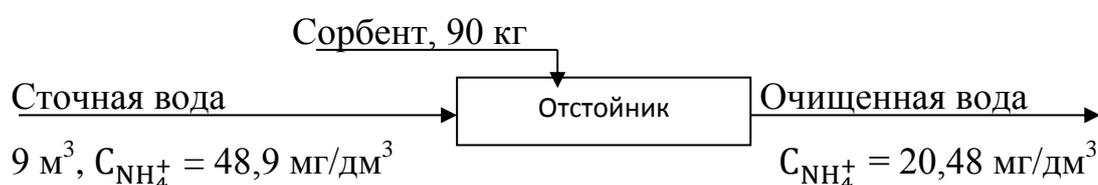


Рисунок 7 – Схема материальных потоков процесса очистки сточных вод от азота аммонийного

В сутки в отстойник будет поступать около 9 м<sup>3</sup> сточной воды. Расход сорбента – 90 кг/сутки. Емкость отстойника должна быть на 20 – 30 % больше суточного расхода воды, так как в отстойник будет добавляться сорбент, следовательно, она составит 11,0 м<sup>3</sup>. Габаритные размеры отстойника будут следующие, м: высота – 2; ширина – 2; длина – 2,75.

После сорбции сточная вода сбрасывается в городскую канализацию, проходя перед этим через фильтровальный материал, для того, чтобы избежать унос сорбента вместе со сточными водами. Сорбент после сорбции, пройдя дополнительные исследования, может быть добавлен в азотное удобрение пролонгированного действия на основе остатков смол затвердевших, которые предлагается получать на ООО «Экоутилизация». Это возможно благодаря тому, что сорбент является цеолитсодержащим и после очистки сточных вод будет содержать азот.

Хранение остатков смол, затвердевших осуществляется на площадке около цеха смол, для хранения цеолита и получаемого удобрения можно

использовать подвальные, полуподвальные помещения, а также постройки, находящиеся вне цеха. В этих же помещениях можно хранить ОКК, используемый для очистки сточных вод.

Очистка сточных вод от азота аммонийного осуществляется в отстойнике, который планируется разместить рядом с отстойником, находящимся около цеха смол, в котором осуществляется разделение сточной воды цеха смол на смольную и надсмольную фракции. Площадь, занимаемая отстойником, составит 5,5 м<sup>2</sup>.

ООО «Экоутилизация» относится к категории опасных предприятий.

На предприятии ООО «Экоутилизация» имеется воздушная компрессорная станция; котельная с двумя паровыми котлами ДКВр-10/13 (тепловой мощностью 11,4 Гкал/ч); площадка сбора твердых отходов, легко воспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ), горючие жидкости (ГЖ) и др. Все это может стать причиной возникновения чрезвычайных ситуаций.

Потенциальную опасность для возникновения аварийной и чрезвычайной ситуации представляют также различные утечки, проливы опасных и вредных веществ. Они могут возникать вследствие разгерметизации емкостей. Течь может появиться и из-за недостаточного контроля и технического обслуживания тары и емкостей, а также в результате длительного времени их эксплуатации. Утечки растворителей и других легковоспламеняющихся жидкостей и газов могут привести к взрыву, который повлечет за собой серьезные последствия [24].

Для обеспечения безопасности жизнедеятельности персонала и населения при чрезвычайных ситуациях применяют следующие основные мероприятия: оповещение о ЧС; укрытие людей в приспособленных под нужды защиты населения помещениях.

Проведём расчёт укрытия наиболее многочисленной рабочей смены. Максимальная численность одной смены составляет 184 человека.

Определяем вместимость укрытия по формуле 13.

$$M = \frac{S_n}{S_i}, \quad (13)$$

где  $M$  – вместимость укрытия, чел;

$S_n$  – площадь основного помещения для людей в укрытии,  $m^2$ ;

$S_i$  – норма занимаемая одним человеком в укрытии,  $m^2/\text{чел}$ .

$$M = \frac{100}{1,5} = 200 \text{ чел.}$$

Проверяем соответствие объёма помещения в зоне герметизации установленной норме на одного человека (не менее  $1,5 m^3/\text{чел}$ ) по формуле 14.

$$V_i = \frac{S_0 \cdot h}{M}, \quad (14)$$

где  $V_i$  – объём помещения который приходится на одного человека,  $m^3/\text{чел}$ ;

$S_0$  – площадь всех помещений,  $m^2$ ;

$h$  – высота помещения, м;

$M$  – количество мест для людей которые находятся в укрытии.

$$V_i = \frac{(100+30) \cdot 2,5}{184} = 1,77 m^3/\text{чел.}$$

Объём помещения в зоне герметизации соответствует установленной норме на одного человека.

Проверяем соответствие площади вспомогательных помещений установленной нормой по формуле 15.

$$S_{\text{доп}} = M \cdot S_2, \quad (15)$$

где  $S_{\text{доп}}$  – площадь вспомогательных помещений,  $m^2$ ;

$S_2$  – норма площади вспомогательных помещений на одного человека,  $m^2/чел.$

$$S_{дон} = 184 \cdot 0,23 = 42,32 \text{ м}^2.$$

Следовательно, площадь вспомогательных помещений соответствует установленным нормам.

Определяем необходимое количество мест для отдыха по формуле 16.

$$H = M \cdot D, \quad (16)$$

где  $D$  – установленная норма (0,2 – при двухъярусном размещении нар).

$$H = 200 \cdot 0,2 = 40 \text{ нар.}$$

Рассчитываем коэффициент вместимости по формуле 17.

$$K_{вмест} = \frac{M}{N}, \quad (17)$$

где  $N$  – количество человек, которым необходимо укрытие.

$$K_{вмест} = \frac{200}{184} = 1,09.$$

Вместимость укрытия позволяет разместить всю смену.

Оценка помещений по защитным свойствам. Рассчитаем коэффициент ослабления по формуле 18.

$$K_{осл} = K_{ном} \cdot 2^{\frac{h}{d_{пол}}}, \quad (18)$$

где  $K_{ном}$  – коэффициент, который учитывает размещение укрытия;

$h$  – толщина слоя материала, см;

$d_{\text{пол}}$  – слой половинного ослабления, см.

$$K_{\text{осл}} = 1,8 \cdot 2^{\frac{60}{5,6}} = 3,78.$$

Рассчитываем необходимую производительность воздухообеспечения по формуле 19.

$$W_0 = M \cdot W_n, \quad (19)$$

где  $W_0$  – общая производительность воздухообеспечения, м<sup>3</sup>/ч;

$W_n$  – норма подачи на одного человека в час, м<sup>3</sup>/ч.

а) для I режима:

$$W_0 = 200 \cdot 8 = 1600 \text{ м}^3/\text{ч};$$

б) для II режима:

$$W_0 = 200 \cdot 2 = 400 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В укрытии необходимо установить один комплект ФВК-1 и ФВА-49 с одним фильтром ФП-100.

Возможности воздухообмена определяем в режиме вентиляции и фильтровентиляции:

– в режиме вентиляции:

$$M = \frac{1650}{8} = 206 \text{ чел};$$

– в режиме фильтровентиляции:

$$M = \frac{400}{8} = 200 \text{ чел.}$$

Определяем количество человек, которые будут обеспечены водой по формуле 20:

$$N_{\text{вод}} = \frac{W_{\text{вод}}}{W_{\text{н}} \cdot C}, \quad (20)$$

где  $W_{\text{вод}}$  – общий запас воды в укрытии, л;

$W_{\text{н}}$  – норма воды на одного человека в сутки, л/сут;

$C$  – заданное время нахождения людей в укрытии, сут.

$$N_{\text{вод}} = \frac{1800}{3 \cdot 3} = 200 \text{ чел.}$$

Следовательно, запас воды позволит обеспечить всех людей, которые находятся в укрытии.

Определяем количество человек, которых обеспечит санитарно-техническая система по формуле 21.

$$N_{\text{сточ}} = \frac{W_{\text{сточ}}}{W_{\text{н}} \cdot C}, \quad (21)$$

где  $W_{\text{сточ}}$  – общая вместимость санитарно-технической системы;

$W_{\text{н}}$  – норма сточных вод на одного человека в сутки, л/сут.

$$N_{\text{сточ}} = \frac{1200}{2 \cdot 3} = 200 \text{ чел.}$$

Определим количество санитарных приборов, находящихся в укрытии, исходя из норм: один писсуар и унитаз на 150 мужчин, один унитаз на 75 женщин, умывальник из расчета на 200 человек, но не менее как один на санузел. В смене с максимальной численностью людей работают 77 %

мужчин (142 мужчин) и 23 % женщин (42 женщины). Определяем необходимое количество сантехники:

- умывальники для женщин:  $24/200 = 1$  шт.;
- унитазы для женщин:  $24/75 = 1$  шт.;
- умывальники для мужчин:  $80/200 = 1$  шт.;
- комплекты (унитаз и писсуар) для мужчин:  $80/150 = 1$  шт.

Таким образом, можно сказать, что своевременное и качественное проведение вышеперечисленных мероприятий безопасности жизнедеятельности позволяет снизить ущерб производству, исключить возможные потери персонала и сохранить его здоровье в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера.

Вывод по разделу.

В разделе исследуются методы и средства, снижающие риски при переработке промышленных отходов и производится их внедрение.

Так как отходящие газы от сушильного оборудования содержат загрязняющие вещества, предложено осуществлять их очистку с помощью циклона, расчет которого представлен в разделе.

Рассчитаны необходимые размеры и характеристики циклона. После циклона 9 очищенные от пыли газы выбрасываются в атмосферу. Содержание формальдегида в отходящих газах 1,5- 3,5 мг/м<sup>3</sup>.

Для очистки сточных вод цеха переработки смол предложен сорбционный способ с применением цеолитсодержащего материала. Возможность реализации процесса очистки подтверждается экспериментально.

Определено, что для обеспечения безопасности жизнедеятельности персонала и населения при чрезвычайных ситуациях применяют следующие основные мероприятия: оповещение о ЧС; укрытие людей в приспособленных под нужды защиты населения помещениях. Проведён расчёт укрытия наиболее многочисленной рабочей смены. Максимальная численность одной смены составляет 184 человека.

### **3 Опытнo-экспериментальная апробация предлагаемых решений по снижению рисков при переработке промышленных отходов**

#### **3.1 Оценка рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов. Критерии. Карта оценки рисков**

Для обеспечения эффективной работы по идентификации опасностей и оценки профессиональных рисков, а также использования процессов обмена информацией и консультаций, обеспечивается:

- обмен информацией и консультирование в отношении рисков для безопасных условий труда и здоровья между различными уровнями, а также с работниками сторонних организаций;
- документирование соответствующих обращений внешних заинтересованных сторон, а также ответа на них.

В рамках информирования работников сторонних организаций, необходимо:

- определить структуры и назначить ответственных исполнителей, предназначенных для информирования подрядчиков и посетителей о своих требованиях в области обеспечения безопасных условий труда. При этом информация должна соответствовать опасностям и профессиональным рискам, связанным с выполняемой работой и предусматривать уведомление о последствиях невыполнения условий соответствия требованиям безопасности;
- информировать работников сторонних организаций об имеющихся средствах оперативного контроля [21].

В отношении работников сторонних организаций обмен информацией должен включать:

- требования охраны, относящиеся к посетителям;
- процедуры эвакуации и реакция на сигнал оповещения при тревоге;

- контроль перемещения;
- контроль доступа и требования по сопровождению;
- средства индивидуальной защиты, которые необходимо применять.

Информирование работников о профессиональных рисках, а также о фактических и возможных последствиях для их здоровья и безопасности выполняемой работы осуществляется:

- при обучении работников по охране труда различных уровней путём рассмотрения соответствующих карт идентификации опасностей;
- при проведении всех видов инструктажей по охране труда;
- при информировании о произошедших несчастных случаях [11].

Алгоритм оценки рисков для составления карты профессиональных рисков на рабочих местах персонала представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Алгоритм оценки рисков

Ожидаемая вероятность возникновения		Тяжесть последствий			
		Смертельный групповой НС	Тяжёлая травма	Лёгкая травма	Микротравма
Частое событие	1 раз в смену	5	4	4	2
Вероятное событие	1 раз в день	5	4	3	2
Редкое событие	1 раз в неделю	5	3	3	2
Маловероятное событие	1 раз в месяц	4	3	2	1
Событие, которое может не наступить	Реже 1 раза в месяц	3	2	2	1

Общая карта оценки рисков на предприятии представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Общая карта оценки рисков на предприятии

Рабочее место	Риски	Вероятность возникновения	Тяжесть последствий
Электромонтёр	Поражение (травмирование, ожоги) работника электрическим током Риск высокий (5 баллов)	Частое событие (1 раз в смену)	Смертельная травма
Стропальщик, Машинист крана	Травмирование работника в результате обрыва строп при перемещении грузов с помощью ГЗП Риск средний (2 – 3 баллов)	Маловероятное событие (1 раз в месяц)	Смертельная или тяжёлая травма
Машинист крана, оператор оборудования	Травмирование работника при попадании в зону движущихся и вращающихся частей механизмов и оборудования Риск высокий (4 – 5 баллов)	Вероятное событие (1 раз в день)	Смертельная или тяжёлая травма
Начальник участка, прораб, мастер, инженер, электромонтёр, оператор оборудования	Травмирование работника при попадании в зону движущегося транспорта Риск высокий (4 – 5 баллов)	Частое событие (1 раз в смену)	Смертельная или тяжёлая травма
Электрогазосварщик	Отравление опасными химическими ядовитыми веществами в воздухе рабочей зоны Риск высокий (3 – 5 баллов)	Частое событие (1 раз в смену)	Смертельная или тяжёлая травма
Прораб, Мастер, Монтажник, Электромонтёр	Травмирование работника при падении при передвижении по стационарным лестницам Риск высокий (5 баллов)	Частое событие (1 раз в смену)	Смертельный или тяжёлая травма
Монтажник, оператор оборудования	Травмирование работника при падении с высоты более 1,8 м (с обслуживаемых площадок, трапов) Риск высокий (5 баллов)	Частое событие (1 раз в смену)	Смертельная или тяжёлая травма
Оператор оборудования, электромонтёр	Поражение (травмирование) работника электрическим током напряжением 220 В при работе с ручным электроинструментом Риск высокий (3 балла)	Частое событие (1 раз в смену)	Смертельная или тяжёлая травма

Продолжение таблицы 10

Рабочее место	Риски	Вероятность возникновения	Тяжесть последствий
Начальник участка, мастер, инженер, машинист крана, стропальщик, электромонтёр, оператор оборудования	Травмирование в результате падения работника с высоты собственного роста при пешем движении по рабочим площадкам и дорогам пеших маршрутов. Риск средний (2 – 3 балла)	Вероятное событие (1 раз в день)	Лёгкая травма или микротравма
машинист крана, стропальщик, электромонтёр, оператор оборудования	Воздействие низких отрицательных температур на работника (обморожения) Риск средний (2 – 3 балла)	Вероятное сезонное событие (1 раз в смену в зимний период)	Лёгкая травма или микротравма
Электромонтёр	Травмирование работника при ремонтных работах (механические травмы) Риск средний (3 балла)	Редкое событие (1 раз в неделю)	Лёгкая травма
Монтажник, электромонтёр, электрогазосварщик	Травмирование работника при работе с ручным электроинструментом (механические травмы) Риск средний (3 балла)	Редкое событие (1 раз в неделю)	Лёгкая травма
монтажник, электромонтёр	Риск получения механических травм отлетающими частями от слесарного инструмента, оснастки электроинструмента Риск средний (3 балла)	Редкое событие (1 раз в неделю)	Тяжёлая или лёгкая травма
Монтажник, Электромонтёр, Электрогазосварщик	Воздействие высоких температур (ожоги) на работника при касании к горячим поверхностям работающего оборудования или при возгорании эл.оборудования Риск низкий (1 – 2 балла)	Событие, которое может не наступить (реже 1 раза в месяц)	Лёгкая травма или микротравма
Стропальщик, Монтажник, Электромонтёр, Электрогазосварщик	Травмирование работника при падении на него ручного инструмента, иных предметов Риск низкий (1 – 2 балла)	Маловероятное событие (1 раз в месяц)	Лёгкая травма или микротравма

Карта оценки рисков оператора установки по переработки отходов

карбамидоформальдегидных смол представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Карта оценки рисков оператора установки по переработки отходов карбамидоформальдегидных смол

Опасность	Результат воздействия опасностей	Оценка риска, балл			Категория риска	Меры управления
		Вероятность возникновения опасности, P	Оценка серьезности воздействия опасности, S	Итоговая величина риска, R		
<p>Общие меры по управлению рисками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведение вводного инструктажа по охране труда;</li> <li>- проведение первичного медицинского осмотра;</li> <li>- стажировки на рабочем месте;</li> <li>- проверки знаний по вопросам охраны труда;</li> <li>- «обеспечение СИЗ в соответствии с действующими нормами;</li> <li>- своевременное проведение периодического медицинского осмотра;</li> <li>- осуществление контроля над соблюдением законодательства об охране труда;</li> <li>- проведение плано-предупредительного ремонта оборудования» [21].</li> </ul>						
«Разлетающиеся частицы обрабатываемых поверхностей, расходных материалов (шлифовальных и отрезных кругов)» [20]	Травмирование «органов зрения при работе инструментом ударного действия, на заточном и шлифовальном станке» [21]	1	2	2	Низкий	«Соблюдение требований инструкций по охране труда для профессий и видов работ. Использование защитных очков, защитных кожухов, исправных отрезных и шлифовальных кругов» [21]
Разрушающиеся конструкции и элементы оборудования	Травмирование органов зрения в случае разрушения конструктивных элементов оборудования во время ремонта, устранения сбоев в работе	1	2	2	Низкий	«Соблюдение требований инструкций по охране труда для профессий и видов работ. Обслуживание оборудования при выключенном главном рубильнике» [21], осмотр работающего оборудования при исправных защитных экранах и/или в защитных очках

Продолжение таблицы 11

Опасность	Результат воздействия опасностей	Оценка риска, балл			Категория риска	Меры управления
		Вероятность возникновения опасности, P	Оценка серьезности воздействия опасности, S	Итоговая величина риска, R		
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Возможность поражения электрическим током при работе электроинструментом, при ремонте технологического оборудования	1	3	3	Низкий	«Соблюдение требований инструкций по охране труда для видов работ. Использование СИЗ. Назначение ответственных за безопасную эксплуатацию и содержание в исправном состоянии инструмента и оборудования. Своевременное испытание, осмотр оборудования» [21].
«Движущийся по территории автотранспорт» [21]	«Получение травм вследствие наезда на работника транспорта» [21]	1	3	3	Низкий	«Осуществление контроля над соблюдением ПДД работниками» [21]. «Использование одежды со световозвращающими элементами» [21].
«Пониженная температура поверхностей оборудования, материалов» [21]	«Холодовая аллергия, повреждение кожных покровов» [21]	1	1	1	Низкий	«Использование СИЗ от воздействия пониженных температур, защитных кремов» [21].
Пониженная температура воздуха рабочей зоны	Простудные заболевания	1	1	1	Низкий	«Использование СИЗ от воздействия пониженных температур» [21].
«Повышенная температура воздуха рабочей зоны» [21]	Солнечные ожоги, тепловой удар	1	1	1	Низкий	«Питьевое обеспечение работников» [21]. «Предоставление работникам дополнительных перерывов для отдыха» [21]

Продолжение таблицы 11

Опасность	Результат воздействия опасностей	Оценка риска, балл			Категория риска	Меры управления
		Вероятность возникновения опасности, P	Оценка серьезности воздействия опасности, S	Итоговая величина риска, R		
«Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования» [21]	«Получение травм в результате эксплуатации и ручного электрифицированного инструмента и/или воздействий подвижных частей производственного оборудования» [21]	1	3	3	Низкий	«Соблюдение требований инструкций по охране труда для профессий и видов работ» [21]. «Использование исправных СИЗ для защиты от механических воздействий, работы на оборудовании при наличии исправных защитных экранов, блокировочных устройств, защитных кожухов» [21].
	Получение травмы при обслуживании оборудования, д/о оснастки	1	3	3	Низкий	
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Ухудшение остроты слуха, снижение внимания	1	3	3	Низкий	«Использование СИЗ для защиты органов слуха» [21].
«Недостаточная освещенность рабочей зоны» [21]	Перенапряжение зрительных анализаторов, ухудшение остроты зрения	1	2	2	Низкий	«Использование переносных светильников для освещения рабочей зоны» [21]

Продолжение таблицы 11

Опасность	Результат воздействия опасностей	Оценка риска, балл			Категория риска	Меры управления
		Вероятность возникновения опасности, P	Оценка серьезности воздействия опасности, S	Итоговая величина риска, R		
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	«Получение микротравм, повреждение кожных покровов» [21]	1	1	1	Низкий	«Соблюдение требований инструкций по охране труда для профессий и видов работ» [21]. «Использование СИЗ для защиты от механических повреждений, использование исправного инструмента» [21]
«Загазованность воздуха рабочей зоны» [21]	Профессиональные заболевания	1	3	3	Низкий	«Проведение периодических медицинских осмотров. Обеспечение работников лечебно-профилактическим питанием» [21]. Использование местной вытяжной вентиляции
Разрушающиеся конструкция и элементы оборудования (СГП, тары)	Получение травмы при разрушении СГП, тары, падения предметов с высоты	1	3	3	Низкий	Соблюдение требований инструкций по охране труда для видов работ. Использование исправных СГП, тары Использование защитных касок
«Движущийся груз» [21]	«Получение травмы при перемещении и груза» [21]	1	3	3	Низкий	Разработка схем строповки
«Падение во время передвижения по территории» [21]	«Травмирование во время передвижения по территории предприятия» [21]	1	2	2	Низкий	«Содержание территории организации в безопасном состоянии. Противогололедная подсыпка, своевременное удаление наледи и снега» [21]

Продолжение таблицы 11

Опасность	Результат воздействия опасностей	Оценка риска, балл			Категория риска	Меры управления
		Вероятность возникновения опасности, P	Оценка серьезности воздействия опасности, S	Итоговая величина риска, R		
«Опасность возникновения пожара» [21]	«Риск воздействия на работника первичных и вторичных факторов пожара (открытого пламени, продуктов горения)» [21]	1	3	3	Низкий	«Инструктажи по пожарной безопасности. Проведение противоаварийных тренировок. Соблюдение инструкции о мерах пожарной безопасности. Контроль над наличием и исправностью первичных средств пожаротушения» [21].

«Эффективность мер по управлению профессиональными рисками оценивается в ходе аудита системы управления охраной труда (1 раз в год) по разрабатываемому на предприятии ежегодному Плану мероприятий по охране труда» [23].

Уровень эффективности мер по управлению профессиональными рисками определяется по критериям в соответствии с требованиями, установленными законодательством.

Ответственность за реализацию процедур управления профессиональными рисками, формирование реестра опасностей несёт руководитель предприятия.

Ответственность за проведение идентификации опасностей и достоверность предоставляемых данных по результатам идентификации опасностей возлагается на заместителя директора.

Ответственность за оформление результатов по идентификации

опасностей и хранение документации по процедуре управления рисками в техникуме несёт специалист по охране труда.

Планирование мероприятий по воздействию на риск и контроль за их выполнением осуществляется с привлечением представителей работников организации.

Процедура мониторинга в системе управления профессиональными рисками включает в себя качественные и количественные измерения и оценки состояния выполнения требований, выполняемые с целью получения информации о состоянии и эффективности работы системы в целом. Мониторинг должен включать в себя следующие основные составляющие:

- мониторинг условий труда и оценку профессиональных рисков;
- мониторинг (расследование) несчастных случаев, ухудшения здоровья работников, болезней, профзаболеваний;
- мониторинг несоответствий в области обеспечения безопасных условий труда и здоровья работников;
- мониторинг программ по достижению целей в области обеспечения безопасных условий труда и здоровья работников;
- мониторинг программ реабилитации работников и финансовых затрат, связанных с ущербом для здоровья и безопасности работников.

Внутренние аудиты (проверки) системы управления профессиональными рисками направлены на оценку результативности системы в целом. Внутренний аудит (проверка) должен проводиться в соответствии с программой аудита и критериями аудита.

Результаты внутреннего аудита должны быть использованы в анализе системы управления профессиональными рисками директором с целью формирования корректирующих действий по улучшению системы управления профессиональными рисками.

### 3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых мероприятий для снижения рисков при переработке промышленных отходов

В работе производится внедрение методов и средств, снижающих риски при переработке промышленных отходов:

- так как отходящие газы от сушильного оборудования содержат загрязняющие вещества, предложено осуществлять их очистку с помощью циклона (рассчитаны необходимые размеры и характеристики циклона);
- для очистки сточных вод цеха переработки смол предложен сорбционный способ с применением цеолитсодержащего материала (возможность реализации процесса очистки подтверждается экспериментально);
- проведён расчёт укрытия наиболее многочисленной рабочей смены.

Установка циклона на сушильное оборудование улучшит условия труда на рабочих местах операторов сушильных установок за счёт снижения мелкодисперсной пыли в воздухе рабочей зоны.

Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Данные для расчета социально-экономической эффективности

Наименование показателя	Условные обозначения	Единицы измерения	Данные	
			1	2
«Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [29]	Ч <sub>і</sub>	чел.	10	0
«Годовая среднесписочная численность работников» [29]	ССЧ	чел.	164	164
«Количество рабочих мест, условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [29]	К	шт.	5	0
«Общее количество рабочих мест» [29]	К	шт.	100	100
«Ставка рабочего» [29]	Т <sub>чс</sub>	руб/час	300	300

Продолжение таблицы 12

Наименование показателя	Условные обозначения	Единицы измерения	Данные	
			1	2
«Плановый фонд рабочего времени в днях» [29]	Фплан	дни	247	247
«Коэффициент доплат» [29]	$k_{допл.}$	%	20	0
«Продолжительность рабочей смены» [29]	T	час	8	8
«Количество рабочих смен» [29]	S	шт	1	1

Уменьшение численности занятых ( $\Delta Ч$ ), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям определим по формуле 22:

$$\Delta Ч = \frac{Ч_1 - Ч_2}{ССЧ} \cdot 100\%, \quad (22)$$

«где  $Ч_1, Ч_2$  – численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после внедрения мероприятий, чел.» [29];

«ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел.» [29].

$$\Delta Ч = \frac{10-0}{168} \cdot 100\% = 6 \%$$

Среднедневная заработная плата определяется по формуле 23:

$$ЗПЛ_{днб} = \frac{T_{чсб} \times T \times S \times (100 + k_{допл.})}{100} \quad (23)$$

где « $T_{чс.}$  – часовая тарифная ставка, (руб/час)» [29];

« $k_{допл.}$  – коэффициент доплат за условия труда, (%)» [29].

«T – продолжительность рабочей смены, (час)» [29].

«S – количество рабочих смен» [29].

$$ЗПЛ_{днб} = \frac{300 \times 8 \times 1 \times (100 + 20)}{100} = 2880 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{днп} = \frac{300 \times 8 \times 1 \times (100 + 0)}{100} = 2400 \text{ руб.}$$

Среднегодовая заработная плата определяется по формуле 24:

$$ЗПЛ_{год}^{осн} = ЗПЛ_{дн} \times \Phi_{пл} , \quad (24)$$

«где  $ЗПЛ_{дн}$  – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), (руб)» [29].

« $\Phi_{план}$  – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, (дн.)» [29].

$$ЗПЛ_{год б}^{осн} = 2880 \times 247 = 711360 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{год п}^{осн} = 2400 \times 247 = 592800 \text{ руб.}$$

Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда определяется по формуле 25:

$$\mathcal{E}_{усл. тр} = (Ч_1 - Ч_2) \cdot (ЗПЛ_{год1} - ЗПЛ_{год2}) \quad (25)$$

«где  $ЗПЛ_{дн}$  – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), руб.

$\Phi_{план}$  – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, дн.

$ЗПЛ_{год}$  – среднегодовая заработная плата работника, руб.

$Ч_1, Ч_2$  – численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после проведения мероприятий, чел.)» [29].

$$\mathcal{E}_{усл. тр} = (10 - 0) \cdot (711360 - 592800) = 1185600 \text{ руб.}$$

«Годовая экономия по отчислениям на социальное страхование ( $\mathcal{E}_{\text{страх}}$ ) образуется за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда. Определяется она произведением годовой экономии затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда и тарифом взносов на обязательное социальное страхования от несчастных случаев на производстве» [29].

$$\mathcal{E}_{\text{страх}} = \mathcal{E}_{\text{усл. тр.}} \cdot t_{\text{страх}}, \quad (26)$$

где  $t_{\text{страх}}$  – «страховой тариф по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, %» [13].

$$\mathcal{E}_{\text{страх}} = 1185600 \cdot 0,002 = 2371,2 \text{ руб.}$$

Общий годовой экономический эффект ( $\mathcal{E}_g$ ) от мероприятий по улучшению условий труда представляет собой экономию приведенных затрат от внедрения данных мероприятий определяется по формуле 27:

$$\mathcal{E}_g = \mathcal{E}_{\text{усл. тр.}} + \mathcal{E}_{\text{страх}} \quad (27)$$

$$\mathcal{E}_g = 1185600 + 2371,2 = 1187971,2 \text{ руб.}$$

Выполним расчет экономического эффекта от реализации предложенных мероприятий.

Стоимость затрат на реализацию предложенных мероприятий приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Стоимость затрат на реализацию предложенных мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Затраты на установку циклонов на сушильное оборудование	300000
Затраты на реализацию сорбционного способа очистки сточных вод цеха переработки смол с применением цеолитсодержащего материала	500000
Итого:	800000

Срок окупаемости затрат на проводимые мероприятия определяется по формуле 27.

$$T_{e\partial} = \frac{Z_{e\partial}}{\Delta_r} \quad (27)$$
$$T_{e\partial} = \frac{800000}{1187971,2} = 0,67 \text{ года}$$

Вывод по разделу.

В разделе произведена опытно-экспериментальная апробация предлагаемых решений по снижению рисков при переработке промышленных отходов.

Определено, что для обеспечения эффективной работы по идентификации опасностей и оценки профессиональных рисков, а также использования процессов обмена информацией и консультаций, обеспечивается:

- обмен информацией и консультирование в отношении рисков для безопасных условий труда и здоровья между различными уровнями, а также с работниками сторонних организаций;
- документирование соответствующих обращений внешних заинтересованных сторон, а также ответа на них.

В разделе произведена оценка эффективности очистки воздуха на рабочих местах операторов сушильных установок с помощью циклона.

Установка циклона на сушильное оборудование улучшит условия труда на рабочих местах операторов сушильных установок за счёт снижения мелкодисперсной пыли в воздухе рабочей зоны. За счёт снижения воздействия опасностей на рабочих местах операторов сушильных установок ООО «Экоутилизация» сможет сэкономить счёт уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда 1187971,2 руб., при единовременных затратах на реализацию предложенных мероприятий в 800000 руб. срок окупаемости составит 0,67 года.

## Заключение

В первом разделе произведен анализ эксплуатации производственных объектов в организации для оценки рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов. Предложено разработать методы использования отходов смол в качестве сырья для получения азотных удобрений. Внедрение технологии по обезвреживанию остатков смол затвердевших позволит сократить площадь, занимаемую отходами производства, а также экологический налог.

На основании полученных данных, можно сделать следующие выводы:

- в целом воздействие объекта на атмосферный воздух можно оценить как сильное, о чем свидетельствуют данные по выбросам загрязняющих веществ;
- на гидросферу предприятие оказывает сильное воздействие за счет высокого водопотребления. Все производственные воды сбрасываются в городскую канализацию, что оказывает нагрузку на городские очистные сооружения, об этом свидетельствует расчет эквивалентного населения по азоту аммонийному. Согласно данным протокола отбора проб сточных вод на местах выпуска в городскую канализацию периодически наблюдается превышение концентрации азота аммонийного в 3 раза, что подчеркивает важность решения проблемы очистки производственных сточных вод от азота аммонийного;
- на почву за пределами промплощадки деятельность предприятия оказывает незначительное воздействие, об этом свидетельствует расчет пылевой нагрузки, из которого видно, что вся пыль оседает в пределах промплощадки, но воздействие на почву на территории ООО «Экоутилизация» сильное;
- по количеству образующихся отходов производства ООО «Экоутилизация» оказывает сильное воздействие на окружающую

среду. Но на предприятии 95% отходов передается на переработку, преимущественно это отходы 3-го и 4-го класса опасности, что значительно позволяет снизить воздействие объекта на окружающую среду. Отходы 1-го класса опасности обезвреживаются и не оказывают воздействия на окружающую среду.

По результатам анализа полученных рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов в целях обеспечения охраны здоровья предложено для снижения запылённости, пожароопасности и предотвращения травматизма содержать зоны и производственные площади в чистоте, поддерживаемой уборкой во время работы и перед сдачей смены операторами соответствующих рабочих участков.

Во втором разделе исследуются методы и средства, снижающие риски при переработке промышленных отходов.

Определено, что главным направлением развития охраны труда на современном этапе является создание безопасной техники и технологии, применение защитных средств, внедрение механизации и автоматизации производства и на этой основе обеспечение производственных условий, исключающих травматизм и заболеваемость. Параметры микроклимата в помещениях обеспечиваются работой приточно-вытяжной вентиляции, в холодный период года – отоплением помещений.

Так как отходящие газы от сушильного оборудования содержат загрязняющие вещества, предложено осуществлять их очистку с помощью циклона. Рассчитаны необходимые размеры и характеристики циклона. После циклона 9 очищенные от пыли газы выбрасываются в атмосферу. Содержание формальдегида в отходящих газах 1,5- 3,5 мг/м<sup>3</sup>.

Для очистки сточных вод цеха переработки смол предложен сорбционный способ с применением цеолитсодержащего материала. Возможность реализации процесса очистки подтверждается экспериментально.

Определено, что для обеспечения безопасности жизнедеятельности персонала и населения при чрезвычайных ситуациях применяют следующие основные мероприятия: оповещение о ЧС; укрытие людей в приспособленных под нужды защиты населения помещениях. Проведён расчёт укрытия наиболее многочисленной рабочей смены. Максимальная численность одной смены составляет 184 человека.

В третьем разделе произведена опытно-экспериментальная апробация предлагаемых решений по снижению рисков при переработке промышленных отходов.

Определено, что для обеспечения эффективной работы по идентификации опасностей и оценки профессиональных рисков, а также использования процессов обмена информацией и консультаций, обеспечивается:

- обмен информацией и консультирование в отношении рисков для безопасных условий труда и здоровья между различными уровнями, а также с работниками сторонних организаций;
- документирование соответствующих обращений внешних заинтересованных сторон, а также ответа на них.

В разделе произведена оценка эффективности очистки воздуха на рабочих местах операторов сушильных установок с помощью циклона.

Установка циклона на сушильное оборудование улучшит условия труда на рабочих местах операторов сушильных установок за счёт снижения мелкодисперсной пыли в воздухе рабочей зоны.

За счёт снижения воздействия опасностей на рабочих местах операторов сушильных установок ООО «Экоутилизация» сможет сэкономить за счёт уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда 1187971,2 руб., при единовременных затратах на реализацию предложенных мероприятий в 800000 руб. срок окупаемости составит 0,67 года.

## Список используемых источников

1. Ака Дибби Мари Мишель Биотермическая переработка ТБО: один из подходов к решению проблемы отходов в Республике Кот д'Ивуар // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2012. №1. С. 95-98. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biotermicheskaya-pererabotka-tbo-odin-iz-podhodov-k-resheniyu-problemy-othodov-v-respublike-kot-d-ivuar> (дата обращения: 10.08.2022).

2. Багаутдинова А. Р. Мероприятия по снижению рисков производственной безопасности при переработке промышленных отходов // Студенческий форум: электрон. научн. журн. 2023. № 15(238). URL: <https://nauchforum.ru/journal/stud/238/125675> (дата обращения: 10.05.2023).

3. Баева М. А. Принципы развития индустрии по переработке техногенных отходов // Russian Journal of Economics and Law. 2014. №2 (30). С. 25-30. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsiyu-razvitiya-industrii-po-pererabotke-tehnogennyh-othodov> (дата обращения: 10.08.2022).

4. Баришевский Е. В., Величко Е. Г., Цховребов Э. С., Ниязгулов У. Д. Вопросы эколого-экономической оценки инвестиционных проектов по переработке отходов в строительную продукцию // Вестник МГСУ. 2017. №3 (102). С. 260-272. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-ekologo-ekonomicheskoy-otsenki-investitsionnyh-proektov-po-pererabotke-othodov-v-stroitelnyu-produktsiyu> (дата обращения: 10.08.2022).

5. Батова Т. Н., Волков А. Р., Павлова Е. А. Экструзионная переработка отходов в экономике замкнутого цикла // Экономика и экологический менеджмент. 2019. №2. С. 74-81. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekstruzionnaya-pererabotka-othodov-v-ekonomike-zamknutogo-tsikla> (дата обращения: 10.08.2022).

6. Галунина А. О., Чередниченко О. А. Перспективные направления экологизации производственных предприятий // Актуальные вопросы экономических наук. 2014. №36. С. 75-79. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-napravleniya-ekologizatsii-proizvodstvennyh-predpriyatiy> (дата обращения: 10.08.2022).

7. Глечикова Н. А., Рева А. Ф., Серёгин А. А. Экологическая безопасность и экономические риски проекта по переработке отходов в Ростовской области // Вестник аграрной науки Дона. 2018. №S4. С. 105-113. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-bezopasnost-i-ekonomicheskie-riski-proekta-po-pererabotke-othodov-v-rostovskoy-oblasti> (дата обращения: 10.08.2022).

8. Глухов В. В., Мовчан К. С. Экономическая оценка технологии переработки отходов с учетом воздействия на окружающую среду // *π-Economy*. 2019. №1. С. 159-167. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-otsenka-tehnologii-pererabotki-othodov-s-uchetom-vozdeystviya-na-okruzhayuschuyu-sredu> (дата обращения: 10.08.2022).

9. Гунич С. В., Янчуковская Е. В., Днепровская Н. И. Анализ современных методов переработки твердых бытовых отходов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2015. №2 (13). С. 110-115. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-metodov-pererabotki-tverdyh-bytovykh-othodov> (дата обращения: 10.08.2022).

10. Коваленко А. М. О формировании принципов обращения с отходами // ВЕЖПТ. 2010. №10 (48). С. 6-9. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/o-formirovanii-printsipov-obrascheniya-s-othodami> (дата обращения: 10.08.2022).

11. Менеджмент риска. Реестр риска. Общие положения [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 51901.21-2012. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/54073/?ysclid=le2dn4qknc405806336> (дата обращения: 10.04.2023).

12. Мочалова Л. А., Гриненко Д. А., Юрак В. В. Система обращения с твердыми коммунальными отходами: зарубежный и отечественный опыт // Известия УГГУ. 2017. №3 (47). С. 97-101. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-obrascheniya-s-tverdymi-kommunalnymi-otnodami-zarubezhnyu-i-otechestvennyu-opyt> (дата обращения: 10.08.2022).

13. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 2.07.2021). URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 10.08.2022).

14. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901711591> (дата обращения: 10.08.2022).

15. Об экологической экспертизе [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 23.11.1995 года № 174-ФЗ. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102038321> (дата обращения: 10.08.2022).

16. Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс]: Приказ Минприроды от 18 февраля 2022 года № 109. URL: <https://docs.cntd.ru/document/728277947?marker=65A0IQ> (дата обращения: 10.08.2022).

17. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 10.08.2022).

18. Об утверждении нормативов утилизации отходов от использования товаров на 2021-2023 годы [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 31 декабря 2020 года № 3722-р. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573308601?ysclid=la499kqcw9408242571> (дата обращения: 10.08.2022).

19. Об утверждении Правил создания и эксплуатации системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов

загрязняющих веществ [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 13.03.2019 № 262. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201903150003> (дата обращения: 10.08.2022).

20. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=409457&ysclid=1d8jр94kat939272210> (дата обращения: 10.04.2023).

21. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=1d8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 10.04.2023).

22. Об утверждении Рекомендаций по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей [Электронный ресурс]: Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 31.01.2022 № 36. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=414162&ysclid=1d8mh9t1uh805514136> (дата обращения: 10.04.2023).

23. Об утверждении Методики расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 01.08.2012 № 39н. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902363899> (дата обращения: 15.01.2023).

24. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ. URL: <https://sudrf.cntd.ru/document/9009935> (дата обращения: 19.12.2022).

25. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: СП 7.13130.2013. URL:

<https://docs.cntd.ru/document/1200098833?ysclid=lewc0hc1ur492221039> (дата обращения: 19.01.2023).

26. Производственный экологический контроль. Требования к программе производственного экологического контроля [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 56061-2014. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293770/4293770542.pdf> (дата обращения: 10.08.2022).

27. Системы управления охраной труда. Методы идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.0.230.4-2018. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/69666/?ysclid=le2drhy8rg837348689> (дата обращения: 10.04.2023).

28. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 28.12.2022).

29. Фрезе, Т. Ю. Методы оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: практикум: учебное пособие / Т. Ю. Фрезе. Тольятти: ТГУ, 2020. 258 с. ISBN 978-5-8259-1456-5. [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/book/159637> (дата обращения: 01.06.2023).

30. Шкурин Ю. М., Липин А. А., Липин А. Г. Удаление органического растворителя из полимерного порошка // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2017. №2 (50). С. 91-97. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/udalenie-organicheskogo-rastvoritelya-iz-polimernogo-poroshka> (дата обращения: 10.08.2022).

31. Шум. Затухание звука при распространении на местности [Электронный ресурс]: ГОСТ 31295.2-2005. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/3274/?ysclid=lga9vo0liw362308003> (дата обращения: 10.04.2023).

32. Biosafety and Infectious Waste Safety Procedures [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bgsu.edu/content/dam/BGSU/envhs/documents/Lab-Safety/Biosafety-and-Infectious-Waste-Safety-Procedures.pdf> (дата обращения: 10.04.2023).

33. Borehole Disposal Facilities for Radioactive Waste [Электронный ресурс]. URL: [https://www.iaea.org/sites/default/files/21/09/draft\\_ds512.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/21/09/draft_ds512.pdf) (дата обращения: 10.04.2023).

34. Drivers for safety culture in waste processing [Электронный ресурс]. URL: <https://www.neimagazine.com/features/featured-drivers-for-safety-culture-in-waste-processing/> (дата обращения: 10.04.2023).

35. Ensuring environmental safety via waste management [Электронный ресурс]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/332003484\\_Ensuring\\_environmental\\_safety\\_via\\_waste\\_management](https://www.researchgate.net/publication/332003484_Ensuring_environmental_safety_via_waste_management) (дата обращения: 10.04.2023).

36. Waste management and recycling [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hse.gov.uk/waste/index.htm> (дата обращения: 10.04.2023).