

Аннотация

Темой бакалаврской работы является «Мероприятия противопожарной защиты на потенциальных пожаро-взрывоопасных объектах».

За основу для рассмотрения взято предприятие ПАО «Тольяттиазот», а именно цех по производству аммиака.

В работе проведено изучение технологического процесса производства аммиака, описано используемое оборудование и места его расположения.

Проанализирована пожарная безопасность объекта и методы ее обеспечения. Дано описание возможных аварийных ситуаций.

Предложена модернизация противопожарной защиты производства аммиака с использованием ИСО «Орион».

Также изучены вопросы охраны труда и промышленной безопасности. Выявлены источники загрязнения окружающей среды.

Цель работы – применение на предприятии усовершенствованных способов своевременного обеспечения пожарной безопасности.

Выпускная квалификационная работа включает: 57 страниц, 12 таблиц, 12 рисунков, 20 источников литературы.

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Характеристика объекта	8
1.1 Выбор производственного объекта.....	8
1.2 Описание технологического процесса.....	8
1.3 Описание внутренних инженерных систем объекта	12
2 Анализ пожарной опасности объекта	13
2.1 Возможные аварийные ситуации	13
2.2 Анализ обеспечения пожарной безопасности при производстве аммиака	16
3 Разработка мероприятий противопожарной защиты объекта.....	22
3.1 Анализ современных методов и средств повышения уровня пожарной безопасности аналогичных объектов.....	22
3.2 Разработка и обоснование предлагаемых мероприятий противопожарной защиты объекта	24
4 Охрана труда.....	33
4.1 Действующая система управления охраной труда на объекте	33
4.2 Разработка процедуры производственного контроля на опасных производственных объектах	34
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	39
5.1 Описание действующей системы управления экологической безопасностью на объекте.....	39
5.2 Идентификация экологических аспектов в соответствии с характером деятельности объекта.....	41
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	47

6.1 Разработка плана мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности в организации	47
6.2 Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара в организации	48
6.3 Определение интегрального эффекта от противопожарных мероприятий	49
Заключение	53
Список используемых источников	54

Введение

Все предприятия химической промышленности являются источниками пожаро-взрывоопасности. Увеличение объемов производства на данных предприятиях сопровождается ростом количества и масштабов взрывов и пожаров, а также наносят большой вред окружающей среде и населению.

В химической промышленности противопожарная защита осуществляется комплексно и должна исключать из технологических процессов источники пожарных рисков. Поэтому применяются такие мероприятия, как:

- герметизация оборудования;
- предупреждение аварийных выбросов веществ;
- применение систем пожаротушения;
- установка устройств, позволяющих сдерживать огонь;
- применение регуляторов и датчиков, которые функционируют автоматически.

Помимо модернизации и замены устаревшего оборудования необходимо постоянно совершенствовать системы обеспечения пожаро-взрывобезопасности таких объектов промышленности.

Изучение статистики возникновения пожаров на химических предприятиях позволяет выявить основные причины:

- 1) нарушение правил при эксплуатации электрооборудования;
- 2) нарушение правил при эксплуатации печей, нагревателей и теплогенерирующих установок;
- 3) неосторожное обращение с огнем.

Анализ причин возникновения пожаров показывает, что 95% связано с возгораниями и взрывами химических веществ, из них 54% возникло внутри оборудования и аппаратуры, 46% произошло на наружных установках и в производственных помещениях.

Целью работы является применение на предприятии усовершенствованных способов своевременного обеспечения пожарной безопасности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить технологический процесс производства аммиака;
- провести анализ современного состояния пожарной безопасности в химической отрасли;
- проанализировать существующие меры по обеспечению пожарной безопасности;
- предложить техническое решение по ускорению процесса локализации и ликвидации возникшей аварийной ситуации.

Термины и определения

В работе используются следующие термины:

- аммиак – бинарное неорганическое химическое соединение азота и водорода с формулой NH_3 , при нормальных условиях – бесцветный газ с резким характерным запахом;
- взрыв – быстропротекающий физический или физико-химический процесс, проходящий со значительным выделением энергии в небольшом объёме за короткий промежуток времени и приводящий к ударным, вибрационным и тепловым воздействиям на окружающую среду вследствие высокоскоростного расширения продуктов взрыва.
- пожар – неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, опасность жизни и здоровью людей и животных;
- пожарная безопасность – это состояние защищённости личности, имущества, общества и государства от пожаров;

Перечень сокращений и обозначений

В работе применяются следующие обозначения и сокращения:

- АРМ – автоматизированное рабочее место;
- ДПД – добровольная пожарная дружина;
- ИСО – интегрированная система охраны;
- КИПиА – контроль-измерительные приборы и аппараты;
- КФК – карбамидформальдегидный концентрат;
- МЧС – Министерство по чрезвычайным ситуациям;
- ОПО – опасный производственный объект;
- ПБ – пожарная безопасность;
- ПУЭ – Правила устройства электроустановок;
- СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией;
- СУОТ – система управления охраной труда;
- ТОАЗ – ТольяттиАзот.

1 Характеристика объекта

1.1 Выбор производственного объекта

Для анализа мероприятий противопожарной защиты потенциально пожаро-взрывоопасных объектов рассмотрим предприятие ПАО «Тольяттиазот», а именно технологически процесс производства жидкого аммиака в цехе 6.

«ПАО «Тольяттиазот» является крупнейшим в мире производителем аммиака (более 3 000 000 т в год). Основной вид деятельности – выпуск минеральных удобрений: аммиака, карбамида и КФК.

Адрес расположения предприятия: – Самарская область, г. Тольятти, Поволжское шоссе, д.32» [2].

На территории предприятия расположены:

- основные производственные цеха (непосредственно заняты изготовлением химического продукта);
- вспомогательные цеха (транспортный, ремонтно-механический цеха, комбинат питания, пожарная часть, медсанчасть и др.)
- административные цеха.

1.2 Описание технологического процесса

Производство аммиака является сложным технологическим процессом, в котором задействовано большое количество сложного оборудования и аппаратов.

«Технологический процесс производства аммиака предусматривает производство жидкого безводного аммиака из природного газа. Основные стадии процесса:

1. Гидрирование сероорганических соединений, содержащихся в природном газе, в сероводород на кобальтмолибденовом катализаторе.
2. Поглощение сероводорода поглотителем на основе оксида цинка.
3. Первичный риформинг очищенного от сернистых соединений природного газа в трубчатой печи» [4].
4. «Конверсия остаточного метана, содержащегося в частично конвертированном газе после первичного риформинга, в водород и оксид углерода при повышенных температурах. Стадия вторичного риформинга включает подачу воздуха для подготовки синтез-газа с необходимым стехиометрическим соотношением азот : водород.
5. Высоко- и низкотемпературная конверсия оксида углерода с одновременным получением эквивалентных количеств водорода.
6. Очистка конвертированного газа от диоксида углерода по методу. Этот процесс представляет собой контакт синтез-газа с горячим модифицированным раствором поташа.
7. Метанирование остаточного количества оксида и диоксида углерода для получения очищенного синтез-газа с содержанием оксидов углерода.
8. Компримирование очищенного синтез-газа с применением центробежного турбокомпрессора.
9. Конверсия синтез-газа в аммиак. Выделение и захолаживание продукционного аммиака» [4].

«В проекте агрегата для очистки конвертированного газа от диоксида углерода применяется моноэтаноламиновая очистка. Система, рекуперирующая тепло реакций, предусматривает генерирование пара. При этом уровне давления пар перегревается и используется для технологических нужд в процессе конверсии и для привода турбин компрессорного и насосного оборудования. Обоими проектами предусматривается оборудование для очистки технологического конденсата от растворенного

NH_3 , CO_2 и других компонентов. В дальнейшем очищенный, в отпарной колонне, технологический конденсат возвращается для использования в технологии.

Смесь циркуляционного и свежего газа поступает в аммиачный холодильник, где охлаждается до $(-4)\div(-12)^\circ\text{C}$. Затем газ поступает в сепаратор, где аммиак сепарируется и выдается в сборник. Газ поступает в теплообменник поз.179-С, где подогревается до 31°C , затем в теплообменник поз.121-С, (рисунок 1), где подогревается до 141°C и поступает в колонну синтеза поз.105-D» [4].

«Пройдя катализаторные слои колонны синтеза поз.105-D, смесь синтез-газа с аммиаком охлаждается в теплообменнике поз.122-С, подогревает питательную воду в теплообменнике поз.123-С и далее проходит межтрубное пространство теплообменника поз.121-С, охлаждаясь до 57°C , затем поступает в воздушный теплообменник поз.180-С, где охлаждается, примерно, до 40°C , проходит межтрубное пространство теплообменника поз.179-С и с температурой $18\div 20^\circ\text{C}$ поступает в сепаратор поз.126-F, где происходит выделение аммиака. Выделившийся жидкий аммиак направляется в сборник поз.107-F, а циркуляционный газ - на всас циркуляционной ступени компрессора поз.103-J.

Жидкий аммиак из сепараторов поз.106-F и поз.126-F поступает в сборник жидкого аммиака поз.107-F с давлением $15,8 \text{ кгс/см}^2$ и температурой 14°C . Из поз.107-F аммиак подается в расширительный сосуд первой ступени (поз.110-F) аммиачного компрессора поз. 105-J с давлением $6,8 \text{ кгс/см}^2$ и температурой 12°C откуда подается в расширительный сосуд второй ступени поз.111-F, где поддерживается давление $1,7 \text{ кгс/см}^2$ и температура $(-12)^\circ\text{C}$. Из поз.111-F жидкий аммиак поступает в расширительный сосуд третьей ступени (поз.112-F) аммиачного компрессора поз.105-J, где поддерживается давление $0,01 \text{ кгс/см}^2$ и температура $(-33)^\circ\text{C}$. Газообразный аммиак, откачиваемый компрессором из расширительных сосудов, охлаждается в

воздушном теплообменнике поз.127-С, жидкий аммиак стекает в сборник поз.109-Ф, откуда опять попадает в расширитель поз.110-Ф. Из расширителя поз.112-Ф производционный аммиак с температурой (-33)°С выдается насосами на склад (рисунок 1)» [4].

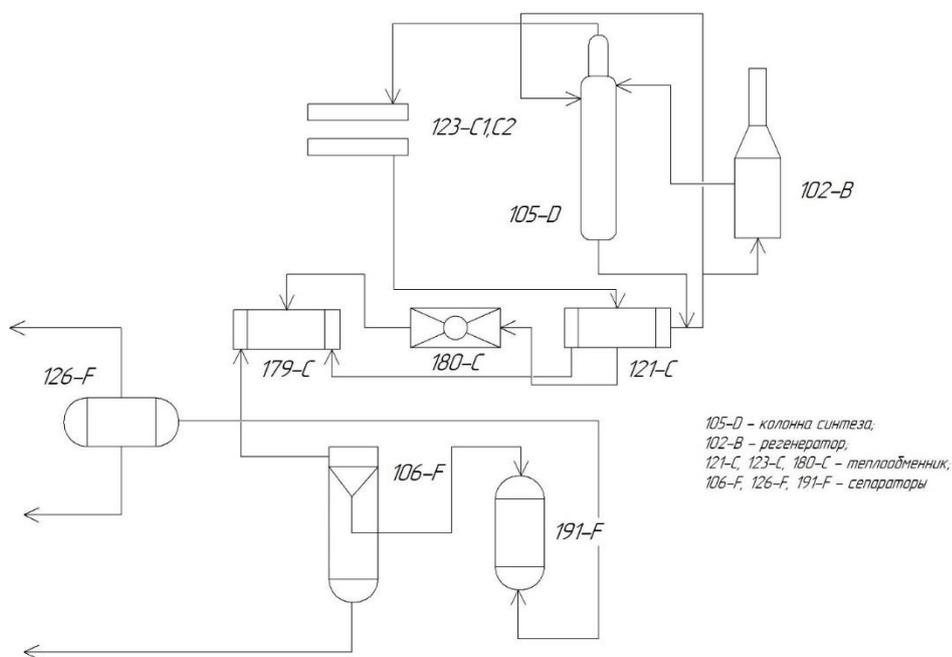


Рисунок 1 – Схема синтеза аммиака

Перечень технологического оборудования представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Технологическое оборудование, используемое при производстве аммиака

Наименование и назначение оборудования	Кол-во, шт.	Материал
Колонна синтеза аммиака	1	Низколегированная сталь, нержавеющая сталь, углеродистая сталь
Выносной теплообменник	1	Низколегированная сталь, нержавеющая сталь, углеродистая сталь
Подогреватель воды	1	Низколегированная сталь, углеродистая сталь, нержавеющая сталь
Аппарат воздушного охлаждения	1	Углеродистая сталь, сплав алюминиевый АД-1
Колонна конденсаторная	1	Легированная сталь, углеродистая сталь

Продолжение таблицы 1

Наименование и назначение оборудования	Кол-во, шт.	Материал
Испаритель жидкого аммиака	1	Низколегированная сталь, углеродистая сталь, нержавеющая сталь
Фильтр жидкого аммиака	2	Нержавеющая сталь, углеродистая сталь, магнитные элементы
Сборник жидкого аммиака	1	Углеродистая сталь
Конденсационная колонна продувочных газов	1	Низколегированная сталь, углеродистая сталь
Испаритель жидкого аммиака для продувочных газов	1	Низколегированная сталь, углеродистая сталь
Испаритель жидкого аммиака на танковых газах	1	Углеродистая сталь
Сепаратор танковых газов	1	Углеродистая сталь

1.3 Описание внутренних инженерных систем объекта

В помещениях рассматриваемого производства организована приточно-вытяжная вентиляция, которая функционирует постоянно, а при необходимости подключаются дополнительные мощности.

Отопление помещений центральное водяное. Водоснабжение питьевой водой централизованное.

Электроснабжение напряжением 220/380 В. Всё электрооборудование имеет пожаровзрывозащищенное исполнение, которое исключает появление искр, а при повреждении происходит отключением сети и перевод по запасным линиям энергообеспечения производства.

2 Анализ пожарной опасности объекта

2.1 Возможные аварийные ситуации

Наиболее вероятными могут быть аварии, связанные с выбросами токсичных веществ через фланцевые соединения, сварные швы, запорную арматуру, торцевые уплотнения насосов. Размеры зон действия поражающих факторов зависят от объема выброса опасного вещества и его энергетического состояния, вида и количества одновременно разрушенного оборудования, метеоусловий, характера производственной площадки и колеблются в относительно широких диапазонах для различных объектов.

«Технический уровень оборудования отвечает современным требованиям в части принятых решений по технологии производства, механизации и автоматизации технологических процессов и управления производством, что способствует минимизации вероятности возникновения выброса» [3].

На рисунке 2 представлена диаграмма вероятности возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций.

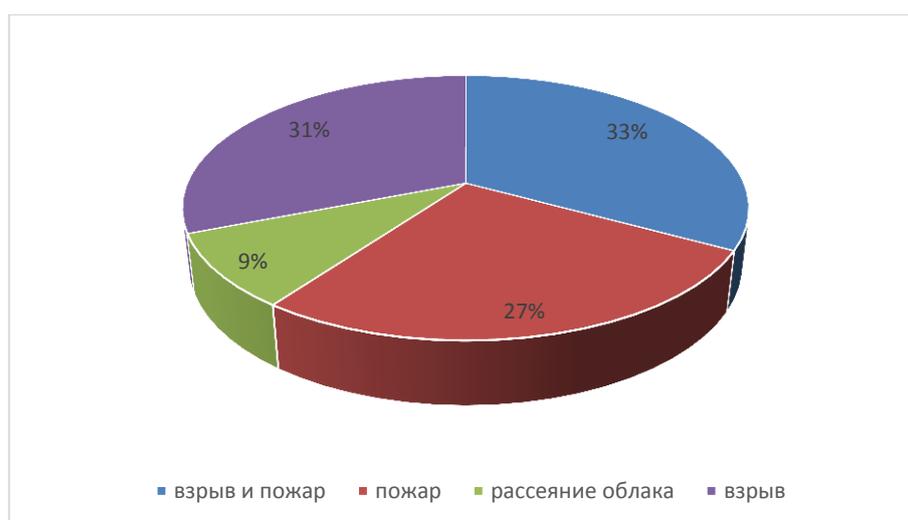


Рисунок 2 – Диаграмма вероятности возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций

К «наиболее тяжелым последствиям приводят аварии, связанные с взрывом технологических установок, со взрывами газовых смесей внутри резервуаров, взрывами хранилищ химических веществ. Основными причинами аварий являются ошибки и нарушение правил техники безопасности персоналом, неисправность и изношенность оборудования» [1]. На рисунке 3 представлена диаграмма причин аварий.



Рисунок 3 – Причины возникновения аварий

«Основное количество аварий связано с ведением химико-технологических процессов, с подготовкой оборудования к ремонту, ремонтными работами или приемом оборудования из ремонта, по другим причинам» [1].

«Анализ возможных сценариев развития чрезвычайной ситуации

Чтобы исключить возможности возникновения взрывов, пожаров и отравлений необходимо соблюдать следующие правила:

- обеспечивать необходимую плотность всех соединений аппаратов и трубопроводов;

- не допускать нарушения нормального технологического режима» [3];
- «обеспечить непрерывную работу вентиляционных устройств помещений, сигнализаций, КИПиА и блокировок, а также бесперебойное снабжение электроэнергией и осушенным воздухом КИП;
- эксплуатационный персонал во время работы должен иметь при себе противогазы и другие необходимые для данного рабочего места средства индивидуальной защиты;
- сварочные и огневые работы в цехе должны проводиться по письменному разрешению на производстве огневых работ оформленных и утверждённых согласно действующей инструкции;
- при работе применять инструмент, не дающий искру;
- всё электрооборудование и аппараты должна производиться в соответствии с правилами;
- содержать в исправности ограждения движущихся частей механизмов;
- проверку всех движущихся деталей машин производить только после их остановки;
- при проведении ремонтных работ на электрооборудовании необходимо обесточить электродвигатели, вывесить плакат «Не включать! Работают люди»;
- не допускать скопления конденсата в трубопроводах во избежание гидравлических ударов» [3].

В таблице 2 приведены сведения по основным возможным аварийным ситуациям, которые могут возникнуть при производстве аммиака.

Таблица 2 – Возможные аварийные ситуации при производстве аммиака

Аварийные условия	Причина	Устранение
1. Прекращение приёма жидкого аммиака на складе жидкого аммиака	Перепад давления	Не допускать превышения перепада давления на колонне синтеза аммиака выше 1,96МПа.
		Из сепаратора и конденсационной колонны спустить жидкий аммиак до минимального уровня.
		Закрыть подачу питательной воды в подогреватель.
		Выключить вентиляторы аппарата воздушного охлаждения.
2. Прекращение подачи свежей азотоводородной смеси из компрессии	Заклинивание клапана подачи	Агрегат синтеза перевести в «горячий резерв»
3. Содержание водорода выше нормы в газообразном аммиаке, выходящем из аммиачных испарителей	Появление течи в испарителе.	Произвести аварийную остановку агрегата синтеза аммиака.
		Отключить компрессор азотоводородной смеси.
4. Повышение электропроводности питательной воды, выходящей из подогревателя воды.	Появление течи в подогревателе.	Открыть электровентили на аварийных продувках циркуляционного газа из агрегата синтеза.
		Снизить давление до 0,1МПа.

Таким образом, для снижения вероятности распространения последствий аварийной ситуации необходимо постоянно отслеживать состоянии оборудования и узлов.

2.2 Анализ обеспечения пожарной безопасности при производстве аммиака

Рассматриваемое предприятие является пожаро-взрывоопасным производством, опасность аварии которого возможна. На этот случай на предприятии имеются бункеры, рассчитанные на весь работающий персонал, а также гражданских лиц, которые оборудованы защитными средствами.

«Цех 6 взрывопожароопасный, категория производства «А», класс производственных помещений и сооружений В-1а, В-1г. Цех 6 состоит из отделений, расположенных в здании цеха и наружной установки, пристроенной к зданию цеха. Отделение расположено отдельно, с наружной установкой с северной стороны цеха.

Здания цеха кирпичные, межэтажные перекрытия из железобетона, кровля совмещенная. Наружная установка смонтирована из металлических конструкций. Несущие конструкции защищены слоем бетона толщиной 25-30мм, на высоту 3 м. На обеих наружных установках имеются открытые металлические лестницы» [3].

Пожарная нагрузка, существующие системы противопожарной защиты

С северной и южной сторон рассматриваемой установки расположены лафетные стволы в количестве 2 штук. Также имеются насосные станции с общим объемом запаса воды 1800 м³. Они расположены в 150 метрах от установки. Установка оборудована сухотрубами и кольцами орошения.

Противопожарное водоснабжение

«Наружное противопожарное водоснабжение обеспечивается от гидрантов, расположенных вдоль дорог 8×8,3×3 м на кольцевом водопроводе Q=110 л/с. Пожарный водопровод: по дороге 8×8 – Ø150 мм, по дороге 3×3 – Ø 200мм.

Производственные здания имеют вторую степень огнестойкости, отопление центральное водяное, освещение и электрооборудование взрывозащищенного исполнения» [5]

«В производстве аммиака широко используются различные электрические установки. Весь рабочий персонал, связанный с обслуживанием этих установок, приборов, оборудования. При прикосновении человека к токоведущим частям оборудования возможны 2 типа включения человека в электрическую цепь: двухполюсное и однополюсное.

Классификация по ПУЭ:

Класс зоны (ПУЭ) - В – I г» [11]

«Категория и группа взрывоопасности смеси (ПУЭ) - 4аП

Класс помещений по электроопасности (ПУЭ) - I» [11]

«Производство аммиака является взрыво- и пожароопасным и относится к категории «А». Для зданий этой категории необходимы наружные ограждения, конструкции которых выполняются легко сбрасываемыми при воздействии на них взрывной волны. К легко сбрасываемым относятся сборные покрытия массой не более 120кг/м^2 . Конструктивно эти покрытия выполняют из железобетонных ребристых плит серии ПК-01-118 с отверстиями, перекрываемыми после монтажа лёгкими листами. В случае взрыва эти плиты взрывной волной выгибаются наружу вследствие чего основные несущие конструкции остаются неподвижными. Допускается применять одновременно трудно сбрасываемые ограждающие конструкции, но при соблюдении некоторых условий.

В производстве аммиака основное технологическое оборудование, за исключением компрессоров, а также все основные газопроводы расположены вне здания» [12].

«Площадь отдельно стоящей наружной установки не превышает: при высоте установки до 30 м – 7800 м^2 ; при высоте установки 30 м и более – 4500 м^2 .

Ширина отдельной наружной установки принята не более 36 м при высоте при высоте этажерки и оборудования более 18 м.

Наружные этажерки с оборудованием, содержащим горючие газы, как правило, выполнены из железобетона. Там, где применены стальные этажерки, их первый ярус защищён от воздействия высоких температур. При этом предел огнестойкости принят не менее 75.

Объёмно-планировочные и конструктивные решения отделения компрессии исключают возможность проникновения в другие помещения газов в количествах, выше допустимых концентраций. Здание компрессии

запроектировано с применением легко сбрасываемых взрывной волной наружных ограждающих конструкций, так же и колонна синтеза» [1].

«Наружные эшажерки и площадки с оборудованием имеют на каждом ярусе открытые лестницы: при длине свыше 18м, но не более 80м – не менее 2х лестниц; при длине свыше 80м – лестницы на расстоянии не более 80м одна от другой.

Открытые лестницы эшажерок и площадок, предназначенные для эвакуации людей, расположены по наружному периметру и имеют огнезащитные экраны (со стороны технологического оборудования) из негоряемых материалов с пределом огнестойкости не менее 0,25» [5].

«В соответствии с нормами установки обеспечены системами внешнего и внутреннего противопожарного водоснабжения.

Наружные установки высотой более 12 м оборудованы стационарными лафетными стволами. Колонные аппараты при высоте более 30 м выше отметок, орошаемых струями от лафетных стволов, оборудованы системами водяного орошения.

Помещения ЭВМ, УПУ и кабельные туннели обеспечены автоматическими установками пожаротушения. Агрегаты оборудованы первичными средствами пожаротушения: для производственных зданий (сооружений категории А и Б) на каждые 1000-1500м² у аппаратов с ЛВЖ установлен один стационарный ОВПУ-250. На каждые 400-500м² установлены два углекислотных огнетушителя и четыре пенных, ящик с песком, войлок» [4].

Основные пожаровзрывоопасные свойства аммиака:

а) температура:

- плавления – 190°С;
- кипения – 165°С;
- воспламенения – 650°С;

б) предел взрывоопасности (% об):

- нижний – 15;

– верхний - 28.

Эвакуация людей

Количество эвакуируемых в течение одной смены составляет 41 человек. Они размещаются в отделении компрессии, в здании ЦПУ, лаборатории и электростанции, а также находятся непосредственно у оборудования при проведении работ по ремонту и обслуживанию оборудования.

«Эвакуация производится через наружные лестницы. За 7 минуты все рабочие уйдут из опасной зоны. Время прибытия первых подразделений 4 мин.

Пути эвакуации освещены естественным и искусственным светом, их ограждения имеют повышенную огнестойкость. Все служебные лестницы размещены в закрытых несгораемых клетках и имеют выход наружу. Высота горизонтальных участков путей эвакуации в свету не менее 2 м» [6].

«Эвакуация людей из здания или сооружения состоит из двух этапов: в пределах здания и вне здания. Для обеспечения безопасности эвакуации людей из помещения вместимостью более 100 человек должны быть предусмотрены два выхода. На каждом этаже устраивают не менее двух эвакуационных выходов» [6].

«Лестницы, предназначенные для эвакуации, подразделяют на три типа:

- внутренние, размещаемые в лестничных клетках;
- внутренние открытые;
- наружные открытые.

Лестничные клетки, обеспечивающие эвакуацию людей, бывают с остекленными или открытыми проемами в наружных стенах на каждом этаже, а также с естественным освещением через остекление или открытые проемы в покрытии» [6].

«Действия работников цеха, участвующих в тушении пожара (ДПД), до прибытия подразделений пожарной охраны представлены в таблице 3» [6].

Таблица 3 – Табель пожарного расчета

Номер расчета	Должность	Действия номера пожарного расчета при пожаре
1	Мастер смены	сообщают в пожарную охрану о загорании
2	Ст. аппаратчик	ставят в известность руководство цеха и дежурную службу объекта
3	Аппаратчик	в случае угрозы жизни людям немедленно организуют их спасение и эвакуацию
4	Дежурный слесарь	включают в работу систему противопожарной защиты
5	Аппаратчик	при необходимости отключают электроэнергию
6	Аппаратчик	останавливают работу агрегатов и аппаратов
7	Аппаратчик	прекращают огневые и пожароопасные работы
8	Аппаратчик	организуют эвакуацию и защиту материальных ценностей
9	Аппаратчик	приступают к тушению пожара
10	Аппаратчик	организуют встречу пожарных подразделений и указывают пути к очагу пожара
11	Аппаратчик	сообщают подразделениям пожарной охраны о наличии опасных веществ и АХОВ

Проведенный анализ обеспечения пожарной безопасности при производстве аммиака показал, что необходимо произвести модернизацию существующей системы пожаротушения и оповещения о возникновении пожара в помещениях и на оборудовании.

3 Разработка мероприятий противопожарной защиты объекта

3.1 Анализ современных методов и средств повышения уровня пожарной безопасности аналогичных объектов

Обеспечение пожарной безопасности химических производств носит первоочередной характер. Проведение анализа возникновения пожаров и взрывов на предприятиях химической отрасли показывает, что они высоки по сравнению с другими отраслями промышленности, несут большой материальный ущерб и их число постоянно растет.

Возникновение большого числа пожаров объясняется тем, что происходит отставание выполнения техники тушения, новейших методов и приемов борьбы с пожарами, разработки эффективных средств пожаротушения и применения огнетушащих составов от темпов развития и модернизации непосредственно объектов, на которых происходят пожары, и обновленных требований, которые к ним предъявляются.

На рисунке 4 представлена диаграмма, отражающая причины возникновения пожаров на химических предприятиях.



Рисунок 4 – Причины возникновения пожаров на химических предприятиях

Таким образом, большая часть аварий и, как следствие, возникновение пожаров, происходит на технологическом оборудовании.

При возникновении пожара на химическом производстве в первую очередь необходимо предпринять меры по изоляции зоны пожара, снижению давления в системах и аппаратах, прекратить подачу сырья, произвести удаление и откачку веществ и материалов. Для того, чтобы снизить температуру используют распылители воды.

Возникшее воспламенение подавляют до полной ликвидации огня, всеми способами перекрывают приток воздуха, пожаротушение производят издали, используя защитные экраны или объекты.

Основные способы и средства тушения пожара можно разделить:

- проведении изоляции очага горения от поступления воздуха негорючими газами. Это «достигается при тушении пенами и углекислым газом (метод затопления);
- проведении охлаждения очага горения при помощи воды;
- применение порошков минеральных солей для торможения пламени горения за счет химических реакций;
- применение сильной струи воды или газа» [4] для срыва пламени.

Существует сложность «борьбы с пожарами на химических предприятиях, обусловленная тем, что многие используемые материалы и объекты запрещено тушить водой или водопенными составами. То есть, оборудование химической отрасли производится из металлоорганических соединений, гидридов металлов, а также применяется электронное управление и информационные, коммуникационные центры.

Таким образом, необходимо применять усовершенствованные устройства и средства для пожаротушения. Выбор средств пожаротушения необходимо основывать на факторах, которые влияют на процесс горения (свойства и состав горючей смеси, метеорологические условия» [12], а также сам процесс горения).

3.2 Разработка и обоснование предлагаемых мероприятий противопожарной защиты объекта

Предлагается произвести модернизацию противопожарной защиты производства аммиака за счет установки современного оборудования – ИСО «Орион». Интегрированная система охраны «Орион» представляет собой совокупность аппаратных и программных средств для организации систем охранно-пожарной сигнализации, контроля доступа, видеонаблюдения, автоматического пожаротушения, а также для создания систем контроля и диспетчеризации объектов» [6].

Система обеспечивает:

- сбор, обработку, передачу, отображение и регистрацию извещений о состоянии шлейфов охранной, тревожной и пожарной сигнализации;
- контроль и управление доступом (управление преграждающими устройствами типа шлагбаум, турникет, ворота, шлюз, дверь и т. п.);
- видеонаблюдение и видеоконтроль охраняемых объектов;
- управление пожарной автоматикой объекта;
- взаимодействие с инженерными системами зданий;
- модульную структуру, позволяющую оптимально оборудовать как малые, так и очень большие распределенные объекты;
- защищенный протокол обмена по каналу связи между приборами.

Структурная схема ИСО «Орион» представлена на рисунке 5.

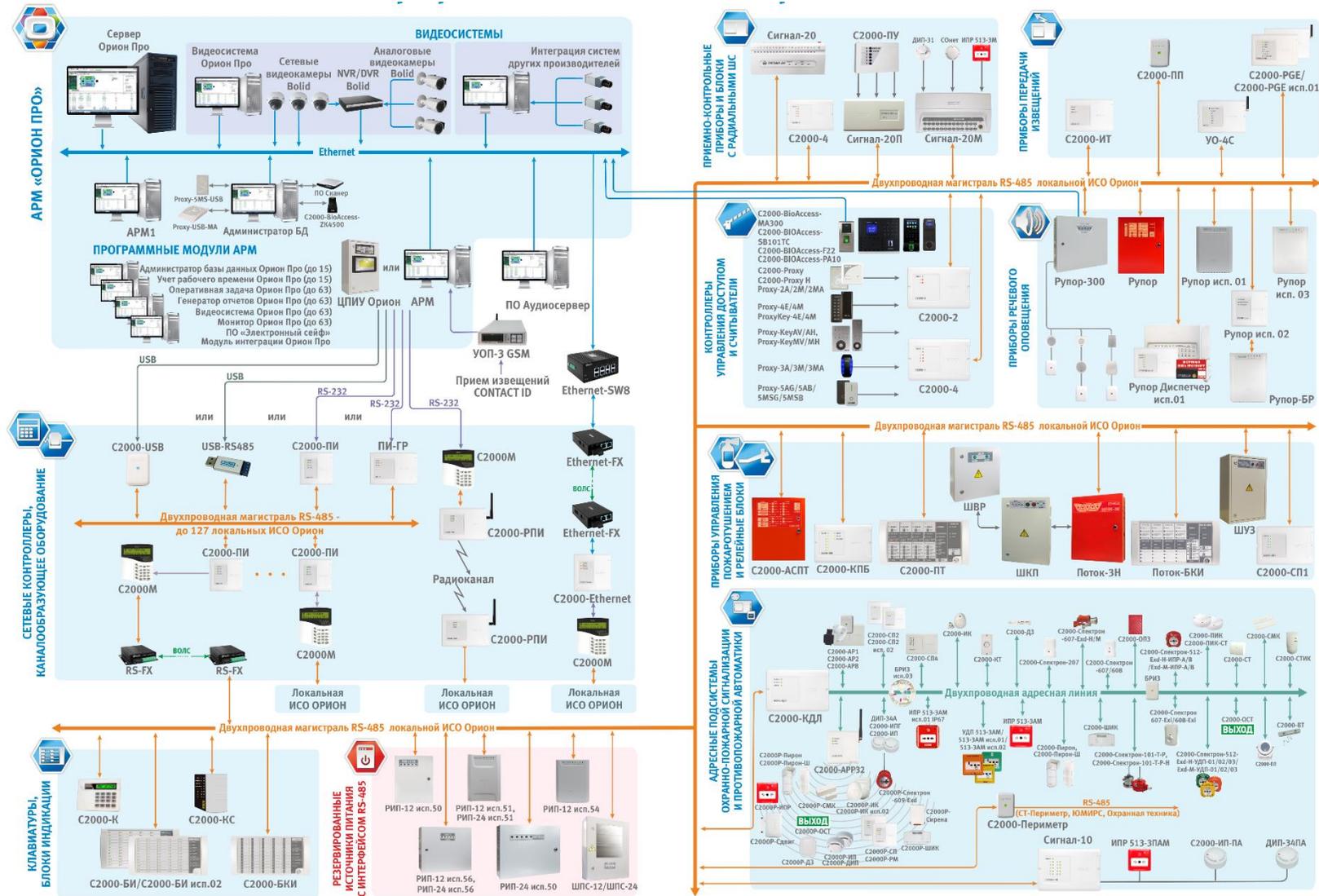


Рисунок 5 – Интегрированная система охраны «Орион»

Система модернизации противопожарной защиты производства аммиака предусматривает автоматические установки порошкового пожаротушения (4 зоны), пожарную сигнализацию (ручная и автоматическая), систему оповещения и управления эвакуацией (далее – СОУЭ) при пожаре (светозвуковое) и интегрируется в существующую сеть предприятия.

Для контроля и управления системой пожарной сигнализации применяется пульт С2000М и блок приемно-контрольный Сигнал-20П.

Управление СОУЭ выполняется при срабатывании выходов контрольно-пускового блока С2000-КПБ.

Для пожаротушения приняты порошковые модули, автоматическое управление которыми выполняется с помощью С2000-АСПТ и С2000-КПБ.

Для гальванической изоляции сигналов между приборами предусматриваются повторители интерфейса С2000-ПИ.

Преобразователь протокола С2000-ПП применяется для интеграции системы противопожарной защиты с сервером СМИС.

Электропитание приборов обеспечивают источники бесперебойного питания с интерфейсом RS-485 РИП-24 исп. 56 и модуль преобразователя МП 24/12 В.

Источник бесперебойного питания с релейными выходами РИП-24 исп. 06 используется в помещении с постоянным присутствием персонала.

АРМ «Противопожарная система» устанавливается для отображения текущего состояния противопожарной автоматики и оперативного управления.

В таблице 4 приведены сведения по используемому оборудованию.

Таблица 4 – Используемое оборудование противопожарной защиты

АРМ	Сетевой контроллер	Прибор, количество	Повторитель, преобразователь интерфейса
Пожарная сигнализация			
АРМ «Орион Про» – 1 шт.	С2000М – 1 шт.	РИП-24 исп.56 (РИП-24-4/40МЗ-Р-RS) – 1 шт. РИП-24 исп.06 (РИП-24-4/40МЗ-Р) – 1 шт. Сигнал-20П исп.01 – 1 шт.	С2000-ПИ – 2 шт. С2000-ПП – 1 шт.
Автоматика пожаротушения			
АРМ «Орион Про» – 1 шт.	С2000М – 1 шт.	РИП-24 исп.56 (РИП-24-4/40МЗ-Р-RS) – 3 шт. С2000-АСПТ – 4 шт. С2000-КПБ – 2 шт.	С2000-ПИ – 2 шт. С2000-ПП – 1 шт.
Оповещение о пожаре			
АРМ «Орион Про» – 1 шт.	С2000М – 1 шт.	РИП-24 исп.56 (РИП-24-4/40МЗ-Р-RS) – 1 шт. С2000-КПБ – 1 шт.	С2000-ПИ – 2 шт.

Опишем предлагаемое к использованию оборудование.

Резервированный источник питания РИП-24 исп.56 (РИП-24-4/40МЗ-Р-RS) (рисунок 6) «предназначен для работы в составе ИСО «Орион» для питания извещателей, приборов ОПС, СКУД и пожарной автоматики» [6] 24В; 4А (мах 5А); емкость АБ 40Ач; «световая индикация; звуковая сигнализация; датчик вскрытия корпуса; защита: от перенапряжения, от КЗ, от переполюсовки АБ; интерфейс» [6] RS-485.



Рисунок 6 – Резервированный источник питания РИП-24 исп.56

«Резервированный источник питания РИП-24 исп. 06 (РИП-24-4/40МЗ-Р) (рисунок 7) предназначен для питания технических средств пожарной автоматики и других слаботочных систем, 24В; 4А (мах 5А); емкость АБ 2×40 Ач или 2×26Ач; световая индикация; звуковая сигнализация; датчик вскрытия корпуса; защита: от перенапряжения, от КЗ, от переплюсовки АБ» [6].



Рисунок 7 – Резервированный источник питания РИП-24 исп. 06

«Блок приемно-контрольный охранно-пожарный Сигнал-20П, Сигнал-20П исп.01 (рисунок 8) предназначен для использования в составе ИСО

«Орион» для контроля различных типов охранных и пожарных неадресных извещателей, контакторов и сигнализаторов с нормально-замкнутыми или нормально-разомкнутыми контактами и релейного управления внешними исполнительными устройствами. Отличие «Сигнал-20П» от «Сигнал-20П исп.01» состоит в материале и размере корпуса» [6].



Рисунок 8 – Блок приемно-контрольный охранно-пожарный Сигнал-20П, Сигнал-20П исп.01

«Преобразователь интерфейсов RS-232/RS-485, повторитель интерфейса RS-485 с гальванической развязкой С2000-ПИ (рисунок 9) предназначен для гальванической изоляции и взаимного преобразования сигналов интерфейса RS-232 и сигналов двухпроводного магистрального интерфейса RS-485. В ИСО «Орион» используется для подключения приборов к ПК с АРМ «С2000» или для увеличения длины двухпроводного магистрального интерфейса RS-485» [6].



Рисунок 9 – Преобразователь интерфейсов RS-232/RS-485, повторитель интерфейса RS-485 с гальванической развязкой С2000-ПИ

«Блок приемно-контрольный и управления автоматическими средствами пожаротушения С2000-АСПТ (рисунок 10) предназначен для автономной или централизованной (в составе системы «Орион») противопожарной защиты объектов промышленного и гражданского назначения по одной зоне порошкового, аэрозольного или газового пожаротушения» [6].



Рисунок 10 – Блок приемно-контрольный и управления автоматическими средствами пожаротушения С2000-АСПТ

«Контрольно-пусковой блок С2000-КПБ (рисунок 11) предназначен для работы в составе централизованных систем охранно-пожарной сигнализации,

управления пожаротушением, контроля доступа и видеоконтроля для управления исполнительными устройствами и контроля цепей управления» [6].



Рисунок 11 – Контрольно-пусковой блок С2000-КПБ

Как указывалось выше в таблице 4, данное оборудование необходимо установить при производстве аммиака. Его расположение приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Расположение предлагаемого оборудования

Наименование помещения, оборудования	Наименование устанавливаемого оборудования комплекса «Орион»
Отделение компрессии	– РИП-24 исп.56 (РИП-24-4/40МЗ-Р-RS); – С2000-ПИ; – С2000-АСПТ; – С2000-КПБ
ЦПУ, лаборатория, электроподстанция	– АРМ «Орион»; – С2000М; – Сигнал-20П исп.01; – РИП-24 исп.06 (РИП-24-4/40МЗ-Р); – С2000-АСПТ
Колонна синтеза аммиака	– РИП-24 исп.56 (РИП-24-4/40МЗ-Р-RS); – С2000-ПИ; – С2000-КПБ

Продолжение таблицы 5

Наименование помещения, оборудования	Наименование устанавливаемого оборудования комплекса «Орион»
Колонные аппараты	– РИП-24 исп.56 (РИП-24-4/40МЗ-Р-RS); – С2000-ПИ; – С2000-АСПТ; – С2000-КПБ

Расположение предлагаемого оборудования представлено на листе формата А1.

Применение предлагаемого комплекса позволит своевременно обнаруживать возгорание, локализовать и ликвидировать очаг в короткие сроки, а также проводить безопасную эвакуацию персонала.

4 Охрана труда

4.1 Действующая система управления охраной труда на объекте

На рассматриваемом предприятии существует служба охраны труда, в которую входят начальник и специалисты по охране труда.

Основные виды контроля, которые осуществляются на «предприятии:

1. Оперативный руководитель работ и других должностных лиц.
2. Контроль требования безопасности труда при аттестации рабочих мест.
3. Контроль, осуществляемый службой охраны труда.
4. Ведомственный контроль вышестоящих организаций.
5. Государственный контроль инспекциями Госнадзора.

Система управления охраной труда (СУОТ» [7]) в ПАО «ТольяттиАзот» включает в себя:

- цели, задачи и политику организации в области охраны труда;
- организационную структуру;
- деятельность по планированию;
- распределение ответственности;
- процедуры, процессы и ресурсы для достижения целей;
- анализ результативности мероприятий по охране труда.

На рисунке 12 показан схема функционирования системы управления охраной труда в организации.



Рисунок 12 – Схема системы управления охраной труда

«Оперативный контроль осуществляется администрацией на всех уровнях ежедневно в масштабах руководимых ею подразделений. Особая роль при этом принадлежит мастерам и бригадирам, которые осуществляют контроль перед началом работы и на протяжении рабочего дня» [7].

4.2 Разработка процедуры производственного контроля на опасных производственных объектах

Согласно требованиям Федерального закона от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» «каждое предприятие (организация), эксплуатирующее опасные

производственные объекты (далее – ОПО), обязано осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности» [10].

Проведем разработку процедуры производственного контроля на опасном производственном объекте, которая регламентируется Федеральным законом от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изменениями на 29 июля 2018 года) [10] и Постановлением Правительства РФ от 10.03.1999 № 263 (ред. от 25.10.2019) «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте». Его содержание отображено в таблице 6.

Таблица 6 – Процедура производственного контроля на опасных производственных объектах

Действие	Ответственный/исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе
Разработка положения о производственном контроле	Руководитель организации / Управление промышленной безопасности	Нормативные и правовые документы в области обеспечения промышленной безопасности (регламентируется Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», Постановление Правительства РФ от 10.03.1999 № 263 «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной	Согласованное и утвержденное на всех уровнях положение о производственном контроле

Продолжение таблицы 6

Действие	Ответственный/ исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе
		<p>безопасности на опасном производственном объекте», Правила организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте) Требования безопасности к предприятиям, эксплуатирующим ОПО</p>	
<p>Обеспечение соблюдения требований промышленной безопасности</p>	<p>Руководитель организации / Управление промышленной безопасности / Руководители структурных подразделений, на которых эксплуатируются ОПО</p>	<p>Инструкции по эксплуатации ОПО, оборудования и устройств</p>	<p>Графики проведения осмотров и ремонтов ОПО, оборудования и устройств График проведения комплексных проверок</p>
<p>Анализ состояния промышленной безопасности, в том числе путем организации проведения соответствующих экспертиз</p>	<p>Руководитель организации / Управление промышленной безопасности / Руководители структурных подразделений, на которых эксплуатируются ОПО</p>	<p>Статистические сведения по авариям и инцидентам Акты проведения комплексных проверок и экспертиз</p>	<p>План мероприятий по обеспечению и контролю промышленной безопасности с учетом результатов проверок и карт специальной оценки условий труда</p>
<p>Разработка мер, направленных на улучшение состояния</p>	<p>Руководитель организации / Управление промышленной</p>	<p>Акты проведения комплексных проверок и экспертиз</p>	<p>Акт оценки состояния промышленной безопасности</p>

Продолжение таблицы 6

Действие	Ответственный/ исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе
промышленной безопасности и предотвращение ущерба окружающей среде	безопасности / Руководители структурных подразделений, на которых эксплуатируются ОПО		План мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду
Координация работ, направленных на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности к локализации аварий и ликвидации их последствий	Руководитель организации / Управление промышленной безопасности / Руководители структурных подразделений, на которых эксплуатируются ОПО	Статистические сведения по авариям и инцидентам Акты проведения комплексных проверок и экспертиз	План мероприятий по ликвидации и локализации последствий аварий на ОПО
Контроль за своевременным проведением необходимых испытаний и технических освидетельствований технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, ремонтом и поверкой контрольных средств измерений	Руководитель организации / Управление промышленной безопасности / Руководители структурных подразделений, на которых эксплуатируются ОПО	Графики проведения осмотров и ремонтов ОПО, оборудования и устройств	Акты проведения технических освидетельствований, ремонтов
Контроль за соблюдением технологической дисциплины	Руководитель организации / Управление промышленной безопасности / Руководители структурных	График проведения комплексных проверок	Акты проведения проверок рабочих мест

Продолжение таблицы 6

Действие	Ответственный/ исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе
	подразделений, на которых эксплуатируются ОПО		

При соблюдении всех требований промышленной безопасности и охраны труда возможно снизить риск возникновения аварийных ситуаций и несчастных случаев на производстве.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

5.1 Описание действующей системы управления экологической безопасностью на объекте

В ПАО «ТольяттиАзот» проводится активная работа по снижению количества выбросов в окружающую среду. «В 2019 году ТООЗ довольно существенно сократил выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, до 2,47 тыс. тонн, это на 60% ниже показателя, зафиксированного годом ранее (4,19 тыс. тонн). Объем фактических выбросов от разрешенного уровня снизился до 33%, тогда как в 2017 году он составлял 56%. Этот показатель для ТООЗа составляет 7430 тонн в год, его ежегодно определяет Управление Росприроднадзора по Самарской области» [1].

«В модернизации мощностей и проектировании новых объектов ТООЗ ориентируется на так называемые наилучшие доступные технологии, наши специалисты участвовали в разработке соответствующего справочника. Соответственно, выбираются наилучшие технологии, доступные на момент проектирования. Окупаемость внедрения технологий, направленных на улучшение экологической обстановки, стоит оценивать через косвенные факторы. Например, экономию ресурсов – как финансовых, например, на платежах за чрезмерные выбросы, так и природных, например, природного газа» [1].

«С 1 января 2019 года в рамках национального проекта «Экология» на законодательном уровне закреплён непрерывный автоматический контроль за вредными выбросами на предприятиях, относящихся к первой категории объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. «Тольяттиазот» станет первым предприятием в Тольятти, где будет внедрён подобный контроль.

Для контроля за качеством атмосферного воздуха ТООЗ использует собственную санитарно-промышленную лабораторию, которая ежедневно

проводит отбор проб воздуха на источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, в санитарно-защитной зоне предприятия и на производственной площадке. Контроль также ведется аккредитованной лабораторией ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений «по Приволжскому федеральному округу». Как уже упоминалось, в течение 2019 года было взято более 1800 проб воздушной среды. Превышений ни по одному контролируемому веществу не выявлено.

Заметное снижение воздействия на окружающую среду не ограничивается оборудованием, участвующим непосредственно в производстве. В последние годы ТООЗ инвестировал заметные средства в водоочистные сооружения. Комплекс биологических очистных сооружений (БОС) принимает стоки не только с промышленной площадки ТООЗа, но и обеспечивает канализацию вод от Комсомольского района города Тольятти и поселка Поволжский, а также Северного промузла, где сосредоточены другие химические предприятия города. На БОС была внедрена установка по ультрафиолетовому обеззараживанию, тогда как ранее при обезвреживании использовался газообразный хлор, что было небезопасно. После обработки очищенные стоки транспортируются по двум коллекторам в Волгу, как и стоки с других очистных сооружений Тольятти» [1].

Однако на этом модернизация БОС не заканчивается. В ближайшие годы еще около пяти миллиардов рублей получат очистные сооружения, и этот проект для ТООЗа приоритетный» [1]. «Первой целью дальнейших работ является улучшение качества воды после очистки, второй – внедрение технологий, позволяющих при необходимости переходить на замкнутый цикл водооборота на предприятии. Уже опробована пилотная установка, протестирована технология очистки, идет расчет технико-экономического обоснования проекта» [1].

5.2 Идентификация экологических аспектов в соответствии с характером деятельности объекта

Технологический процесс производства аммиака сопровождается периодическими и постоянными выбросами газов в атмосферу, также эти сбросы могут быть вызваны нарушением технологического режима работы. «Постоянно в атмосферу сбрасывают дымовые газы из трубчатой печи, подогревателя природного газа, а также через факельные установки.

На сжигание в факельную установку направляются газы, сбрасываемые при пуске агрегата и при нарушениях технологического процесса. Постоянно сбрасывают в атмосферу диоксид углерода, а также газы из предохранительных клапанов» [2].

«Высоту труб для сброса дымовых газов и углекислого газа определяют на основании допустимого содержания компонентов в приземном слое населённого пункта, расположенного вблизи завода. Минимальная величина санитарно-защитной зоны от аммиачного производства составляет 1000м.

В аварийных случаях, а также в пусконаладочный период сбросы газов из отделений сероочистки, конверсии метана и оксида углерода, очистки газа от CO_2 , компрессии, из агрегата метанирования сжигают на факельной установке.

Для предотвращения замерзания трубопроводы снабжены паровыми спутниками. При нормальной работе в агрегатах производства аммиака постоянно сбрасывается газовый конденсат. Сброс (в количестве $65\text{м}^3/\text{ч}$) осуществляют в химически загрязнённые стоки из бака отработанного газового конденсата через гидрозатвор.

В период пуско-наладочных работ сбрасывают химически загрязнённые вод, образующиеся при промывке системы парообразования и очистки газа от диоксида углерода, отработанную воду после сепаратора факельной установки, конденсата образующегося при восстановлении

низкотемпературного катализатора конверсии углерода. Все эти сбросы сначала поступают в накопители, а потом их сбрасывают на очистные сооружения» [2]. В таблице 7 приведены сведения выбрасываемых газов от производства.

«Предприятие работает в соответствии с нормативными документами, утвержденными согласно природоохранному законодательству. Еще на этапе строительства «Тольяттиазот» учитывалось, что в Тольятти уже было достаточное количество крупных промышленных предприятий. Поэтому производственный комплекс «Тольяттиазот» был вынесен за черту города, он находится на расстоянии 12 км от ближайших жилых массивов. При проектировке его расположения учитывалась также роза ветров. Благодаря этому работа предприятия не оказывает негативного воздействия на атмосферу Тольятти» [2].

Системная работа по снижению воздействия на окружающую природную среду «на «Тольяттиазот» ведётся в двух направлениях:

- разработка и внедрение новейших технологий, которые соответствуют самым современным экологическим стандартам;
- модернизация имеющегося технологического оборудования на действующих производствах.

Например, внедрение двух установок итальянской фирмы «Монсанто» по выделению водорода из продувочных газов, которые раньше сжигались на факеле, позволяют вторично использовать его в качестве сырьевого компонента на узле синтеза аммиака.

За соблюдением экологических нормативов следят санитарно-промышленная лаборатория и лаборатория биологических очистных сооружений. Для мониторинга атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне предприятия и на промышленной площадке была приобретена современная передвижная экологическая автоматизированная лаборатория, которая прошла аккредитацию Госстандарта и соответствует требованиям Росгидромета» [1].

Таблица 7 – Выбросы газов в атмосферу

Место выброса и число одновременных выбросов	Продолжительность и частота выбросов	Состав выбрасываемых газов, % (об)	Количество вредного вещества, г/с	Высота источника выброса, м	Средняя скорость выхода газовой смеси, м/с	Диаметр устья источника выброса, м	Объем газовой смеси от одного источника, м ³ /ч	Температура газ.воздушной смеси, °С
Дымовая труба после трубчатой печи	Постоянно	CO ₂ – 7,9 N ₂ +Ar – 71,1 H ₂ O – 18,5 O ₂ – 2,5 SO ₂ – 3,71	1,05 17	40	13,5	4	170	200
Дымовая труба после огневого подогревателя природного газа	Постоянно	CO ₂ – 98,9 N ₂ +Ar – 70,7 H ₂ O – 16,3 O ₂ – 7,5 SO ₂ – 3,06	0,035 0,75	33,35	6	1,27	7,5	250

Продолжение таблицы 7

Место выброса и число одновременных выбросов	Продолжительность и частота выбросов	Состав выбрасываемых газов, % (об)	Количество вредного вещества, г/с	Высота источника выброса, м	Средняя скорость выхода газовой смеси, м/с	Диаметр устья источника выброса, м	Объем газовой смеси от одного источника, м ³ /ч	Температура газ.воздушной смеси, °С
Выхлопная труба для выброса CO ₂ , после агрегата МЭА – очистки	Периодически или постоянно	CO ₂ – 98,9 H ₂ – 1,19 CO – 0,1 H ₂ S до 5 Следы МЭА до 1		60	33	0,7	13	45

«Основа измерительного комплекса – высокочувствительный инфракрасный спектрометр-интерферометр MB-100 фирмы «BOMEM», управляемый компьютером, который может автоматически определять состав атмосферного воздуха по 20-ти ингредиентам каждые 2– 4 минуты, что в 100– 500 раз быстрее традиционных методов замера состава атмосферного воздуха. По просьбам экологической службы мэрии лаборатория «Тольяттиазот» часто привлекается для проведения замеров в различных районах города.

Углекислый газ не является загрязняющим веществом, но участвует в создании парникового эффекта. На «Тольяттиазот» используют этот отход производства аммиака в синтезе карбамида, производят жидкую и твердую углекислоту. Благодаря вторичному использованию углекислого газа в производстве, он не выбрасывается в атмосферу.

Предприятие имеет собственные биологические очистные сооружения (БОС), на которых проходят очистку не только сточные воды предприятия, но и сточные воды Комсомольского района города и стоки пос. Поволжский. Но, прежде чем попасть на БОС, сточные воды предприятия подвергаются предварительной очистке на 9-ти локальных установках, имеющих во всех основных цехах предприятия и смешению на узле контроля и подготовки сточных вод. Сточные воды после биологической очистки на очистных сооружениях «Тольяттиазот» относятся к категории «нормативно очищенные». В Самарской области только двое биологических очистных сооружений обеспечивают такую степень очистки сточных вод.

Для совершенствования системы обеззараживания очищенных сточных вод на очистных сооружениях была введена в эксплуатацию современная станция ультрафиолетового обеззараживания, что позволило исключить дозировку хлора для дезинфекции стоков. В настоящее время «Тольяттиазот» реализует проект по модернизации очистных сооружений, чтобы возвращать до трети стоков в производство, сократив тем самым потребление речной воды» [1].

Проведем разработку экологических аспектов на основании нормативных документов [17] – [19]. Экологические аспекты при производстве аммиака отражены в таблице 8.

Таблица 8 – Экологические аспекты при производстве аммиака

Наименование экологического аспекта	Источник экологического аспекта	Воздействие на окружающую среду
Механическое загрязнение	Образование мусора от производственных и офисных помещений, смет с территории	Загрязнение почвы образующимися отходами деятельности предприятия
Химическое загрязнение	Производственное оборудование	Загрязнение атмосферного воздуха Загрязнение водоемов сточными водами
Тепловое загрязнение	Факельные установки	Загрязнение атмосферного воздуха Повышение температуры окружающего воздуха
Шумовое загрязнение	Производственное оборудование	Шумовое загрязнение окружающей среды

ПАО «Тольяттиазот» ведет политику по снижению негативного воздействия на окружающую среду путем модернизации существующего оборудования, замены устаревших узлов и агрегатов и применении новых техник и технологий.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

6.1 Разработка плана мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности в организации

План мероприятий [20] по обеспечению пожарной безопасности производства аммиака приведен в таблице 9.

Таблица 9 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности производства аммиака

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения мероприятия	Отметка о выполнении
Цех производства аммиака	Модернизация противопожарной защиты производства аммиака с использованием ИСО «Орион»	Своевременная организация локализации и ликвидации возгораний, эвакуация персонала	31.12.2020	Управление промышленной безопасности Бухгалтерия	

На основании предложенного усовершенствования систем обеспечения пожарной безопасности при производстве аммиака проведем экономические расчеты.

6.2 Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара в организации

Данные для проведения расчетов представлены в таблицах 10 и 11.

Таблица 10 – Смета затрат

Статьи затрат	Сумма, руб.
Строительно-монтажные работы	112 600
Стоимость оборудования	1 855 000
Итого:	1 967 600

Таблица 11 – Исходные данные для расчетов

Наименование показателя	Ед. измер.	Усл. обоз.	Базовый вариант	Проектный вариант
Общая площадь	м ²	F	1520	
Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов	Руб/м ²	C _т	825000	
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м ²	C _к	12000	11500
Вероятность возникновения пожара	1/м ² в год	J	3,1×10 ⁻⁶	
Площадь пожара на время тушения первичными средствами	м ²	F _{пож}	3	
Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения	м ²	F [*] _{пож}	-	2,5
Вероятность тушения пожара первичными средствами	-	p ₁	0,79	
Вероятность тушения пожара привозными средствами	-	p ₂	0,86	
Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения	-	p ₃	0,95	
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	-	-	0,52	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	-	к	1,63	
Линейная скорость распространения горения по поверхности	м/мин	v _л	0,5	
Время свободного горения	мин	V _{свг}	10	
Стоимость оборудования	Руб.	К	-	185500

Продолжение таблицы 11

Наименование показателя	Ед. измер.	Усл. обоз.	Базовый вариант	Проектный вариант
Норма амортизационных отчислений	%	Нам	-	1
Суммарный годовой расход	т	Wов	-	60
Оптовая цена огнетушащего вещества	Руб.	Цов	-	1000
Коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов	-	ктзср	-	1,3
Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии	Руб.	Цэл	-	0,8
Годовой фонд времени работы установленной мощности	ч	Тр	-	0,84
Установленная электрическая мощность	кВт	N	-	0,12
Коэффициент использования установленной мощности	-	ким	-	30

6.3 Определение интегрального эффекта от противопожарных мероприятий

Площадь пожара:

$$F_{\text{пож}} = \pi(v_{\text{л}} \times v_{\text{св.г}})^2 = 3,14(0,5 \times 10)^2 = 78,5 \text{ м}^2 \quad (1)$$

Материальные годовые потери для варианта 1:

$$M(\Pi_1) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3), \quad (2)$$

$$M(\Pi_1) = J \times F \times C_{\text{T}} \times F_{\text{пож}} \times (1 + k) \times p_1; \quad (3)$$

$$M(\Pi_2) = J \times F \times (C_{\text{T}} \times F'_{\text{пож}} + C_{\text{к}}) \times 0,52 \times (1 + k) \times (1 - p_1) \times p_2; \quad (4)$$

$$M(\Pi_1) = 3,1 \times 10^{-6} \times 1520 \times 825000 \times 3 (1 + 1,63) 0,79 = 24230 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 3,1 \times 10^{-6} \times 1520 \times (825000 \times 78,5 + 12000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) 0,86 = 75385,22 \text{ руб./год}.$$

Материальные годовые потери для варианта 2:

$$M(\Pi_1) = M(\Pi_1) + M(\Pi_3), \quad (5)$$

$$M(\Pi_1) = J \times F \times C_T \times F_{\text{пож}} \times (1 + k) \times p_1; \quad (6)$$

$$M(\Pi_2) = J \times F \times C_T \times F'_{\text{пож}} \times (1 + k) \times (1 - p_1) \times p_3; \quad (7)$$

$M(\Pi_1) = 3,1 \times 10^{-6} \times 1520 \times 825000 \times 3 (1 + 1,63) 0,79 = 24230,55$
руб./год;

$M(\Pi_3) = 3,1 \times 10^{-6} \times 1520 \times 2,5 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,95 = 6180,79$
руб/год.

Общие ожидаемые годовые потери при рабочем состоянии системы автоматической пожарной сигнализации:

$$M(\Pi)1 = 24230 + 75385,22 = 99615,22 \text{ руб./год};$$

- при оборудовании объекта системой ПАК:

$$M(\Pi)2 = 24230,55 + 6180,79 = 30411,34 \text{ руб./год.}$$

Интегральный экономический эффект:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+HД)^t} - (K_2 - K_1), \quad (8)$$

Эксплуатационные расходы:

$$C_2 = C_{\text{ам}} + C_{\text{к.р}} + C_{\text{т.р}} + C_{\text{с.о.п}} + C_{\text{о.в}} + C_{\text{эл}}, \quad (9)$$

$$C_2 = 1855 + 78\,000 + 24,19 = 79879,19 \text{ руб.}$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$C_{\text{ам}} = K_2 \times H_{\text{ам}}/100, \quad (10)$$

$$C_{ам} = 185500 \times 1\%/100 = 1\,855 \text{ руб.}$$

Затраты на огнетушащее вещество:

$$C_{о.в} = W_{о.в} \times \Pi_{о.в} \times k_{гр.з.с}, \quad (11)$$

$$C_{о.в} = 60 \times 1000 \times 1,3 = 78\,000 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию:

$$C_{эл} = \Pi_{эл} \times N \times T_p \times k_{и.м}, \quad (12)$$

$$C_{эл} = 0,8 \times 0,12 \times 0,84 \times 30 = 24,19 \text{ руб.}$$

В таблице 12 приведены сведения по распределению денежных потоков.

Таблица 12 - Распределение денежных потоков

Год осуществления проекта Т	M(Π)1- M(Π)2	C_2-C_1	Д	$[M(Π1)-M(Π2)-(C_2-C_1)]/Д$	K_2-K_1	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта
1	69203,88	79879,19	0,91	9714,532	185 500	-175785,47
2	69203,88	79879,19	0,83	8860,507	-	8860,507
3	69203,88	79879,19	0,75	8006,483	-	8006,483
4	69203,88	79879,19	0,68	7259,211	-	7259,211
5	69203,88	79879,19	0,62	6618,692	-	6618,692
6	69203,88	79879,19	0,56	5978,174	-	5978,174
7	69203,88	79879,19	0,51	5444,408	-	5444,408
8	69203,88	79879,19	0,47	5017,396	-	5017,396
9	69203,88	79879,19	0,42	4483,63	-	4483,63
10	69203,88	79879,19	0,39	4163,371	-	4163,371
11	69203,88	79879,19	0,35	3736,359	-	3736,359
12	69203,88	79879,19	0,32	3416,099	-	3416,099
13	69203,88	79879,19	0,29	3095,84	-	3095,84
14	69203,88	79879,19	0,26	2775,581	-	2775,581
15	69203,88	79879,19	0,24	2562,074	-	2562,074
16	69203,88	79879,19	0,22	2348,568	-	2348,568
17	69203,88	79879,19	0,20	2135,062	-	2135,062

Продолжение таблицы 12

Год осуществления проекта Т	$M(\Pi)1 - M(\Pi)2$	$C_2 - C_1$	D	$[M(\Pi 1) - M(\Pi 2) - (C_2 - C_1)]D$	$K_2 - K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта
18	69203,88	79879,19	0,18	1921,556	-	1921,556
19	69203,88	79879,19	0,16	1708,05	-	1708,05
20	69203,88	79879,19	0,15	1601,297	-	1601,297

Интегральный экономический эффект составит 213506,20 руб. Модернизация противопожарной защиты производства аммиака с использованием ИСО «Орион» является эффективной.

Заключение

В работе проведено изучение технологического процесса производства аммиака в ПАО «ТольяттиАзот». Дано описание оборудования и цеховых помещений.

Проведен анализ пожарной безопасности цеха по производству аммиака. Приведены сведения по возможных аварийным ситуациям на производстве, а также действия персонала по локализации, ликвидации и эвакуации.

Предложено произвести модернизацию противопожарной защиты производства аммиака с использованием ИСО «Орион», которая позволит оперативно автоматизировано вызывать службы по локализации и ликвидации пожара или последствий взрыва, обеспечит постоянный контроль технологического процесса, позволит быстро производить эвакуацию персонала.

В разделе «Охрана труда» представлена система управления охраной труда на предприятии, а также разработана процедура проведения производственного контроля на опасных производственных объектах.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» приведены сведения по загрязнителям окружающего воздуха при производстве аммиака и описаны реализуемые действия руководства организации для снижения негативного воздействия деятельности на окружающую среду.

Для оценки экономической эффективности предлагаемого внедрения проведен расчет, результаты которого указывают, что модернизация противопожарной защиты производства аммиака с использованием ИСО «Орион» является целесообразной.

Список используемых источников

1. Официальный сайт ПАО «ТольяттиАзот». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.toaz.ru/> (дата обращения 13.02.2020 года).
2. ТК. 12.06-2010 Технологическая карта расположения оборудования в цехе по производству аммиака ООО «Тольяттикаучук».
3. Технология производства аммиака. [Электронный ресурс]. URL: http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=4156 (дата обращения 25.02.2020 года).
4. Противопожарное водоснабжение промышленных предприятий [Электронный ресурс]. URL: <http://trudova-ohrana.ru/protivopogarnay-bezopasnost/ognegasitelnye-sredstva/89-protivipogarnoe-vodosnabgenie.html> (дата обращения 25.02.2020 года).
5. СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. [Электронный ресурс]. URL: http://rba.okrlib.ru/files/rba_dok/sp_201_13130_2009.pdf (дата обращения 10.03.2020 года).
6. Интегрированная система охраны «Орион» [Электронный ресурс]. URL: <https://bolid.ru/production/orion/> (дата обращения 01.04.2020 года).
7. ГОСТ 12.0.230.1-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Руководство по применению ГОСТ 12.0.230-2007. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136073> (дата обращения 15.04.2020 года).
8. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями на 29 июля 2018 года). [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9046058> (дата обращения 20.04.2020 года).
9. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и

нефтеперерабатывающих производств». [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 марта 2013 года №96. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499013213> (дата обращения 21.04.2020 года).

10. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением №1). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения 22.04.2020 года).

11. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). [Электронный ресурс]: Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 08 июля 2002 г. №204. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003114> (дата обращения 22.04.2020 года).

12. Об утверждении норм пожарной безопасности «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией [Электронный ресурс]: Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 18 июня 2003 года №315. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901866575> (дата обращения 25.04.2020 года).

13. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 (с Изменениями N 1, 2). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200085105> (дата обращения 28.04.2020 года).

14. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений (с Изменениями N 1, 2). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/871001022> (дата обращения 01.05.2020 года).

15. ГОСТ Р 57678-2017 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200146986> (дата обращения 03.05.2020 года).

16. Об охране окружающей среды. [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 27.12.2019). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/f98b32f1f66aaef9b2b0c40af149b5aa72f32ff4/ (дата обращения 03.05.2020 года).

17. ГОСТ 30772-2001. Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200028831> (дата обращения 03.05.2020 года).

18. ГОСТ Р ИСО 14050-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент окружающей среды. Словарь. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200081854> (дата обращения 03.05.2020 года).

19. ГОСТ Р ИСО 14004-2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы экологического менеджмента. Общие руководящие указания по внедрению. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200146250/> (дата обращения 03.05.2020 года).

20. Фрезе Т.Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: учебно-методическое пособие по выполнению раздела выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы)/ Фрезе Т.Ю. – Тольятти: ТГУ, 2019. – 60 с.