

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



Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Исследование и оценка риска возникновения аварийных ситуаций в цехе №41 ООО «Юргинский машзавод»	

УДК 614.8:621.006

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г20	Сафронова Александра Борисовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Филонов А.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2016 г.

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

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

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



Юргинский технологический институт
 Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
17Г20	Сафроновой Александре Борисовне

Тема работы:

Исследование и оценка риска возникновения аварийных ситуаций в цехе №41 ООО «Юргинский машзавод»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 28/с

Срок сдачи студентами выполненной работы:	10.06.2016 г.
---	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1 Объект исследования – цех № 41 ООО «Юргинский машзавод», Кемеровская обл., г. Юрга. 2 Краткая характеристика предприятия. 3 Нормативно-правовая база предприятия.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Аналитический обзор проблемы возникновения аварийных ситуаций на машиностроительных предприятиях. 2 Характеристика объекта исследования. 3 Построение сценариев развития аварийных ситуаций с указанием основных причин их возникновения на предприятиях,

	производящих и эксплуатирующих грузоподъемное оборудование. 4 Оценка рисков возникновения аварийных ситуаций объекта исследования. 5 Расчет вероятных зон действия поражающих факторов. 6 Предложения по реализации мер, направленных на уменьшение риска аварий.
Перечень графического материала	1 Общий план цеха № 41 ООО «Юргинский машзавод». 2 Ситуационный план возможных аварийных ситуаций. 3 «Дерево событий» развития аварийных ситуаций. 4 «Дерево отказов» в результате аварийной ситуации.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Филонов Александр Владимирович

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		10.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г20	Сафронова Александра Борисовна		10.02.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа 84 страницы, 11 рисунков, 3 таблицы, 50 источников.

Ключевые слова: ОПАСНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ, АВАРИЙНАЯ СИТУАЦИЯ, ГАЗОВАЯ РЕЗКА, АЦЕТИЛЕН, ИЗБЫТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ, ВЗРЫВ, ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ МЕМБРАНА.

Объектом исследования является участок газовой резки расположенный в сварочном пролете цеха № 41 ООО «Юргинский машзавод».

Цель работы – Идентификация опасностей при работе цеха № 41 ООО «Юргинский машзавод» и разработка инженерно-технических мероприятий для снижения риска возникновения аварий.

В процессе исследования были выявлены основные виды опасностей, которые могут привести к возникновению аварийной ситуации на территории всего цеха, проводилась оценка риска возникновения аварийной ситуации при газовой резке, определена зона поражения при возможном возникновении аварии.

В результате исследования было предложено инженерное решение, способное снизить риск возникновения аварийной ситуации во время работы. Разработано переходное устройство трубчатого типа, с установленной на нем предохранительной разрывной мембраной.

Область применения: Взрывопожаробезопасность.

Экономическая эффективность и значимость работы высокая.

В будущем планируется продолжить детальную разработку с последующим внедрением.

ВКР оформлена в текстовом редакторе MW 7,0 и представлена в распечатанном виде формата A4.

Abstract

Graduation work contains 84 pages, 11 drawings, 3 tables, 50 sources.

Keywords: HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES, EMERGENCY SITUATION, GAS CUTTING, ACETYLENE, OVERPRESSURE, EXPLOSION, SAFETY DIAPHRAGM.

The object of the research is gas cutting station located in the welding bay of shop № 41 at «Yurga Machine-Building Plant».

The purpose of the research is to identification of hazards in the work shop № 41 at «Yurga Machine-Building Plant» and design of engineering-technical measures to reduce the risk of accidents.

The study identified the main hazards that can lead to emergency situations in the entire shop area, assessed emergency risks which are caused by gas cutting, defined the area exposed to potential accidents.

The study proposed an engineering solution that can reduce the risk of an accident at work. An adaptor tube-type device with a safety bursting disc was developed.

Application area: explosion and fire safety.

The work has high cost-effectiveness and significance.

In the future it is planned to continue the detailed design followed by implementation.

The graduation work is performed in text editor MW 7.0 and presented in printed form A4.

Определения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности. Система стандартов безопасности труда.

ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Система стандартов безопасности труда.

СанПиН 2.2.4.548.96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23- 05-95.

СП 2.2.2.1327-03 Гигиена труда. Технологические процессы, материалы и оборудование, рабочий инструмент. Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

редуктор: Устройство, предназначенное для регулируемого понижения величины давления кислорода и газа, до его рабочего значения, а также автоматического поддержания такого давления постоянным.

обечайка: Открытый цилиндрический элемент, используемый в изготовлении сварных сосудов.

резак: Аппарат для резки металла с помощью нагревания до высоких температур.

мембрана: Устройство, обеспечивающее необходимый сброс массы парогазовой смеси при определенном давлении срабатывания.

сопло: Коническая насадка на конце трубки для регулирования выходящей струи жидкости или газа.

В работе использовались следующие сокращения:

ОПО – опасный производственный объект;

ГГ – горючий газ;

ОКБ – особое конструкторское бюро;

ИТР – инженерно-технический работник;

ПДБ – планово-диспетчерское бюро;

ОПФ – основные производственные фонды;

КЭС – коммунально-энергетические сети;

ПДК – предельно допустимая концентрация.

Оглавление

Введение	11
1 Аналитический обзор проблемы возникновения аварийных ситуаций на машиностроительных предприятиях	14
2 Объект и методы исследования	27
2.1 Краткая характеристика предприятия ООО «Юргинский машиностроительный завод»	27
2.2 Характеристика цеха № 41 ООО «Юргинский машиностроительный завод»	28
2.2.1 Схема управления цехом и краткая характеристика основных служб	31
2.2.2 Режим работы и состав работающего персонала цеха № 41	32
2.2.3 Геометрические параметры цеха № 41	33
2.3 Участок сварки и газовой резки	34
2.4 Методы исследования	36
3 Расчеты и аналитика	41
3.1 Построение «Дерева событий» и «Дерева отказа»	43
3.2 Определение режима взрывного превращения облака газопаровоздушной смеси в пространстве	44
3.3 Расчет избыточного давления взрыва газопаровоздушной смеси в помещении	45
3.4 Расчет тротилового эквивалента взрыва	48
3.5 Расчет радиуса зоны разрушений	49
4 Разработка мероприятий по снижению риска возникновения аварийной ситуации	51
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	57

5.1 Оценка прямого ущерба	58
5.1.1 Ущерб основных производственных фондов	58
5.1.2 Ущерб оборотных средств	60
5.2 Оценка косвенного ущерба	61
5.2.1 Необходимые средства для ликвидации ЧС	62
5.2.2 Затраты на восстановление производства	63
6 Социальная ответственность	65
6.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды	65
6.1.1 Воздух рабочей зоны	65
6.1.2 Шум	67
6.1.3 Параметры микроклимата	68
6.1.4 Освещение	68
6.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды	69
6.3 Охрана окружающей среды	70
6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях	71
6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
Заключение	74
Список публикаций	77
Список использованных источников	79

Введение

Обеспечение безопасности на опасном производственном объекте в машиностроительном производстве является важной задачей каждого предприятия. Необходимо учитывать все возможные риски возникновения аварийной ситуации, которые могут привести к человеческим травмам, к временной или полной потере работоспособности, а также повлечь за собой человеческие жертвы, значительный материальный и финансовый ущерб.

Из всего многообразия технологических процессов на машиностроительном производстве, имеет место процесс, связанный с эксплуатацией оборудования, работающего под давлением.

Каждый год в России происходят аварии, связанные с эксплуатацией оборудования работающего под давлением. Разгерметизация такого оборудования может привести к взрыву, что чревато образованием вторичных поражающих факторов ударного и термического воздействия, таких как образование обрушение зданий и сооружений, осколки, возникновение пожара. Всё это способно вызвать катастрофические последствия.

Все вышеперечисленное говорит о том, что проблема безопасности всегда являлась и является актуальной темой для обсуждения. Деятельность по повышению безопасности в производственной среде на сегодняшний день является необходимой, а полученный вклад неоценим. Наиболее распространенными причинами многих несчастных случаев на производстве являются: незнание правил охраны труда или нарушение правил безопасности в организации работ.

По статистике, около 10 % случившихся аварий на производстве связаны с конструкторскими, управленческими и инженерными ошибками, оставшиеся 90 % приходятся на долю ошибок людей, деятельность которых непосредственно связана с повышенным риском на производстве.

Следовательно, наиболее опасным, а значит, наименее надежным звеном в цепи производственного процесса является человек и его действия или бездействие, так называемый «человеческий фактор».

Увеличение уровня безопасности на производстве будет достигаться при соблюдении норм и правил в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под давлением.

Настоящие Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности разработаны в соответствии с Федеральным законом от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», и направлены на обеспечение предупреждения инцидентов, аварий, промышленной безопасности, производственного травматизма на объектах, которые используют оборудование, работающее под избыточным давлением.

Надзор и контроль за соблюдением промышленной безопасности осуществляется Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, основными функциями которой являются:

- выработка и реализация государственной политики и нормативно-правовое регулированию в установленной сфере деятельности, а также в сфере технологического и атомного надзора,
- контроль и надзор в сфере промышленной безопасности, безопасного ведения работ, безопасности при использовании атомной энергии, безопасности электрических и тепловых установок и сетей, безопасности гидротехнических сооружений, безопасности производства, хранения и применения взрывчатых материалов промышленного назначения,
- специальные функции в области государственной безопасности в указанной сфере.

Для повышения уровня безопасности на производстве, при эксплуатации оборудования работающего под давлением, следует провести анализ опасностей и разработать рекомендации по улучшению уровня безопасности, обеспечивающие снижение возникновения аварийных ситуаций.

Объектом исследования данной работы является цех № 41 ООО «Юргинский машзавод», а конкретно, сварочный участок, на котором при работе используется оборудование, работающее под давлением.

Цель работы – Идентификация опасностей при работе цеха № 41 ООО «Юргинский машзавод» и разработка инженерно-технических мероприятий для снижения риска возникновения аварий.

В соответствие с целью, поставлены следующие задачи:

- Построение сценария развития аварийной ситуации с указанием основных причин ее возникновения;
- Оценка риска возникновения аварийной ситуации путем построения «Дерева событий» и «Дерева отказов»;
- Расчет вероятных зон действия поражающих факторов;
- Предложение мер, направленных на уменьшение риска аварии.

По результатам проведенной работы должно быть предложено инженерно-техническое решение, внедрение которого в практику позволит существенно улучшить ситуацию с обеспечением безопасности на производстве, в результате уменьшения риска возникновения аварии как на предприятии ООО «Юргинский машзавод», так и на любом другом производстве.

1 Аналитический обзор проблемы возникновения аварийных ситуаций на машиностроительных предприятиях

Машиностроение является одной из важнейших отраслей обрабатывающей промышленности. Она отражает уровень научно-технического прогресса и обороноспособности страны. Задачей машиностроения является производство машин, станков, различные приборы, разнообразные механизмы промышленного, бытового и военного назначения [1].

Машиностроительное предприятие представляет собой комплекс различных, связанных между собой производственных подразделений – цехов, участков, обслуживающих хозяйств. Все цехи и хозяйства машиностроительного предприятия выполняют определенные функции; их деятельность направлена на выполнение конечной цели – выпуск готовой продукции [2].

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», к категории опасных производственных объектов относятся те, на которых:

- получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества: воспламеняющиеся газы; окисляющие вещества; горючие вещества; взрывчатые вещества; токсичные вещества; высокотоксичные вещества; вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды в количествах, превышающих нормы, установленные этим законом;
- используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С;
- используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры;

- получают расплавы черных и цветных металлов и сплавы на их основе;
- ведутся горные выработки по обогащению полезных ископаемых и работы в подземных условиях [3].

Наиболее вероятным проявлением риска на производстве является возникновение аварийной ситуации. Данная ситуация может произойти в результате событий различного характера:

- природного характера – ураганы, оползни, наводнение, удар молнией, землетрясение и другие причины, повлекшие за собой возникновение нежелательных ситуаций;
- техногенного характера – износ зданий, сооружений, машин и оборудования, ошибки при проектировании или монтаже, злоумышленные действия, ошибки персонала.

Последствиями этих событий будут являться:

- возникновение пожара;
- взрыв;
- нанесение ущерба окружающей среде;
- нанесение вреда персоналу;
- нанесение вреда третьим лицам;
- экономический ущерб;
- поломка механизмов и оборудования;
- снижение производства продукции и остановка производства [4].

При оценке риска нужно уделять большое внимание наиболее вероятным причинам возникновения аварийной ситуации на предприятии.

По полученным результатам, можно будет сделать вывод о том, насколько этот риск приемлем или неприемлем. Но в любом случае, должны проводиться организационно-технические мероприятия, направленные на снижение уровня риска и уменьшение размеров ущерба, полученных при той или иной аварийной ситуации на производстве.

Рассматривая вопрос производственного травматизма и профессиональных заболеваний, требуется уделять большое внимание причинам этих явлений, проводя расследование и анализ случаев, повлекших за собой травмы и профзаболевания работников производства.

В настоящее время все сильнее возрастает актуальность вопроса безопасности жизни людей. В мире, который определяется высокой динамикой изменений, сложными социальными, политическими и экономическими отношениями, усиливается нестабильность, неопределенность, расширяется круг рисков и масштабы угроз. Особое значение среди них имеют социальные и профессиональные риски, которые связаны с безопасностью и гигиеной труда, нежелательными событиями, а также неблагоприятными условиями труда на рабочих местах работников производства.

Производственная среда – это часть среды обитания человека, включающая природно-климатические факторы и факторы, связанные с профессиональной деятельностью, такие как вибрация, токсичные газы, шум. Существуют опасные факторы, которые способны при определенных характерных условиях привести к резкому нарушению здоровья и гибели людей, а также вредные факторы, которые отрицательно влияют на работоспособность работников, и могут повлечь за собой возникновение профессиональных заболеваний и других неблагоприятных последствий. Помимо негативных воздействий связанных с техническими устройствами, на уровень травматизма также влияют психофизическое состояние и действия работников [5].

Во многих городах России сосредоточено большое количество производств. Металлургическое, химическое, нефтеперерабатывающее, объекты энергетики, машиностроительные предприятия, и многие другие, которые являются неотъемлемой частью мощных выбросов в окружающую среду отходов, что в свою очередь является экологически опасным фактором, как для природной среды, так и для людей.

Существуют основные проблемы и факторы риска в области безопасности: низкий уровень производственной и технологической дисциплины; нехватка квалифицированных специалистов, низкий уровень подготовки специалистов и персонала; недостаточный уровень знаний требований безопасности; высокая степень износа основных производственных фондов.

Следствием возникновения травматизма и профессиональных заболеваний в данной области являются множество причин, такие как:

- Организационные причины – невыполнение или некачественное проведение обучения работников предприятия по вопросам охраны труда, отсутствие контроля за соблюдением требований безопасности; невыполнение мероприятий по охране труда, нарушение технологических регламентов, правил эксплуатации оборудования, инструмента, транспортных средств, нарушение правил и норм проведения планово-предупредительного ремонта оборудования; использование рабочего оборудования, инструмента и механизма не по назначению.

- Технические причины – неисправность, повреждение, нарушение нормального функционирования производственного оборудования, механизмов, инструмента; конструктивные недостатки оборудования, несовершенство технологических процессов.

- Санитарно-гигиенические причины – повышенное содержание в воздухе рабочих зон вредных веществ, недостаточное или нерациональное освещение; повышенный уровень шума, вибрации; высокая запыленность воздуха; неудовлетворительные микроклиматические условия.

- Психофизиологические причины – ошибочные действия вследствие усталости работника из-за чрезмерной тяжести и напряженности работы; монотонность труда; болезненное состояние работника; неосторожность; недовольство работой; неблагоприятная обстановка в коллективе [6].

Все аварийные ситуации, несчастные случаи, произошедшие на производстве, повлекшие за собой травмы и заболевания, случившиеся в

течение рабочего времени, включая сверхурочное время, подлежат анализу, расследованию и учету, разрабатываются мероприятия направленные на улучшение условий труда, на уменьшение причин, приведших к травме и способы их ликвидации. Анализ производственного травматизма и профессиональных заболеваний позволяет определить причины и выявить закономерности их возникновения.

Если в результате расследования было установлено, что несчастный случай произошел при самовольном использовании механизмов, транспортных средств, инструментов, оборудования принадлежащих предприятию, а также при изготовлении в личных целях каких-либо предметов; при хищении материальных ценностей; в результате алкогольного опьянения или используемыми на производстве техническими спиртами, наркотическими или иными веществами, то данный несчастный случай может быть признан как случай, не связанный производством. Все несчастные случаи оформляются актом по установленной форме [7].

Среди большого количества машин и устройств различного назначения на опасных производственных объектах выделяется особая группа машин, квалифицируемых как подъемные сооружения. Это грузоподъемные краны, лифты, эскалаторы, канатные дороги, фуникулёры, подъемники и другие. А также сооружения, обеспечивающие их эксплуатацию, такие как крановые пути, эстакады и т.д. Данные сооружения можно отнести к отдельной группе причин, которые могут привести к аварийной ситуации. Особенностью подъемных сооружений является подъем и перемещение грузов на высоте, транспортирование людей. Эксплуатация подъемных сооружений всегда являлась потенциально опасной, как для эксплуатирующего персонала, для пассажиров так и для посторонних случайно находящихся рядом, так называемых третьих лиц.

Согласно данным Ростехнадзора за последние десять лет, динамика смертельного травматизма при эксплуатации подъемных сооружений снизилась, но незначительно (рис. 1.1).

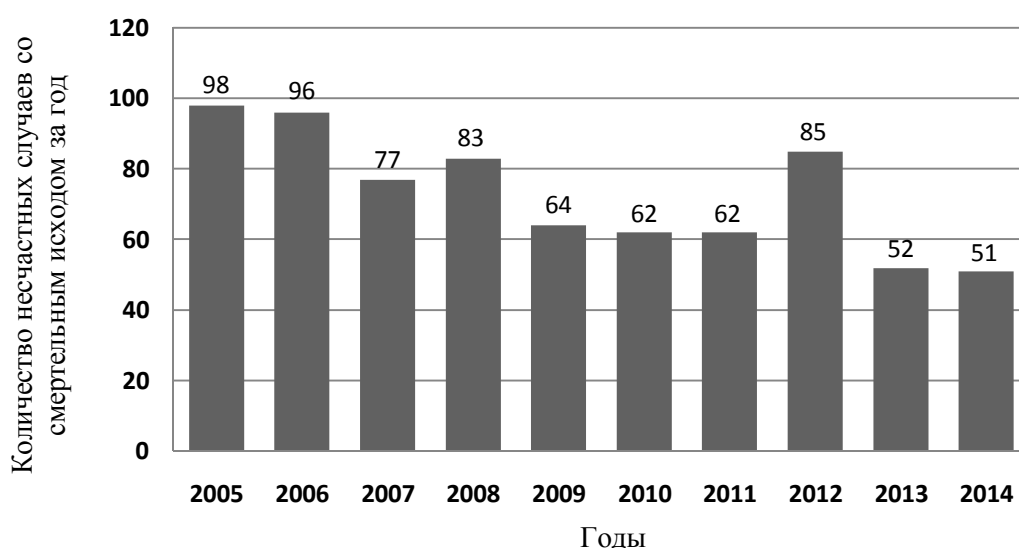


Рисунок 1.1 – Динамика смертельного травматизма при эксплуатации подъемных сооружений

Это говорит о том, что поддержание грузоподъемных сооружений в исправном состоянии, является важной задачей в производственной сфере, при этом, должны быть соблюдены правила техники безопасности при работе, правила эксплуатации грузоподъемного оборудования.

Согласно статистике, основное количество несчастных случаев со смертельным исходом происходили при эксплуатации грузоподъемных кранов (90 %), около 8 % несчастных случаев – на подъемниках (вышках) и около 2 % на строительном подъемнике (рис. 1.2).

Анализ несчастных случаев, произошедших при эксплуатации грузоподъемных сооружений, позволяет сделать вывод о том, что уровень травматизма особенно высок при эксплуатации кранового оборудования.

Рост смертельного травматизма наблюдается в Центральном, Верхне-Донском, Забайкальском, Ленском, Приокском, Северо-Западном, Печорском, Кавказском и Сибирском управлениях Ростехнадзора. Снижение уровня смертельного травматизма зафиксировано в Северо-Кавказском, Западно-Уральском, Приволжском, Межрегиональном технологическом, Нижне-

Волжском, Волжско-Окском, Дальневосточном, Северо-Уральском и Енисейском управлениях Ростехнадзора.

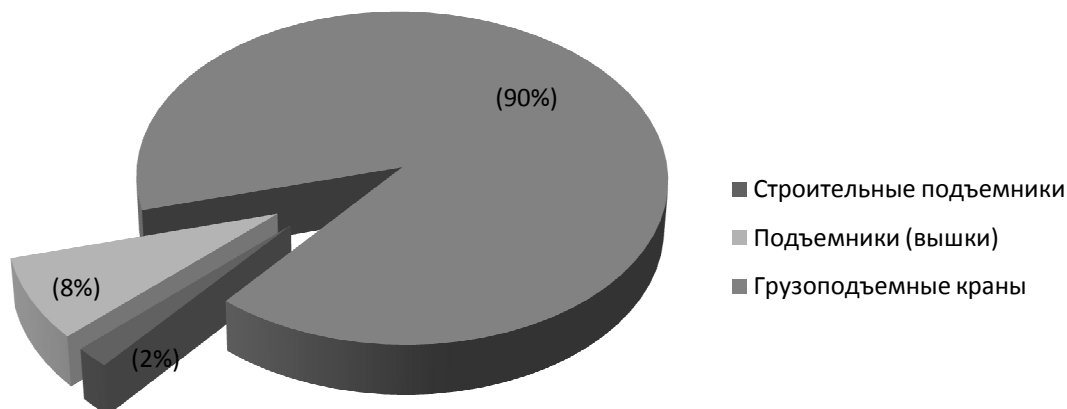


Рисунок 1.2 – Распределение несчастных случаев со смертельным исходом по видам подъемных сооружений

Основной причиной снижения уровня промышленной безопасности в области эксплуатации подъемных сооружений является большое количество оборудования, отработавшего свой расчетный ресурс.

Почти 90 % несчастных случаев со смертельным исходом происходят по организационным причинам, в основном из-за неэффективности осуществления производственного контроля и неправильной организации производства работ. Основной технической причиной смертельного травматизма на подъемных сооружениях является неудовлетворительное состояние технических устройств, приборов и устройств безопасности [8].

Общие распространенные факторы риска возникновения аварий следующие:

- высокая степень износа эксплуатируемых грузоподъемных устройств;

- низкий уровень производственной и технологической дисциплины низкоквалифицированного работающего персонала, недостаточность подготовки и переподготовки специалистов;
- ограниченное финансирование программ, направленных на улучшение состояния промышленной безопасности, в том числе на повышение знаний требований промышленной безопасности и практических навыков (происходят сокращение и даже ликвидация служб производственного контроля, предназначенных для постоянного надзора за опасными производственными объектами);
- ограничение полномочий Ростехнадзора на опасных производственных объектах, находящихся в частной собственности [9].

С целью профилактики аварийности специалисты Ростехнадзора готовят информационные и инструктивные письма с рекомендациями по устранению недостатков в организации технологического режима, техники безопасности, охраны труда и с указанием сроков их выполнения; проводят семинары по недопущению случаев аварийности и травматизма [10].

Что касается процесса производства грузоподъемных кранов, то, изначально разрабатывается чертеж будущего грузоподъемного крана, после чего происходит процесс механической обработки заготовок на токарных и фрезерных станках, следующим этапом являются сварочные работы, и только после всех вышеперечисленных процессов, полученные детали подвергаются сборке.

Одним из способов создания заготовок, является газовая резка, при помощи которой происходит раскрой металла. Процесс газовой резки протекает за счет сгорания металла в подаваемой под высоким давлением струе чистого технического кислорода. Для перехода в этот рабочий режим материал предварительно разогревают до температуры, при которой обрабатываемый сплав воспламеняется в кислороде на линии реза без посторонних источников горения. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что процесс кислородного раскроя состоит из двух этапов. Сначала металл разогревают

пламенем смеси, полученной из горючего газа и технического кислорода. В качестве топлива используют ацетилен или пропан.

Во время второй стадии осуществляется собственно резка материала струей кислорода. При этом металл сгорает, а образовавшиеся продукты горения в виде оксидов выдуваются из рабочей зоны.

Основным узлом и одновременно рабочим инструментом устройств для газового (кислородного) разрезания металлов является резак. Он обеспечивает точное дозирование и смешивание газа или горючих паров жидкого топлива с кислородом, последующее получение на основе образованной смеси подогревающего пламени.

Помимо резака в состав оборудования для резки газом входят следующие устройства, элементы:

- баллоны для технического кислорода и газа;
- редуктора для регулировки подачи газов;
- рукава – шланги высокого давления;
- предохранительные затворы;
- пылевые фильтры, встраиваемые в редуктор или монтируемые на него;
- запорные клапаны, которыми могут быть оснащены редукторы;
- устройства регулировки давления;
- клапан для регулирования расхода – может быть частью оснащения редуктора;
- манометры давления – устанавливаются на редукторах для контроля за величиной давления газа.

Для применения в работе, транспортировки, хранения газов (сжатых, растворенных, сжиженных), находящихся под требуемым давлением, используют стальные баллоны объемом 0,4 – 55 дм³. Емкости вместительностью 40 дм³ получили наибольшее распространение. Конструктивно они выполнены в виде стальных продолговатых цилиндрических сосудов с горловиной, имеющей конусное отверстие с

нарезанной резьбой, куда вкручивается запорный вентиль. На емкости с кислородом и горючим газом устанавливают вентили разной конструкции. Каждому газу, которым заполняют баллон, соответствует отдельный условный цвет сосуда и надписи газа на нем. Широкое распространение при газовой резке получило использование ацетиленовых баллонов [11].

Баллоны для ацетилена заполняют специальным активированным древесным углем, пропитанным ацетоном. В ацетоне ацетилен хорошо растворяется и перестает быть взрывоопасным. В баллонах ацетилен находится под давлением 1,5 – 1,6 МПа. При избыточном давлении свыше 1,75 МПа ацетилен становится взрывоопасным [12].

Редуктор – это устройство, предназначенное для регулируемого понижения величины давления кислорода и газа, подаваемых по магистрали, либо находящихся в стальном баллоне, до его рабочего значения, а также автоматического поддержания такого давления постоянным. Рукава предназначены для подводки кислорода и газа к резаку от рампы, баллонов. Их производят из вулканизированной резины, армированной тканевыми прокладками, классами по допустимому давлению и с окраской в соответствии транспортируемым газам. Они должны обладать гибкостью, прочностью, не стеснять движений рабочего и не затруднять работу механизмов машин и станков для резки.

Основными причинами несчастных случаев при выполнении газосварочных работ являются:

- взрыв смесей горючих газов с воздухом и кислородом;
- взрыв ацетиленовых генераторов при обратных ударах пламени и попадании в них кислорода;
- взрыв карбидных барабанов при их открывании вследствие наличия в них ацетилено-воздушной смеси;
- взрыв кислородных редукторов при попадании в них твердых предметов в виде отдельных песчинок и резком открывании вентиля кислородного баллона;

- взрыв баллонов и других сосудов, находящихся во время работы под высоким давлением, вследствие нагрева, падений, ударов и других нарушений правил пользования баллонами, а также пожара;
- воспламенение кислородных шлангов при обратных ударах пламени;
- самовоспламенение и взрыв при соединении находящегося под высоким давлением кислорода с горюче-смазочными материалами;
- воспламенение и взрыв бачков с горючим во время резки при размещении их около источника огня и неправильном закреплении шланга, подающего горючий газ.

Кроме того, возможно отравление продуктами сгорания горючих газов или парами свариваемого материала при отсутствии вентиляции или средств индивидуальной защиты [13].

За последние 10 лет, на основе отчетных сведений Ростехнадзором, в области промышленной безопасности, проведен анализ аварийности и травматизма при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением.

Результаты анализа показывают, что в течение 10 лет на поднадзорных объектах произошло 44 аварии и 66 несчастных случаев со смертельным исходом. Всего в течение 10 лет в результате несчастных случаев травмировано 109 человек (рис. 1.3).

Чаще всего пострадавшими в результате несчастных случаев при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, становится обслуживающий данное оборудование персонал (76 % общего числа пострадавших).

Рост аварийности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, за последние 5 лет связан, прежде всего, с увеличением количества отработавших нормативный срок службы технических устройств.

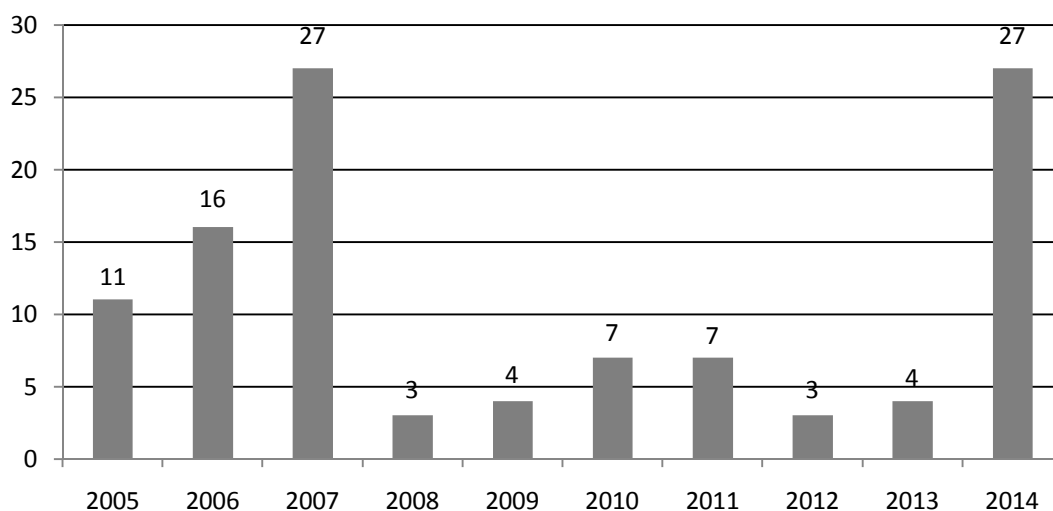


Рисунок 1.3 – Общая динамика травматизма при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением

Кроме старения технических устройств росту аварийности способствует сокращение штата работников поднадзорных предприятий и организаций, в первую очередь вспомогательного обслуживающего и ремонтного персонала.

Так, 13 января 2014 г. в цехе № 6 ООО НПК «ДАЛЕКС» (г. Александров Владимирской области) в результате взрыва произошло полное разрушение ресивера водорода, при его падении были деформированы два соседних ресивера, один из них опрокинут и сорван с фундамента. В радиусе 50–70 м взрывной волной полностью разрушено остекление зданий. Элемент обечайки разрушенного сосуда силой взрыва был отброшен к границам внешнего ограждения предприятия на расстояние 250–300 м. Один работник из числа персонала получил незначительные порезы разлетевшимся стеклом.

26 мая 2016 г. в Москве на территории одного из предприятий Московской объединённой энергетической компании, при проведении газосварочных работ на территории предприятия Московской объединённой энергетической компании произошла разгерметизация ацетиленового баллона с последующим хлопком. В результате разгерметизации баллона, пострадало три человека [8].

Важную роль в борьбе с производственным травматизмом играет постоянное пользование спецодеждой, обувью, защитными очками и другими индивидуальными средствами защиты.

Повышение квалификации рабочих, овладение ими техникой производства, хорошее знание методов и правил безопасной работы, высокий уровень организации труда являются факторами, обуславливающими значительное снижение производственного травматизма.

Большое значение имеет пропаганда мероприятий по борьбе с производственным травматизмом среди рабочих в виде организации лекций, докладов, бесед, выставок при использовании местных материалов по травматизму и мобилизации на борьбу с травматизмом заводской общественности и санитарного актива.

Снижению травматизма способствуют правильная организация медико-санитарного обслуживания рабочих, улучшение санитарных условий труда (снижение запыленности, увеличение освещенности, снижение уровней шума и вибраций).

Правильная организация медицинского обслуживания пострадавших при производственных травмах преследует цель максимально ускорить восстановление их здоровья, трудоспособности и предупредить осложнения [14].

Результаты анализа случившихся происшествий, учет травматизма и профессиональных заболеваний на производстве, служат основой для проведения плановых мероприятий по предупреждению и устранению причин производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, что в свою очередь является важным этапом в создании благоприятных условий для работников предприятия.

2 Объект и методы исследования

2.1 Краткая характеристика предприятия ООО «Юргинский машиностроительный завод»

Юргинский машиностроительный завод был основан в феврале 1943 года. За 70 лет завод многократно вырос по масштабам производства; превратил Юргу из небольшого поселка барачного типа в современный город.

Объединение машзавода состоит из комплекса заводов с полным машиностроительным циклом – от выплавки стали до выпуска оборудования для различных отраслей народного хозяйства.

Стратегической целью является создание и выпуск высококачественной, конкурентоспособной продукции, соответствующей современному техническому уровню, удовлетворяющей требованиям и ожиданиям потребителей. Современное оборудование, прогрессивные технологии и квалифицированные работники, позволяющие обеспечить разработку и выпуск оборудования требуемого технического уровня.

Большой производственный потенциал и высококвалифицированные инженерные кадры на ООО «Юргинский машзавод» проводят глубокую модернизацию выпускаемого оборудования, а так же разработку и выпуск изделий горно-шахтного оборудования нового поколения.

В составе ООО «Юргинский машзавод» имеется особое конструкторское бюро (ОКБ), которое занимается разработкой новых и модернизацией изготавливаемых изделий. Все проектные работы ведутся высококвалифицированными специалистами на современных персональных компьютерах.

В организационной структуре предприятия можно обобщенно выделить две части – производственную и административную.

Производственная часть включает в себя несколько заводов, в состав каждого из которых входят различные цеха, и занимается непосредственно изготовлением продукции.

Административная часть представлена различными дирекциями, управлениями, отделами и предназначена для реализации основных функций управления: планирования, учета и анализа, контроля и регулирования.

На сегодняшний день на предприятии значительно обновлен станочный парк, завершается техническое перевооружение металлургического производства, успешно внедряются передовые производственные технологии.

Сегодня Юргинский машзавод – одно из мощных универсальных предприятий машиностроительной отрасли в Кемеровской области и Западной Сибири, изготавливающих разнообразную продукцию [15].

2.2 Характеристика цеха № 41 ООО «Юргинский машиностроительный завод»

Цех № 41 является одним из основных механосборочных цехов. Данный цех производит механическую обработку основных деталей грузоподъемной техники, а также часть деталей горно-шахтного оборудования, сварочные работы металлоконструкций грузоподъемной техники, сборку и испытание кранов КС-4372, КС-5871, КС-4671, КС-55722, АМУ. Также в цехе производится ремонт грузоподъемной техники, как собственного производства, так и других заводов.

В цехе осуществляются различные виды технологических процессов, типичные для предприятий машиностроения: обработка металлических заготовок режущим инструментом (фрезерование, сверление, обработка на токарных станках и др.), изготовление и обработка деталей из пластмасс, резиноклейка, нанесение лакокрасочных покрытий на изделия методом распыления (в окрасочных камерах), холодная штамповка, сварка и газовая

резка металла.

Цех № 41 был образован как механосборочное производство, в состав которого входят:

- заготовительное листоштамповочное производство.

Заготовительный участок оснащен газорезательными машинами, прессовым оборудованием;

- механическая обработка. На данных участках установлено универсальное оборудование – фрезерные, токарные, сверлильные, расточные и другие станки;

- сборочно-сварочный участок предназначен для сборки и сварки узлов механизмов машин;

- сборка узлов, механизмов и машин;
- испытательный участок;
- участок производства пластмасс;
- малярная камера.

В состав цеха входят следующие производственные подразделения:

Таблица 2.1 – Производственные подразделения цеха

Пролет	Участок
I пролет	- Электромонтажный участок; - Участок трубогибки; - Участок сборки; - Участок пайки труб; - Участок испытания; - Участок резиноклейки; - Участок пайки тросов; - Малярная камера; - Монтажный участок.

Продолжение таблицы 2.1

Пролет	Участок
II пролет	- Участок сварки и газорезки.
III пролет	- Механическое отделение; - Участок механической обработки металла.
IV пролет	- Механическое отделение (механическая обработка); - Участок механической обработки металла.
V пролет	- Механическое отделение; - Штамповочный участок; - Прессовый участок; - Участок подготовки.
VI пролет	- Участок сварки; - Малярная камера; - Механический участок; - Участок пластических масс.
VII пролет	- Участок сварочных работ; - Механический участок; - Участок подготовки.

Для транспортирования и подъема материалов, заготовок и изделий в механосборочном цехе № 41 используют следующий вид транспорта:

- железнодорожные платформы;
- грузовой автотранспорт, трактора с прицепами;
- мостовые краны;
- электрокары.

2.2.1 Схема управления цехом и краткая характеристика основных служб

Во главе цеха стоит начальник, которому подчинены заместитель по производству и заместитель по технической части. Начальник цеха является полновластным руководителем в своем цехе, осуществляя техническое и хозяйственное руководство в соответствии с основными утвержденными показателями производственно-хозяйственной деятельности. В основные обязанности начальника цеха входит – руководство подготовкой производства, организация труда, подбор и расстановка кадров рабочих, ИТР и служащих, организация выполнения плановых заданий.

В функции заместителя по производству входит оперативное руководство работой цеха.

В функции заместителя по технической части входят вопросы технической подготовки производства – разработка и внедрение технологических процессов и оснастки, обеспечение участков цеха всей необходимой документацией, технологической оснасткой.

Вопросами экономического планирования занимается экономист цеха, а планированием труда и заработной платы – соответствующее бюро.

Наблюдение за состоянием оборудования осуществляется механиком цеха.

ПДБ – планово-диспетчерское бюро производит внутрицеховое планирование, выдачу графиков на производственные участки, учет и хранение заготовок и готовых деталей [16].

Участок механика несет всю ответственность по бесперебойной работе оборудования, режущего и вспомогательного инструмента, цеховых приспособлений. Также занимается ремонтом и обслуживанием имеющегося в цехе оборудования.

Участок энергетика обеспечивает работоспособность энергетической части оборудования, освещения, вентиляции, а также ремонт и обслуживание

электрооборудования станков, грузоподъемных механизмов (краны, кран балки, укосины).

Технологическое бюро цеха занимается разработкой, внедрением технологических процессов в цехе, проверкой технологической дисциплины.

Бюро труда и зарплаты занимается расчетом и внедрением норм на изготовление продукции цеха, а непосредственно начислением заработной платы всех работающих цеха занимается бухгалтерия.

2.2.2 Режим работы и состав работающего персонала цеха № 41

- Режим работы цеха № 41:
- Количество рабочих смен – 2;
- Фонд рабочего времени на год – 1971 часов;
- Количество рабочих дней в году – 247;
- Продолжительность рабочей смены – 8 часов;
- Пятидневная рабочая неделя.

В состав работающего персонала цеха входят:

- Производственные рабочие, непосредственно выполняющие технологический процесс по изготовлению продукции.
- Вспомогательные рабочие, рабочие ремонтных и инструментальных служб, складские, транспортные рабочие, т.е. рабочие обслуживающие производство.
- Инженерно-технический персонал. К ним относятся работники, выполняющие обязанности, связанные с техническим руководством производственными процессами или занимающие должности, для которых требуется квалификация инженера или техника: начальник цеха, его заместители, инженеры, техники, технологи, конструктора, мастера и их помощники, начальники участков, бюро и их заместители, нормировщики, экономисты.

К категории служащих относится персонал, выполняющий работу по счету, снабжению, финансированию (бухгалтеры, кассиры, кладовщики, различные счетные работники, распределители работ).

К младшему обслуживающему персоналу относятся уборщики цеховых и бытовых помещений.

Общая численность работающих в цехе:

- Инженерно-технических работников – 30 человек;
- Производственные рабочие – 154 человека;
- Вспомогательных рабочих – 77 человек.

2.2.3 Геометрические параметры цеха № 41

По своему назначению площади цеха подразделяются на производственные, вспомогательные и служебно-бытовые.

К производственным площадям относятся площади, занимаемые всеми производственными участками, включая рабочими местами мастеров, участками консервации и упаковки изделия, а также проходами и проездами между рядами оборудования, за исключением транспортных проездов.

К вспомогательным площадям относятся площади, занимаемые вспомогательными участками, а также магистральными и пожарными проездами.

Производственное здание состоит из нескольких параллельных однотипных пролетов, образованных рядами колонн.

Параметры цеха № 41:

- Производственная площадь – 27360 м²;
- Вспомогательная площадь – 18711 м²;
- Служебно-бытовая площадь – 3426 м²;
- Длина цеха – 170 м;
- Ширина цеха – 216 м.

2.3 Участок сварки и газовой резки

Сварочный участок находится во втором пролете цеха, который полностью оборудован для выполнения работ различными видами сварки и газовой резки.

К основным, и более распространенным видам сварки можно отнести дуговую сварку металла, ручную дуговую сварку металла, автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом.

Дуговая сварка металла заключается в плавлении, при которой нагрев свариваемых кромок металла происходит за счет теплоты электрической дуги.

Одной из разновидностей дуговой сварки является – ручная дуговая сварка металла, которая может осуществляться двумя способами: неплавящимся электродом или плавящимся электродом.

Ручная дуговая сварка металла неплавящимся электродом заключается в том, что свариваемые кромки изделия приводят в соприкосновение, а между неплавящимся электродом и изделием возбуждают дугу. Кромки изделия и вводимый в зону дуги присадочный материал нагреваются до плавления, образуется ванночка расплавленного металла. После затвердевания образуется сварной шов. Данный способ используют при сварке цветных металлов и их сплавов.

При сварке металла плавящимся электродом используется электрод, этот способ является основным при ручной сварке. Электрическая дуга расплавляет электрод и кромки изделия, в результате получается общая ванна расплавленного металла, которая при охлаждении образует шов.

Автоматическая и полуавтоматическая сварка металла под флюсом выполняется путем подачи электрода в зону дуги и перемещения его вдоль свариваемых кромок изделия. При полуавтоматической сварке механизирована подача электрода в зону дуги, а перемещение электрода вдоль свариваемых кромок производит вручную сварщиком. При автоматической сварке металла механизированы все операции, необходимые для этого процесса. Жидкий

металл в ванночке защищают от воздействия кислорода и азота в воздухе расплавленным шлаком, образованным от плавления флюса, подаваемого в зону дуги. Такая сварка металла обеспечивает высокую производительность и хорошее качество сварного шва [17].

При газовой резке используют машину термической резки «Кристалл – ПГ». Машина предназначена для механизированного раскроя листового металла. Она осуществляет газопламенную кислородную резку металла с использованием в качестве горючего газа ацетилен в баллонах, находящийся под давлением.

Кислородная резка заключается в сгорании разрезаемого металла в кислородной струе и удалении этой струей образовавшихся оксидов.

Разрезаемый металл предварительно нагревается подогревающим пламенем резака, которое образуется в результате сгорания горючего газа в смеси с кислородом. При достижении температуры воспламенения металла в кислороде, на резаке открывается вентиль чистого кислорода и начинается процесс резки. Чистый кислород из центрального канала мундштука, предназначенный для окисления разрезаемого металла и удаления оксидов, называют режущим в отличие от кислорода подогревающего пламени, поступающего в смеси с горючим газом из боковых каналов мундштука.

Струя режущего кислорода вытесняет в разрез расплавленные оксиды, которые, в свою очередь, нагревают следующий слой металла, способствуя его интенсивному окислению. В результате разрезаемый лист подвергается окислению по всей толщине, а расплавленные оксиды удаляются из зоны резки под действием струи режущего кислорода.

Во избежание поступления продуваемых кислородом оксидов в помещение рабочей среды, для этого, с двух сторон машины термической резки установлены мощные системы вентиляции, которые всасывают образовавшиеся оксиды.

Горючий газ, в ацетиленовых баллонах, поступает на рабочий орган по трубкам, проходя через ацетиленовый редуктор, который присоединяется к

баллону накидным хомутом. Газ, пройдя войлочный фильтр, попадает в камеру высокого давления. При вращении регулировочного винта по часовой стрелке усилие нажимной пружины передается через нажимной диск, мембрану и толкатель на редуцирующий клапан, который, перемещаясь, открывает проход газу через образовавшийся зазор между клапаном и седлом в рабочую камеру.

Давление в баллоне контролируется манометром высокого (входного) давления, а в рабочей камере – манометром низкого (выходного) давления. Наибольшее допустимое давление газа на входе в редуктор – 25 кгс/см^2 , наименьшее давление – 4 кгс/см^2 , наибольшее рабочее давление $1,5 \text{ кгс/см}^2$, наименьшее $0,1 \text{ кгс/см}^2$.

В зависимости от технологического оборудования машина может помимо газовой резки, выполнять плазменную резку металла, которая основана на использовании струи ионизированного газа – плазмы, содержащего электрически заряженные частицы и способного проводить ток.

2.4 Методы исследования

В настоящее время одним из эффективных способов исследования риска возникновения аварийных ситуаций является анализ и его дальнейшая оценка. Рассматривая производственные опасности, которые могут привести к аварийной ситуации, можно оценить возможные последствия аварий, а вследствие этого разработать план мероприятий, направленный на уменьшение полученного ущерба и ликвидацию данных последствий.

Риск аварии – это уровень опасности, характеризующий возможность возникновения аварийной ситуации на опасном производственном объекте и тяжесть последствий данной ситуации. Основными количественными показателями риска аварии являются:

- технический риск – вероятность отказа технических устройств с определенными последствиями за определенный период функционирования опасного производственного объекта;
- индивидуальный риск – частота поражения отдельного человека в результате воздействия на него различных исследуемых факторов опасности аварийных ситуаций;
- потенциальный территориальный риск – частота реализации поражающих факторов аварии в рассматриваемой точке территории;
- коллективный риск – предполагаемое количество пострадавших в результате возникновения возможных аварий за определенный период времени;
- социальный риск – зависимость частоты возникновения событий F , в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек, от этого числа N . Характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации опасностей;
- ожидаемый ущерб – математическое ожидание величины ущерба от возникновения возможной аварии за определенный период времени.

Анализ риска аварий на опасных производственных объектах является неотъемлемой частью управления промышленной безопасностью, он заключается в систематическом использовании всей доступной информации касающейся производства, для выявления опасностей и оценки риска возникновения возможных аварийных ситуаций.

Согласно приказу Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»:

Анализ опасностей и оценки риска аварий на ОПО представляют собой совокупность научно-технических методов исследования опасностей возникновения, развития и последствий возможных аварий, включающую планирование работ, идентификацию опасностей аварий, оценку риска аварий, установление степени опасности возможных аварий, а также разработку и своевременную корректировку мероприятий по снижению риска аварий [18].

Процесс проведения анализа риска включает следующие основные этапы:

- планирование и организация работ;
- идентификация опасностей;
- оценка риска;
- разработка рекомендаций по уменьшению риска.

На этапе планирования работ следует:

- определить анализируемый опасный производственный объект и дать его общее описание;
- описать причины и проблемы, которые вызвали необходимость проведения анализа риска;
- подобрать группу исполнителей для проведения анализа риска;
- определить и описать источники информации об опасном производственном объекте;
- указать ограничения исходных данных, финансовых ресурсов и другие обстоятельства, определяющие глубину, полноту и детальность проводимого анализа риска;
- четко определить цели и задачи проводимого анализа риска;
- обосновать используемые методы анализа риска;
- определить критерии приемлемого риска.

Основные задачи этапа идентификации опасностей – выявление и четкое описание всех источников опасностей и путей (сценариев) их реализации. Это ответственный этап анализа, так как не выявленные на этом этапе опасности не подвергаются дальнейшему рассмотрению и исчезают из поля зрения.

Основными задачами этапа оценки риска являются:

- определение частоты возникновения аварийных и всех нежелательных событий;
- оценка возможных последствий возникновения аварийных и иных нежелательных событий;
- обобщение оценок риска.

Для определения частоты нежелательных событий рекомендуется использовать:

- статистические данные по аварийности и надежности технологической системы, соответствующие специфике опасного производственного объекта или виду деятельности;
- логические методы анализа «деревьев событий», «деревьев отказов», имитационные модели возникновения аварий в система «человек-машина»;
- экспертные оценки путем учета мнения специалистов в данной области.

Оценка последствий включает анализ возможных воздействий на людей, имущество и окружающую природную среду. Для оценки последствий необходимо оценить физические эффекты нежелательных событий (отказы, разрушение технических устройств, зданий, сооружений, пожары, взрывы, выбросы токсичных веществ), уточнить объекты, которые могут быть подвергнуты опасности.

Обобщенная оценка риска (или степень риска) аварий должна отражать состояние промышленной безопасности с учетом показателей риска от всех нежелательных событий, которые могут произойти на опасном производственном объекте

Разработка рекомендаций по уменьшению риска является заключительным этапом анализа риска. В рекомендациях представляются обоснованные меры по уменьшению риска, основанные на результатах оценок риска [19].

Традиционный подход к обеспечению безопасности базируется на концепции «абсолютной безопасности». Ее суть сводилась к стремлению сделать технику и техносферу абсолютно безопасной для людей и предполагала внедрение всех мер защиты, которые практически осуществимы. Однако сейчас люди пришли к пониманию, что абсолютная безопасность недостижима или связана с огромными, подчас неоправданными для общества финансовыми

затратами. Кроме того, обеспечить нулевой риск в действующих системах невозможно, поэтому человек должен понимать, что риск есть всегда, и быть готовым к возможному возникновению опасной аварийной ситуации.

К настоящему моменту сложились представления о величинах приемлемого (допустимого) и неприемлемого риска. Приемлемым риском называется такой уровень опасности, с которым на данном этапе развития общества можно смириться. Приемлемый риск – это допустимый максимально низкий уровень смертности, травматизма или заболеваемости людей, который не влияет на показатели безопасности предприятия, отрасли экономики или государства.

Приемлемый риск представляет собой некоторое соглашение между требуемым уровнем безопасности и возможностями его достижения. Повышение безопасности на производстве и снижение тем самым величины приемлемого риска с экономической точки зрения не безгранично. На повышение безопасности технических систем на производстве будут затрачены большие финансовые средства, при этом уменьшится количество средств, выделяемых на заработную плату, приобретение предприятием средств индивидуальной защиты для работников, медицинское обслуживание. При данных обстоятельствах социальной сфере производства может быть нанесен значительный ущерб. То есть при увеличении значительных затрат на безопасность технический риск уменьшается, но при этом возрастет социально-экономический риск. Значение приемлемого риска определяется в результате учета всех сфер – социальной, технической, экономической [20].

По окончании анализа риска, полученные результаты анализа используются при декларировании промышленной безопасности опасных производственных объектов, экспертизе промышленной безопасности, обосновании технических решений по обеспечению безопасности, страховании, оценке воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду и при других процедурах, связанных с анализом безопасности.

3 Расчеты и аналитика

В процессе ознакомления с деятельностью цеха № 41, были выявлены основные виды опасностей, которые могут привести к возникновению аварийной ситуации, ими являются:

- Работа на высоте;
- Движущиеся, вибрирующие, вращающиеся предметы и детали;
- Короткое замыкание;
- Производство и эксплуатация грузоподъемного оборудования;
- Прекращение подачи энергоресурсов;
- Стихийные бедствия;
- Возникновение пожара;
- Высокие давления, создаваемые в сосудах, трубопроводах, агрегатах.

Один из видов опасности, которому было уделено особое внимание, это высокое давление, создаваемое в сосудах.

На сварочном участке цеха, где применяются различные виды сварки, есть так называемый технологический процесс – газовая резка (кислородная).

Осуществляется данный процесс на машине термической резки «Кристалл – ПГ». Машина предназначена для механизированного раскроя листового металла. Она осуществляет газопламенную кислородную резку металла с использованием в качестве горючего газа ацетилен в баллонах, находящийся под давлением [21].

Опасность работы именно с ацетиленовыми баллонами заключается в чувствительности горючего газа к температуре, ударам, что ведёт к повышению давления в сосуде, и к дальнейшей его разгерметизации, то есть к взрыву.

Ацетиленовые баллоны заполняются пористой массой, пропитанной ацетоном, в котором хорошо растворяется ацетилен. В качестве пористой

массы применяют активированный уголь, пемзу или волокнистый асбест (рис. 3.1).

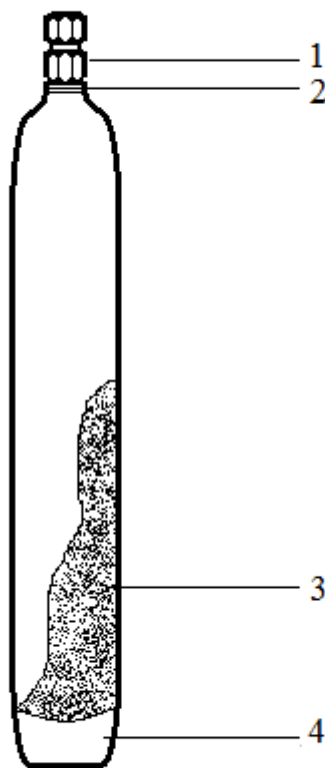


Рисунок 3.1 – Ацетиленовый баллон:

1 – вентиль; 2 – резьба горловины; 3 – пористая масса; 4 – опорный башмак.

Основными функциями пористой массы являются:

- повышение безопасности при работе с баллоном – за счет пористой массы общий объем ацетилена разделен на отдельные ячейки, благодаря чему, вероятность распространения общего фронта горения и взрыва уменьшается;
- повышение количество ацетилена, ускорение процесса его растворения при заполнении баллона и выделения при отборе газа – поскольку при использовании пористой массы, пропитанной ацетоном, обеспечивается большая поверхность взаимного контакта между газом и ацетоном.

Но даже это не дает гарантии того, что баллон при каких-либо условиях не взорвется, так как одной из причин разрыва баллона, связанной с пористой массой, является её осадок.

Взрыв ацетилена способен вызвать значительные разрушения. При взрыве 1 кг ацетилена выделяется в полтора раза больше тепла, чем при взрыве 1 кг нитроглицерина и примерно в два раза больше, чем при взрыве 1 кг тротила [22].

3.1 Построение «Дерева событий» и «Дерева отказа»

Для оценки разрушения баллона было построено «дерево отказов», которое представляет собой графическое представление всей цепочки событий, последствия которые могут привести к разгерметизации ацетиленового баллона (рис. 3.2) [23].

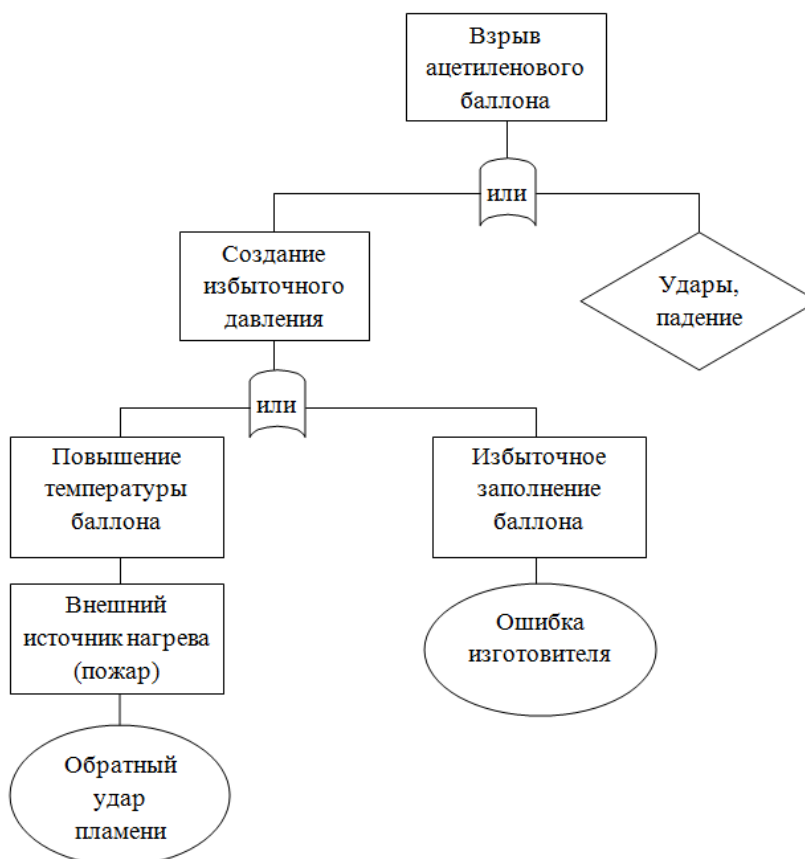


Рисунок 3.2 – «Дерево отказа» при газовой резке

Для анализа развития аварийной ситуации необходимо построить «дерево событий», рассчитав вероятность возникновения тех или иных последствий, в результате возникновения аварии (рис. 3.3) [24].



Рисунок 3.3 – «Дерево событий» аварии при разгерметизации ацетиленового баллона

3.2 Определение режима взрывного превращения облака газопаровоздушной смеси в пространстве

В промышленности, все горючие газы классифицируют по степени чувствительности. Смеси горючих веществ с воздухом разделены на четыре класса по своим взрывоопасным свойствам:

- особо чувствительные вещества;
- чувствительные вещества;
- среднечувствительные вещества;
- слабочувствительные вещества.

Ацетилен по своим взрывоопасным свойствам относится к первому классу, как особо чувствительное вещество.

Характер взрыва газопаровоздушного облака и его последствия будут определяться по типу классификации пространства, где этот взрыв произошел. Характер окружающей территории в значительной степени определяет скорость взрывного превращения облака смеси и параметры ударной волны. Характеристики окружающего пространства разделены на виды по степени его загроможденности.

Сварочный участок цеха № 41 относится к четвертому виду по характеру загроможденности окружающего пространства. К данному виду относятся помещения сильно загроможденные, при наличии полузамкнутых объемов, высокая плотность размещения технологического оборудования, и большое количество повторяющихся препятствий.

С учетом сказанного выше, можно определить диапазон скорости распространения пламени фронта, в данном случае, это детонационное горение со скоростью фронта пламени 500 м/с и более.

3.3 Расчет избыточного давления взрыва газопаровоздушной смеси в помещении

В технологических процессах могут возникать аварийные ситуации, из-за неправильных действий персонала, связанных с нарушением правил безопасности и эксплуатации оборудования. Примером таких аварийных ситуаций может служить образование газопаровоздушной взрывоопасной смеси в помещении. Причиной этого может являться разгерметизация

оборудования, пролив легковоспламеняющихся жидкостей или горючих веществ. В этом случае за вариант развития аварии принимается наиболее худший, выглядит он следующим образом:

- происходит разгерметизация аппарата;
- все содержимое аппарата и из прилегающих трубопроводов поступает в помещение;
- испарение жидкости происходит в течение 1 часа;
- после чего происходит воспламенение образовавшейся газопаровоздушной смеси.

Для расчета избыточного давления взрыва необходимы следующие исходные данные:

$$l = 100 \text{ м};$$

$$b = 18 \text{ м};$$

$$h = 17 \text{ м};$$

$$P_{max} = 1009 \text{ кПа};$$

$$M_r = 5,5 \text{ кг}.$$

Геометрический объем помещения рассчитывается по формуле:

$$V_{\Pi} = l \cdot b \cdot h, \quad (3.1)$$

где l – длина помещения (цеха), м;
 b – ширина помещения (цеха), м;
 h – высота помещений (цеха), м.

$$V_{\Pi} = 100 \cdot 18 \cdot 17 = 30600 \text{ м}^3.$$

Свободный объем помещения принимается равным 80 % от геометрического объема помещения, м^3 :

$$V_{\text{св}} = 0,8 \cdot V_{\Pi}, \quad (3.2)$$

$$V_{\text{св}} = 0,8 \cdot 30600 = 24480 \text{ м}^3.$$

Избыточное давление ΔP , кПа, развиваемое при сгорании газопаровоздушных смесей в помещении, можно рассчитать по формуле:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \cdot \frac{M_{\Gamma} \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_{гп}} \cdot \frac{100}{K_{\text{н}} \cdot C_{\text{ст}}}, \quad (3.3)$$

где P_{max} — максимальное давление в месте взрыва стехиометрической газопаровоздушной смеси в замкнутом объеме;

P_0 — начальное давление, кПа. При расчетах допускается принимать его равным атмосферному: $P_0 = 101,3$ кПа;

M_{Γ} — масса горючего газа или паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, вышедших в помещение в результате нарушения технологического режима или аварии, кг;

Z — коэффициент участия паров не нагретых горючих жидкостей во взрыве, который равен для горючих газов 0,5;

$K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения газопаровоздушной смеси. При расчетах допускается принимать $K_{\text{н}} = 3$.

ρ — плотность газа или пара горючего вещества при расчетной температуре в помещении t_p , кг/м³, вычисляемая по формуле:

$$\rho_{\text{гп}} = \frac{\mu}{V_0 \cdot (1 + 0,0037 \cdot t_p)}, \quad (3.4)$$

где μ — молярная масса вылившегося и испарившегося горючего вещества, кг/кмоль;

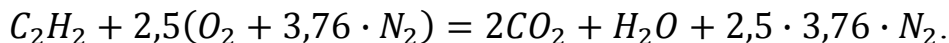
V_0 — молярный объем газопаровоздушной смеси, 22,413 м³/кмоль;

t_p — расчетная температура в помещении, °С. За расчетную температуру следует принимать максимально возможную температуру воздуха в данном помещении с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации, допускается принимать $t_p = 61$ °С;

$C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация горючих газов или паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, %, по объему помещения, вычисляемая по формуле [25]:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \quad (3.5)$$

где $\beta = 2,5$ – стехиометрический коэффициент кислорода в реакции горения газопаровоздушной смеси:



Стехиометрическая концентрация горючих газов вычисляется по формуле (3.5):

$$C_{ст} = \frac{100}{1+4,84 \cdot 2,5} = \frac{100}{13,1} = 7,63 \text{ \%}.$$

Плотность газа вычисляется по формуле (3.4):

$$\rho_{гн} = \frac{26}{22,413 \cdot (1+0,0037 \cdot 61)} = \frac{26}{27,5} = 0,945 \text{ кг/м}^3.$$

Избыточное давление вычисляется по формуле (3.3):

$$\Delta P = (1009 - 101,3) \cdot \frac{5,5 \cdot 0,5}{24480 \cdot 0,945} \cdot \frac{100}{3 \cdot 7,63} = 0,5 \text{ кПа}.$$

Избыточное давление является допустимым, если полученное значение входит в определенный диапазон предельно допустимого давления, которое не превышает 5 кПа.

Исходя из расчетов, можно сделать вывод о том, что полученное избыточное давление является допустимым.

3.4 Расчет тротилового эквивалента взрыва

Происходящие взрывы на производстве приводят к разрушению оборудования, зданий, сооружений и травмированию людей. Поэтому важно знать заранее, какой урон может нанести возможный взрыв.

Для сравнительной оценки уровня воздействия взрыва газопаровоздушной смеси используется тротильный эквивалент взрыва.

Условная масса тринитротолуола (тротила), взрыв которой адекватен по степени разрушения взрыву парогазовой среды с учетом реальной доли участия во взрыве горючего вещества называется тротильным эквивалентом взрыва.

Для расчета тротилового эквивалента взрыва необходимы следующие исходные данные:

$$Q_T = 4240 \text{ кДж/кг};$$

$$m = 5,5 \text{ кг.}$$

Тротиловый эквивалент взрыва, кг, определяется по формуле:

$$W_T = \frac{0,4}{0,9} \cdot \frac{Q_H}{Q_T} \cdot Z \cdot m, \quad (3.6)$$

где 0,4 – доля энергии взрыва парогазовой смеси, затрачиваемой непосредственно на формирование ударной волны;

0,9 – доля энергии взрыва тринитротолуола, затрачиваемой непосредственно на формирование ударной волны;

Q_H – удельная (низшая) теплота сгорания парогазовой среды, кДж/кг;

Q_T – удельная теплота взрыва;

Z – доля приведенной массы паров, участвующей во взрыве, которая принимается для горючих газов 0,5.

m – масса горючего газа, кг.

Теплота сгорания ацетилена (C_2H_2) = 1301 кДж/моль;

Молярная масса ацетилена: $\mu_{C_2H_2} = 26 \text{ кг/кмоль}$.

Низшая теплота сгорания:

$$Q_H = \frac{1301 \cdot 1000}{26} = 50038,5 \text{ кДж/кг.}$$

Тогда, тротиловый эквивалент взрыва рассчитывается по формуле (3.6):

$$W_T = \frac{0,4}{0,9} \cdot \frac{50038,5}{4240} \cdot 0,5 \cdot 5,5 = 0,44 \cdot 11,8 \cdot 0,5 \cdot 5,5 = 14,3 \text{ кг.}$$

3.5 Расчет радиуса зоны разрушений

Полученное значение тритилового эквивалента взрыва используются для расчета радиуса зон разрушений [26].

Радиус зоны разрушения (м) в общем виде определяется выражением:

$$R = K \cdot \frac{\sqrt[3]{W_T}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{W_T}\right)^2\right]^{\frac{1}{6}}}, \quad (3.7)$$

где K – безразмерный коэффициент, характеризующий воздействие взрыва на объект. Согласно классификации зон разрушения $K = 56$.

$$R = 56 \cdot \frac{\sqrt[3]{14,3}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{14,3}\right)^2\right]^{\frac{1}{6}}} = 56 \cdot \frac{2,405}{6,3} = 21,5 \text{ м.}$$

В результате взрыва будет повреждено расположенное вблизи оборудование. Вторичными факторами взрыва будут являться возникновение пожара, обрушение легких конструкций и возможная разгерметизация ацетиленовых баллонов расположенных в 25 м от места взрыва, что приведет к эффекту «домино».

Человеческие жертвы от взрыва одного баллона с ацетиленом будут минимальны, так как в радиусе 21,5 м удар примет на себя оператор дистанционного управления машины, который будет находиться в 6 м от очага взрыва, больше, в радиусе поражения нет рабочих мест с персоналом. Возможно травмирование случайно проходящих мимо работников в результате попадания их в зону разлетающихся осколков конструкций, оборудования и самого баллона. Но при возможном срабатывании эффекта «домино», могут пострадать большое количество работников, работающих как на сварочном участке, так и за его пределами, вплоть до летального исхода, из-за воздействия на них первичных и вторичных факторов.

4 Разработка мероприятий по снижению риска возникновения аварийной ситуации

При резком повышении давления внутри замкнутых объемов существует вероятность возникновения взрыва, это может привести к разрушению оборудования или здания, где это оборудование расположено. Для предотвращения разрушений следует обеспечить возможность понижения давления через предохранительные устройства.

Одним из таких устройств является предохранительная мембрана. В промышленности применяют большое число типов и конструктивных разновидностей мембран. Одним из характерных признаков, по которому классифицируют мембраны, является характер их разрушения.

В настоящее время в промышленности используется большое количество различных типов предохранительных мембран:

- разрывные;
- ломающиеся;
- срезные;
- хлопающие;
- специальные [25].

Наиболее распространенным типом являются разрывные мембраны, изготавливаемые из тонколистового металлического проката. Она считается наиболее надежным и простым средством защиты технологического оборудования от взрыва, за счет простоты своей конструкции и быстрого действия. Единственным недостатком мембраны является то, что в результате её срабатывания, оборудование остается открытым до замены использованной мембраны на новую.

Изготавливают разрывные мембраны обычно из тонколистового проката пластичных металлов, таких как медь, никель, нержавеющая сталь, титан, алюминий, латунь.

Известны случаи применения неметаллических мембран из фторопластовых и полиэтиленовой пленок, из картона, асбеста, фанеры и даже из бумаги. Однако эти материалы характеризуются нестабильными механическими свойствами, мембраны из них для широкого использования не рекомендуются из-за большого разброса давления срабатывания, хотя бывает, что их применение является единственным целесообразным выходом. Обычно эти мембраны больших размеров, иногда прямоугольной или квадратной формы и с достаточно низким давлением срабатывания, то есть предназначены для взрывозащиты менее прочного оборудования. Асбест обычно применяется при высокой температуре внутри оборудования, например, в случае взрывозащиты печей, топок и других высокотемпературных аппаратов [27].

Во время выполнения газовой резки, для снижения вероятности возникновения взрыва ацетиленовых баллонов, будет иметь место установка предохранительных мембран разрывного типа, как способ понижения давления в баллоне, возрастание которого грозит возникновением взрыва разрушительного действия.

Сами ацетиленовые баллоны по своей конструкции не предусматривают установку предохранительных мембран, поэтому для её устройства, предлагается разработать переходник трубчатого типа с установленной на нем мембраной и с накидным хомутом, для надежной фиксации. Располагаться данный переходник будет между баллоном с ацетиленом и редуктором, материал переходника – нержавеющая сталь, материал предохранительной мембраны – алюминий (рис. 3.4).

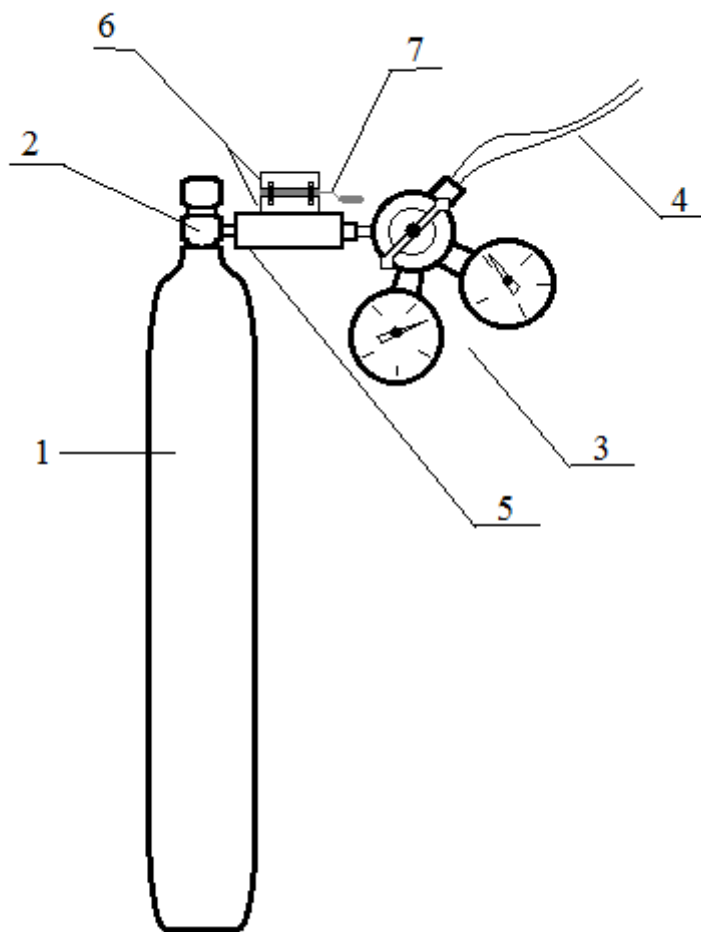


Рисунок 3.4 – Схема расположения переходника:

1 – ацетиленовый баллон; 2 – вентиль; 3 – ацетиленовый редуктор; 4 – рукав подачи газа на аппарат; 5 – переходник; 6 – зажимающие элементы; 7 – разрывная мембрана.

Мембранное предохранительное устройство состоит из разрывной мембраны и крепежного узла, в который входят зажимающие элементы в сборе с другими элементами [28]. Нижний зажимающий элемент присоединен к переходнику сварным швом. Переходник имеет вид трубки цилиндрического типа с резьбовым соединением, в нем будет скапливаться повышенное давление, которое редуктор будет не способен пропустить, в результате чего, достигнув предельного значения, сработает мембрана, снизив давление в баллоне за счет выпуска газа в помещение.

Задачей расчета предохранительной мембраны является определение какого-либо характерного ее конструктивного размера, обычно толщины мембраны, исходя из заданного давления срабатывания мембраны.

Толщина определяется методом прочностного расчета разрывных мембран. В данном случае, расчет толщины будет производиться для мембраны, изготовленной из алюминия.

Алюминий как и его сплавы имеет ряд достоинств, такие как легкость, податливость в штамповке, коррозионная стойкость, сохранение своих структурных свойств при перепадах температур, является экологически чистым материалом, не содержит примесей тяжелых металлов, сохраняет работоспособность в любых климатических условиях при перепадах температур от минус 80 °С и до плюс 100 °С и не выделяет вредных веществ под воздействием ультрафиолетовых лучей [29].

Перед разрывом мембрана работает как тонкостенная сферическая оболочка радиусом R и толщиной Δ_0 , защемленная по контуру диаметром D (рис. 3.5).

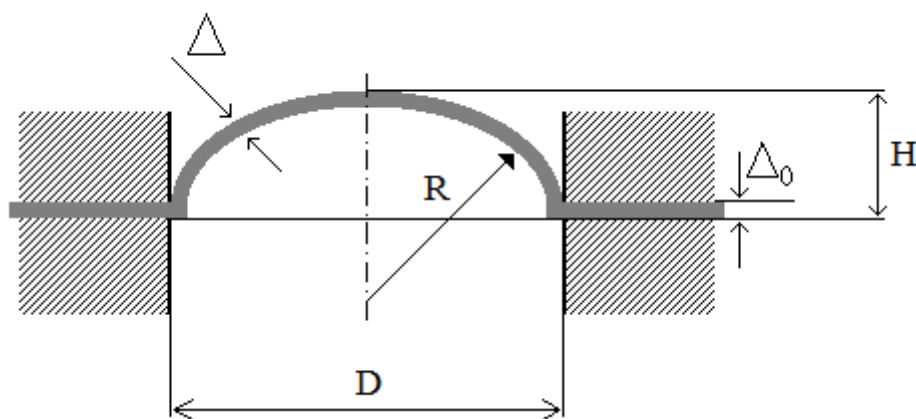


Рисунок 3.5 – Расчетная схема разрывной мембраны

При нагрузке рабочим давлением мембрана испытывает большие пластические деформации и приобретает ярко выраженную форму купола.

Разрывное давление мембраны (МПа) определяется по формуле:

$$P_p = \frac{8\Delta_0 \cdot \sigma_{вр}}{D} \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{1+\delta}-1}{1+\delta}}, \quad (4.1)$$

где Δ_0 – толщина материала мембраны, мм;

$\sigma_{вр}$ – временное сопротивление материала при растяжении (предел прочности), МПа;

δ – относительное удлинение материала при разрыве.

Если мембрана работает при температуре, отличной от 20 °С, то в формулу необходимо ввести поправочный коэффициент K_t , который для алюминия при температуре 61 °С равен 0,88 [28].

Разрывное давление мембраны равняется предельному рабочему давлению ацетиленового баллона, которое равняется $P_p = 1,9$ МПа. Следовательно, зная разрывное давление мембраны, остается определить её толщину, выразив её из формулы (4.1):

$$\Delta_0 = \frac{P_p \cdot D}{8K_t \cdot \sigma_{вр}} \cdot \sqrt{\frac{1+\delta}{\sqrt{1+\delta}-1}}. \quad (4.2)$$

Для расчета толщины разрывной мембраны необходимы следующие исходные данные:

$$P_p = 1,9 \text{ МПа};$$

$$D = 50 \text{ мм};$$

$$K_t = 0,88;$$

$$\sigma_{вр} = 35 \text{ МПа};$$

$$\delta = 0,23.$$

$$\Delta_0 = \frac{1,9 \cdot 50}{8 \cdot 0,88 \cdot 35} \cdot \sqrt{\frac{1+0,23}{\sqrt{1+0,23}-1}} = 1,3 \text{ мм}.$$

Минимальный (на пределе) радиус купола R , мм, рассчитывается по формуле:

(4.3)

Для более наглядного понимания, полученный результат можно увидеть на расчетной схеме разрывной мембраны (рис. 3.6).

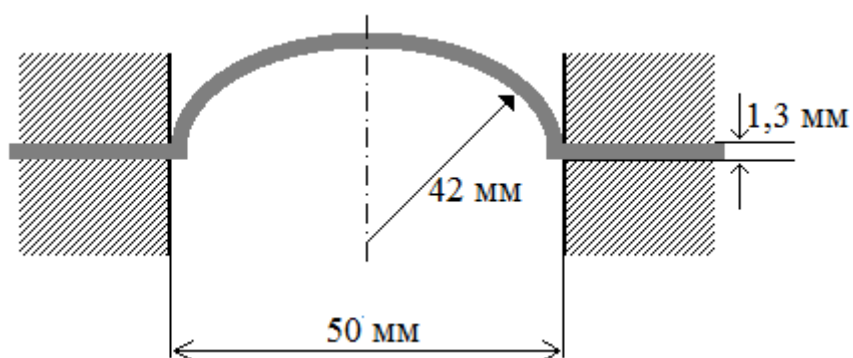


Рисунок 3.6 – Расчетная схема разрывной мембраны с полученными значениями

Устанавливаться мембрана будет на переходник трубчатого типа, цилиндрической формы (рис. 3.7).

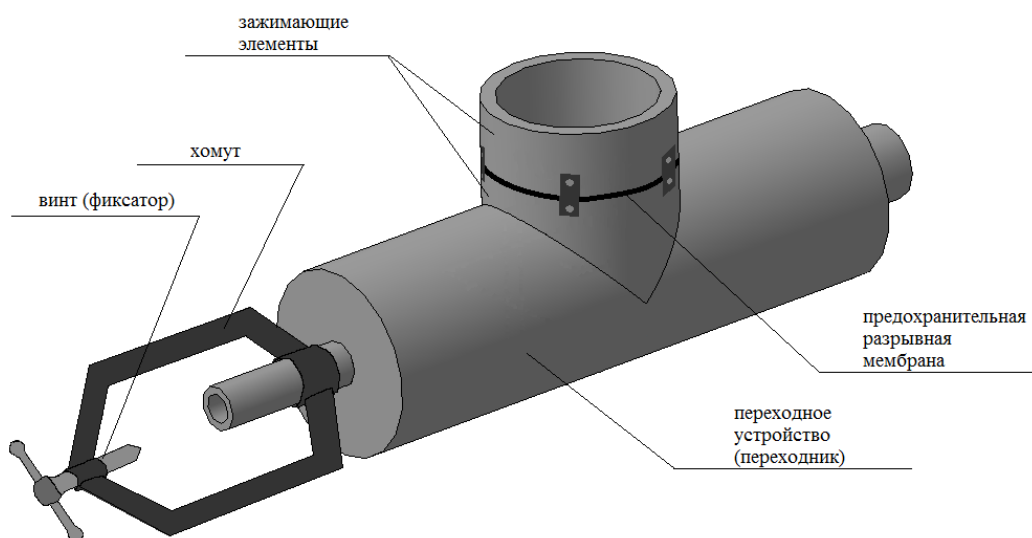


Рисунок 3.7 – Общий вид переходного устройства

Сварочный пролет расположен в цехе № 41 ООО «Юргинским машзавод», общая площадь пролета – 1800 м².

На участке газовой резки, во время работы, в ацетиленовом баллоне уровень избыточного давления превысил норму, в результате чего произошел взрыв. Избыточное давление взрыва $\Delta P_{\phi} = 0,5 \text{ кПа}$. Радиус зоны разрушений составил $R = 21,5 \text{ м}$. Степень разрушения – малые повреждения.

Последствия любой возможной аварийной ситуации влекут за собой ущерб, размер которого зависит от устойчивости объекта к действиям поражающих факторов. В связи с этим можно сказать, что ущерб является важным критерием при оценке устойчивости объекта экономики к возможным неблагоприятным событиям.

Полный ущерб складывается из двух составляющих – прямого и косвенного ущерба, и считается по формуле:

$$Y = Y_{\text{пр}} + Y_{\text{к}}, \quad (5.1)$$

где $Y_{\text{пр}}$ – прямой ущерб, руб;

$Y_{\text{к}}$ – косвенный ущерб, руб.

$$Y = 1181200 + 3111082,75 = 4292282,75 \text{ руб.}$$

В настоящей главе представлены расчеты прямого и косвенного ущерба нанесенного цеху № 41 ООО «Юргинский машзавод» в результате взрыва, и расчет необходимых затрат на его тушение.

5.1 Оценка прямого ущерба

Оценка прямого ущерба представляет собой сумму ущерба, который наносится основным производственным фондам (ОПФ) и оборотным средствам (ОС). Рассчитывается по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = C_{\text{ОПФ}} + C_{\text{ОС}}, \quad (5.2)$$

$$Y_{\text{пр}} = 1054000 + 127200 = 1181200 \text{ руб.}$$

5.1.1 Ущерб основных производственных фондов

Основные фонды производственных предприятий складываются из материальных и вещественных ценностей производственного и непроизводственного назначения, необходимых для выполнения производственными предприятиями своих функций, в нашем случае это производственное, технологическое оборудование, коммунально-энергетические сети и производственное помещение, где произошёл взрыв.

Ущерб основных производственных фондов находим по формуле [30]:

$$C_{\text{ОПФ}} = C_{\text{ТО}} + C_{\text{КЭС}} + C_{\text{з}}, \quad (5.3)$$

$$C_{\text{ОПФ}} = 24000 + 30000 + 1000000 = 1054000 \text{ руб.}$$

В результате взрыва была повреждена машина газовой резки, расположенной в 2 м от очага взрыва. Коммунально-энергетические сети (далее – КЭС) не пострадали из-за малой степени повреждений, в результате воздействия избыточного давления взрыва. Ущерб здания минимален, в результате взрыва было разбито одно потолочное стекло, расположенное над местом аварии.

Ущерб, нанесенный зданиям, технологическому оборудованию, коммунально-энергетическим сетям равен:

$$C_{\text{з}} = C_{\text{зост}} \cdot G_{\text{з}}, \quad (5.4)$$

$$C_{\text{ТО}} = C_{\text{ТО}_{\text{ост}}} \cdot G_{\text{ТО}}, \quad (5.5)$$

$$C_{\text{КЭС}} = C_{\text{КЭС}_{\text{ост}}} \cdot G_{\text{КЭС}}, \quad (5.6)$$

где $C_{\text{з}_{\text{ост}}}$, $C_{\text{ТО}}$, $C_{\text{КЭС}}$ – остаточная стоимость здания, технологического оборудования, КЭС у моменту ЧС, руб.;

G – относительная величина ущерба, нанесенного зданию, виду технологического оборудования, КЭС.

На основании статистических данных, полученных при испытаниях и катастрофах, относительная величина ущерба при слабых повреждениях составляет – 0,1.

$$C_{\text{з}} = 10000000 \cdot 0,1 = 1000000 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ТО}} = 240000 \cdot 0,1 = 24000 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{КЭС}} = 300000 \cdot 0,1 = 30000 \text{ руб.}$$

Определить остаточную стоимость здания, технологического оборудования и КЭС, можно по формуле:

$$C_{\text{з}_{\text{ост}}} = C_{\text{з}} \left(1 - \frac{H_{\text{а}_3} \cdot T_{\text{ф}_3}}{100} \right), \quad (5.7)$$

$$C_{\text{ТО}_{\text{ост}}} = C_{\text{ТО}} \left(1 - \frac{H_{\text{а}_{\text{ТО}}} \cdot T_{\text{ф}_{\text{ТО}}}}{100} \right), \quad (5.8)$$

$$C_{\text{КЭС}_{\text{ост}}} = C_{\text{КЭС}} \left(1 - \frac{H_{\text{а}_{\text{КЭС}}} \cdot T_{\text{ф}_{\text{КЭС}}}}{100} \right). \quad (5.9)$$

где $C_{\text{з}}$, $C_{\text{то}}$, $C_{\text{КЭС}}$ – балансовые стоимости здания, вида технологического оборудования, КЭС, тыс. руб.;

$H_{\text{а}_3}$, $H_{\text{а}_{\text{то}}}$, $H_{\text{а}_{\text{КЭС}}}$ – норма амортизации здания, вида технологического оборудования, КЭС, % в год;

$T_{\text{ф}_3}$, $T_{\text{ф}_{\text{то}}}$, $T_{\text{ф}_{\text{КЭС}}}$ – фактический срок эксплуатации здания, технологического оборудования, КЭС до ЧС, год.

Для определения остаточной стоимости необходимы следующие исходные данные:

Таблица 5.1 – Исходные данные для расчета остаточной стоимости

ОПФ	Балансовые стоимости, тыс. руб.	Норма амортизации, % в год.	Фактический срок эксплуатации, год.
Цех № 41	100000	3	30
Машина газовой резки	6000	16	6
КЭС	3000	3	30

Норма амортизации:

$$H_{a_3} = \frac{1}{T_{\phi_3}} \cdot 100 = \frac{1}{30} \cdot 100 = 3 \%,$$

$$H_{a_{mo}} = \frac{1}{T_{\phi_{mo}}} \cdot 100 = \frac{1}{6} \cdot 100 = 16 \%,$$

$$H_{a_{KЭС}} = \frac{1}{T_{\phi_{KЭС}}} \cdot 100 = \frac{1}{30} \cdot 100 = 3 \%.$$

Остаточная стоимость здания, технологического оборудования и КЭС:

$$C_{з_{ост}} = 100000 \left(1 - \frac{3 \cdot 30}{100} \right) = 10000000 \text{ руб.},$$

$$C_{то_{ост}} = 6000 \left(1 - \frac{16 \cdot 6}{100} \right) = 240000 \text{ руб.},$$

$$C_{KЭС_{ост}} = 3000 \left(1 - \frac{3 \cdot 30}{100} \right) = 300000 \text{ руб.}$$

5.1.2 Ущерб оборотных средств

Оборотные средства включают в себя производственные запасы, остатки незавершенного производства, готовую продукцию и другие ценности, необходимые для бесперебойной производственной деятельности и реализации продукции.

$$C_{oc} = C_{об.ср} \cdot N_{oc} \cdot G_{oc}, \quad (5.10)$$

где $C_{об.ср}$ – фактическая себестоимость оборотных средств на единицу ресурса, $\frac{руб}{шт}$;

$N_{ос}$ – количество оборотных средств в натуральном выражении, шт, $м^3$;

$G_{ос}$ – относительная величина ущерба, причиненного оборотным средствам.

Во время взрыва, были повреждены листы металла, для изготовления заготовок, количество которых равно 50 шт. Цена каждого из них составляет 25440 руб.

$$C_{ос} = 25440 \cdot 50 \cdot 0,1 = 127200 \text{ руб.}$$

5.2 Оценка косвенного ущерба

Оценка косвенного ущерба представляет собой сумму средств необходимых для ликвидации аварии и затраты, связанные с восстановлением производственного помещения для дальнейшего его функционирования [31].

Выражение для косвенного ущерба может быть представлено в виде:

$$Y_k = C_v + C_{лчс}, \quad (5.11)$$

где C_v – затраты, связанные с восстановлением производства, руб.;

$C_{лчс}$ – средства, необходимые для ликвидации ЧС, руб.

$$Y_k = 8621,5 + 3202461,25 = 3111082,75 \text{ руб.}$$

Средства необходимые для ликвидации ЧС зависят от ее характера и масштабов, определяющих объемы спасательных и других неотложных работ.

Основной вид работы, выполняемый при ликвидации ЧС и определяющими затраты – является тушение пожара, возникшего в результате взрыва.

5.2.1 Необходимые средства для ликвидации ЧС

Средства необходимые для ликвидации аварии определяем по формуле:

$$C_{\text{лчс}} = C_{\text{o.c}} + C_m + C_{\text{и.о}}, \quad (5.12)$$

$$C_{\text{лчс}} = 2972151 + 1390,25 + 228920 = 3202461,25 \text{ руб.}$$

где $C_{\text{o.c}}$ – расход на огнетушащие средства, руб.;

$C_{\text{и.о}}$ – расходы связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования, руб.;

C_m – расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники, руб.

Расход на огнетушащие средства находим по формуле:

$$\begin{aligned} C_{\text{o.c}} &= S_T \cdot L_{\text{тр}} \cdot \Pi_{\text{o.c}} \cdot t = 362,9 \cdot 0,15 \cdot 45,5 \cdot 1200 = \\ &= 2972151 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (5.13)$$

где t – время тушения пожара, 20 мин = 1200 сек;

$\Pi_{\text{o.c}}$ – цена огнетушащего средства – вода, 45,5 руб/м³;

$L_{\text{тр}}$ – интенсивность подачи огнетушащего средства, при II степени огнестойкости здания равна 0,15 л/с·м²;

S_T – площадь тушения пожара, составит.

Площадь тушения пожара определяем по формуле:

$$S_m = 3,14 \cdot \frac{R^2}{4} = 3,14 \cdot \frac{21,5^2}{4} = 362,9 \text{ м}^2.$$

Расходы связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования определяем по формуле:

$$\begin{aligned} C_{\text{и.о.}} &= (K_{\text{ап}} \cdot \Pi_{\text{об}} \cdot N_{\text{ап}}) + (K_{\text{ср}} \cdot \Pi_{\text{об}} \cdot N_{\text{ср}}) + \\ &+ (K_{\text{пр}} \cdot \Pi_{\text{об}} \cdot N_{\text{пр}}), \end{aligned} \quad (5.14)$$

где $N_{\text{ап}}$ – число единиц пожарного автомобиля, 2 ед.;

$N_{\text{ср}}$ – число единиц ручных стволов, 2 шт.;

$N_{\text{пр}}$ – число единиц пожарных рукавов, 4 шт.;

$\Pi_{\text{об}}$ – стоимость единицы оборудования, руб./шт.;

$K_{\text{ап}}$ – норма амортизации пожарного автомобиля;

$K_{\text{ср}}$ – норма амортизации ручного ствола;

$K_{\text{пр}}$ – норма амортизации пожарных рукавов.

$$C_{\text{и.о.}} = (0,03 \cdot 3800000 \cdot 2) + (0,05 \cdot 2000 \cdot 2) + (0,09 \cdot 2000 \cdot 4) = \\ = 228920 \text{ руб.}$$

Расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники находим по формуле:

$$C_m = P_m \cdot C_m \cdot L, \quad (5.15)$$

где C_m – цена за литр топлива, 33,5 руб/л;

P_m – расход топлива, 0,0415 л/мин;

L – весь путь, 1000 м.

$$C_m = 0,0415 \cdot 33,5 \cdot 1000 = 1390,25 \text{ руб.}$$

5.2.2 Затраты на восстановление производства

При возникновении аварии в помещении цеха пострадала вентиляционная система. Затраты, связанные с восстановлением производственного помещения определяются по формуле:

$$C_{\text{с}} = C_{\text{вс}} = 8621,5 \text{ руб.}, \quad (5.16)$$

где $C_{\text{вс}}$ – затраты, связанные с монтажом вентиляционной системы.

Затраты, связанные с монтажом вентиляционной системы находим по формуле [30]:

$$C_{\text{вс}} = (C_{\text{с}} \cdot V_{\text{с}}) + (V_{\text{с}} \cdot R_{\text{с}}) = (100,5 \cdot 43) + (43 \cdot 100) = \\ = 8621,5 \quad (5.17)$$

где $C_{\text{с}}$ – стоимость вентиляционной системы, 100,50 руб./м;

$R_{\text{с}}$ – расценка за выполнение работ по замене вентиляционной системы 100 руб./м;

$V_{\text{с}}$ – объем работ необходимый по замене вентиляционной системы в зависимости от радиуса зоны разрушений равен 43 м.

Таблица 5.2 – Основные расчеты по разделу

Наименование	Стоимость, руб.
Полный ущерб	4292282,75
Оценка прямого ущерба	1181200
Ущерб основных производственных фондов	1054000
Ущерб, нанесенный технологическому оборудованию	24000
Ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям	30000
Ущерб, нанесенный производственному помещению	1000000
Ущерб оборотных средств	127200
Оценка косвенного ущерба	3111082,75
Средства, необходимые для ликвидации ЧС	3202461,25
Расход на огнетушащие средства	2972151
Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования	228920
Расходы на топливо (ГСМ) для пожарной техники	1390,25
Расходы на восстановление вентиляционной системы	8621,5

Взрыв который произошел в на сварочном участке цеха № 41 ООО «Юргинский машзавод» нанес ущерб в виде поврежденного оборудования, вентиляционной системы потолочных стекол, а также материала предназначенного к реализации. Сумма полного ущерба составила 4292282,75 руб.

Отсюда можно сделать вывод, что, производственному помещению необходимо усилить меры по взрывопожарной безопасности, улучшить трудовую дисциплину, регулярно проводить осмотр производственного и технологического оборудования на предмет выявления состояний несоответствующих регламентному.

6 Социальная ответственность

6.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

В цехе № 41, при работе на машине газовой (плазменной) резки металла, были выявлены следующие вредные факторы:

- Воздух рабочей зоны;
- Шум;
- Параметры микроклимата;
- Освещение.

6.1.1 Воздух рабочей зоны

При газовой резке металлов и их сплавов в воздух рабочей зоны поступают газообразные вредные химические вещества, такие как оксид углерода и оксид азота [32].

Вредными являются вещества, которые при контакте с организмом человека могут вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

К профессиональным заболеваниям, обусловленным воздействием химического фактора, относятся:

- острые и хронические интоксикации и их последствия, протекающие с изолированным или сочетанным поражением различных органов и систем;
- болезни кожи (эпидермоз, контактный дерматит, фотодерматит, онихии и паронихии, токсическая меланодермия, масляные фолликулиты);
- металлическая лихорадка, фторопластовая (тефлоновая) лихорадка [33].

Оксид азота является веществом умеренно опасным, и относится к III классу опасности. Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны составляет 5 мг/м³.

Оксид углерода относится к IV классу опасности и является малоопасным веществом. Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны составляет 20 мг/м³ [34].

В результате аттестации рабочего места был установлен класс условий труда – 3,1, являющийся вредным, что говорит о превышении уровня ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Для создания благоприятных условий в рабочей зоне, необходимо разработать эффективную систему местной и общеобменной вентиляции, применять средства индивидуальной защиты органов дыхания, что позволит снизить концентрации вредных веществ до предельно допустимого уровня и значительно улучшить условия труда работающих в сварочном цехе.

Помимо газообразных вредных веществ, при сварочном процессе, в воздухе рабочей зоны образуются пылевыведения, приводящие к большой запыленности производственного помещения токсичной мелкодисперсной пылью, действующими негативно на организм работника.

Главными составляющими пыли при сварке и резке сталей являются оксиды марганца и оксиды кремния [35].

Попадание оксидов марганца в лёгкие человека приводит к острым и хроническим отравлениям, поражениям центральной нервной системы (ЦНС), печени и легких. Оксид кремния оказывает разрушающее действие на органы дыхательной системы, что приводит к постоянной одышке, боли в груди, сухому кашлю [36].

Оксид марганца является высокоопасным веществом, и относится к III классу опасности. Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны составляет 0,6 мг/м³.

Оксид кремния относится к III классу опасности и является малоопасным веществом. Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны составляет 3 мг/м³ [34].

В результате аттестации рабочего места был установлен класс условий труда – 3,1, являющийся вредным, что говорит о превышении уровня ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Работники сварочного участка обеспечены средствами индивидуальной защиты, цех оборудован системой общеобменной вентиляции, по возможности следует проветривать помещения, для уменьшения концентрации вредных веществ до предельно допустимого уровня.

6.1.2 Шум

Работа на машине плазменной резки сопровождается повышенным уровнем шума вследствие истечения газа из плазматрона с околосвуковыми скоростями [37].

Длительное воздействие шума может привести к ухудшению слуха, а в отдельных случаях – к глухоте. Шумовое воздействие на рабочих приводит к: снижению внимания, увеличению расхода энергии при одинаковой физической нагрузке, замедлению скорости психических реакций [38].

По результатам аттестации рабочего места был установлен вредный класс условий труда, равный 3,2, что говорит о превышении допустимого эквивалентного уровня звука на 15 дБ [39].

Во время технологических процессов и эксплуатации машин, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека на рабочих местах, до значений, не превышающих допустимые. Следует рассмотреть возможное применение звукопоглощающих конструкций, звукоизолирующих кабин

наблюдения с дистанционным управлением, применение акустических экранов или использование средств индивидуальной защиты органов слуха [38].

6.1.3 Параметры микроклимата

Состояние здоровья человека и его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Производственный микроклимат, как правило, отличается значительной изменчивостью, неравномерностью, разнообразием сочетаний всех основных показателей [40].

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Величины показателей микроклимата зависят от времени года и категории работ по уровню энергозатрат [41].

В результате аттестации рабочего места, на сварочном участке, был установлен второй класс условий труда, следовательно, можно сделать вывод, что показатели микроклимата на данном рабочем месте являются допустимыми, и не требуют каких-либо мероприятий по их улучшению [42].

6.1.4 Освещение

Производственное освещение служит для создания оптимальных условий трудовой деятельности людей. Основной задачей является обеспечение такой освещенности рабочего помещения, цеха, которая будет наилучшим образом соответствовать характеру выполняемой работы [43].

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет выполнение работы, вызывает утомление, увеличивает риск производственного травматизма. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме, ослаблением его реактивности, способствует развитию близорукости [44].

В результате аттестации рабочего места, на сварочном участке, был установлен второй класс условий труда в зависимости от параметров освещенности, следовательно, можно сделать вывод, что показатели на данном рабочем месте являются допустимыми, и не требуют каких-либо мероприятий по их улучшению [45].

6.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды

К опасным производственным факторам участка газовой резки относится пожаровзрывоопасность, в результате разгерметизации ацетиленового баллона, которая способна вызвать разрушительное действие в результате возможного взрыва, повлекшее за собой травмирование персонала, сопровождающееся временной или постоянной потерей трудоспособности.

В результате взрыва, работники подвергаются механическим и термическим опасностям.

Механические опасности характеризуются летящими осколками, обрушением конструкций и всего здания в целом. Термические опасности возникают в результате возникновения пожара.

Степень воздействия опасных факторов зависит от мощности взрыва, расстояния, и положения тела человека и характеризуется легкими, средними, тяжелыми, крайне тяжелыми травмами или приводит к гибели людей [46].

Для увеличения уровня пожаровзрывобезопасности, возможна установка предохранительной мембраны, способная уменьшить риск возникновения взрыва за счет снижения избыточного давления в баллоне. Единственным

недостатком данного решения будет являться то, что снижение давления будет происходить путем выпуска газа в помещение, что также является пожаровзрывоопасным фактором. Решение данной проблемы возможно при установке вентиляционного зонта над местом выпуска горячего газа в помещение, при срабатывании предохранительной мембраны (рис. 6.1)

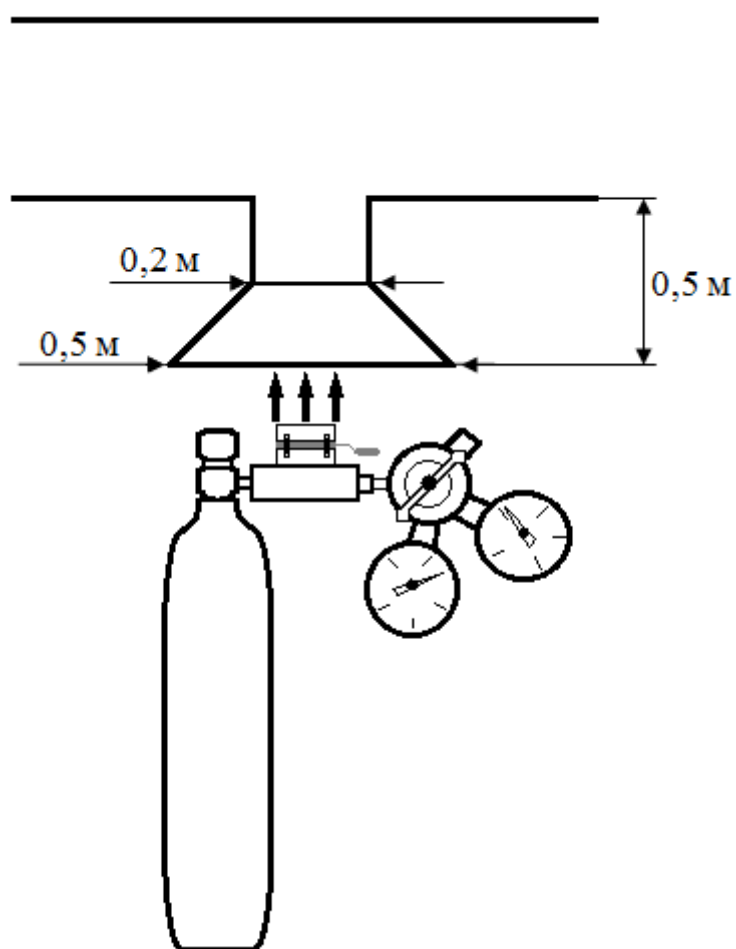


Рисунок 6.1 – Расположение вентиляционного зонта

6.3 Охрана окружающей среды

Выброс вредных веществ в окружающую среду осуществляется через оборудованную вентиляционную систему, ведущую за пределы цеха, но при этом, количество выбросов не настолько велико, а ущерб, нанесенный окружающей среде минимален, особенно если сравнивать уровень загрязнения

с воздействием черной и цветной металлургии, а также предприятиями химии и энергетики на окружающую среду. Еще меньше влияет сварочное производство на гидросферу и литосферу, так как образовавшиеся вредные вещества при сварочных работах не настолько значительны [47].

6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

К возможным чрезвычайным ситуациям природного характера можно отнести наводнения, сильные снегопады, засуха, сильные дожди, метели, ураган, землетрясение.

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией следует считать сильный снегопад, так как географическое расположение предприятия, в западной части Сибири, сопровождается продолжительной зимой с обильным выпадением осадков [48].

В цехе № 41 расположены потолочные стекла, под давлением слоя снега возможно разрушение стекол. Для предупреждения чрезвычайной ситуации, необходимо вести постоянный контроль и своевременно организовывать уборку снега, как по периметру цеха № 41, так и с крыши.

Действия в результате возникшей чрезвычайной ситуации включают в себя остановку производства работ в зоне обрушения потолочного стекла, информирование обслуживающего и технологического персонала о случившейся аварии, вывод работников в безопасное место, оказание медицинской помощи пострадавшим. Затем необходимо приступить к ликвидации аварии: оперативно начать работу по сбору осколков разбитых стекол и снега; удалить снег с потолочных стекол, чтобы избежать повторения аварийной ситуации; заменить на рамах разбитые стекла; об устранении аварии составить акт и отправить в отдел экологического контроля.

6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Регулирование трудового процесса осуществляет Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ, целями которого являются:

- создание благоприятных условий труда;
- защита прав и интересов работников и работодателей;
- установление государственных гарантий трудовых прав и свобод граждан.

К специфичным функциям трудового права относятся – производственная и защитная функции.

Производственная функция реализуется через воздействие на общественные отношения, связанные с производительностью труда, эффективностью производства, качеством работы.

Защитная (социальная) функция – через воздействие на общественные отношения, связанные с защитой здоровья работников, закреплением и защитой его трудовых прав и интересов, улучшением условий труда.

Одним из обязательных принципов регулирования трудовых отношений является обеспечение права каждого работника на справедливые условия труда, в том числе на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, права на отдых, включая ограничение рабочего времени, предоставление ежедневного отдыха, выходных и нерабочих праздничных дней, оплачиваемого ежегодного отпуска [49].

В соответствии с принципом регулирования, необходимо разработать организационные мероприятия для улучшения условий труда на сварочном участке цеха № 41, которые сопровождаются повышенным уровнем концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, высоким уровнем шума при работе.

При организации технологических процессов, создающих шум, следует предусматривать применение средств и методов, снижающих уровни шума в источнике его возникновения и на пути распространения:

- применение звукоизолирующих кабин, для наблюдения за технологическим процессом;
- устройство объемных поглотителей звука и звукопоглощающих облицовок;
- установка глушителей аэродинамического шума, создаваемого пневматическими ручными машинами, вентиляторами, компрессорными и другими технологическими установками;
- рациональные архитектурно-планировочные решения производственного помещения, а также расстановка технологического оборудования, машин и организации рабочих мест;
- использование рациональных режимов труда;
- применение средств индивидуальной защиты от шума.

Технологические процессы, характеризующиеся образованием и выделением пыли, должны быть механизированы и автоматизированы, предусматривать способы подавления пыли в процессе ее образования с применением воды.

Производственное оборудование, при работе которого образуется пыль, должно быть снабжено аспирационными устройствами, исключающими поступление запыленного воздуха в производственное помещение.

Воздуховоды вентиляционных систем, стены и элементы строительных конструкций цехов, проемы и поверхности окон, арматура освещения должны очищаться от пыли и копоти не реже одного раза в три месяца.

При осуществлении технологических процессов с выделением пыли, где концентрации пыли в воздухе рабочей зоны превышают ПДК, для защиты органов дыхания от пыли, все работники цеха должны быть обеспечены индивидуальными средствами защиты органов дыхания [50].

Заключение

Основными результатами данной выпускной квалификационной работы являются следующие положения:

- выявлены основные виды опасностей в цехе № 41, которые способны привести к возникновению аварийной ситуации;
- построен сценарий развития аварийной ситуации, подразумевающий взрыв ацетиленового баллона при выполнении работ, связанных с газовой резкой металла;
- произведена оценка риска возникновения аварийной ситуации путем построения «Дерева отказа» и «Дерева событий»;
- рассчитано избыточное давление взрыва и зона разрушения, в результате взрыва одного ацетиленового баллона;
- предложено инженерное решение, которое позволит снизить риск возникновения взрыва во время работы, при повышении избыточного давления в ацетиленовом баллоне;
- рассчитаны прямой и косвенный ущербы, полученные в результате возникновения аварии;
- внесены предложения, направленные на создание благоприятных условий, с целью уменьшения воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны и воздействия шума на рабочих, при выполнении газовой резки.

В ходе исследования работы цеха № 41 ООО «Юргинский машзавод» были выявлены одни из наиболее вероятных опасностей, связанных с возникновением аварийных ситуаций в цехе № 41, способных повлечь за собой значительный ущерб.

При дальнейшем построении сценария развития аварийной ситуации особое внимание было уделено опасности, связанной с повышением давления в сосудах. Согласно статистическим данным, аварии, случившиеся в результате

повышения давления в сосудах, случаются из года в год, это говорит о том, что рассмотренный сценарий развития аварийной ситуации имеет место быть.

Для оценки риска возникновения аварии, связанной с возможным взрывом ацетиленового баллона, было построено «дерево отказов», которое позволяет представить все цепочки событий, последствия которых влекут за собой развитие данной аварии. В результате, были выявлены основные причины, которые способны повлечь за собой взрыв ацетиленового баллона, к ним относятся: повышение температуры, человеческий фактор, удары или падения.

Построение «Дерева событий» заключалось в анализе развития аварийной ситуации с определением наиболее вероятного развития событий в результате разгерметизации ацетиленового баллона. Был сделан вывод о том, что наиболее вероятным развитием событий является разгерметизация ацетиленового баллона с последующим взрывом, что приведет к разрушениям в зоне поражения.

Расчет избыточного давления и радиуса зоны разрушения в результате взрыва позволяет определить степень разрушения в полученной зоне поражения, а также сделать вывод и возможных последствиях, связанных с травмированием персонала и повреждением оборудования.

Предложенное инженерное решение, заключающееся в установке разрывной предохранительной мембраны на специальное переходное устройство, позволит предотвратить развитие аварии, и значительно снизить уровень взрывоопасности при выполнении работ, на машине газовой резке. Срабатывания мембраны будет сопровождаться резким понижением давления в баллоне, но при этом произойдет выпуск горючего газа в помещение рабочей зоны, что является опасным фактором, из-за возможного возникновения взрыва, поэтому в случае установки мембраны, необходима установка вентиляционного зонта, что даст полную эффективность внедрения данного инженерного решения.

В результате анализа вредных и опасных производственных факторов, присущих рабочему месту машины газовой резки, были выявлены факторы превышающие уровень допустимых значений, вследствие чего были предложены меры направленные на улучшение условий труда, соблюдение которых значительно снизит неблагоприятное воздействие на организм работника, предотвратив при этом возможное развитие профессиональных заболеваний.

Список публикаций

1. Сафронова А. Б. Математика в техносфере // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 4–6 Апреля 2013. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 606–608 с.
2. Сафронова А. Б. Некоторые пути практического применения твердой составляющей сварочного аэрозоля (на примере Кузбасса) // Экология и безопасность в техносфере: проблемы и пути решения: сборник трудов всероссийской научно-практической конференции, Юрга, 27–28 Ноября 2013. – Томск: ТПУ, 2013. – 225–230 с.
3. Гришагин В. М., Сафронова А. Б. Изготовление полимерных композиционных материалов с включением твердой составляющей сварочных аэрозолей // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов V Международной научно-практической конференции: Юрга, 22–23 Мая 2014. – Томск: ТПУ, 2014. – 210–215 с.
4. Сафронова А. Б. Имитационное моделирование // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 9-11 Апреля 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – 684–686 с.
5. Пеньков А. И., Сафронова А. Б. Прогнозирование землетрясений и минимизация их возможных последствий // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. В 2-х томах, Томск, 5–6 Ноября 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – 257–262 с.
6. Сафронова А. Б. Анализ профзаболеваемости и травматизма на машиностроительных предприятиях // Экология, безопасность и охрана труда

на предприятии: сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи «Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении», Юрга, 7–9 Апреля 2016. – Томск: ТПУ, 2016. – 475–478 с.

7. Сафронова А. Б. Оценка технического состояния зданий и защитных сооружений ГО с помощью мобильного диагностического комплекса // Экология, безопасность и охрана труда на предприятии: сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи «Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении», Юрга, 7–9 Апреля 2016. – Томск: ТПУ, 2016. – 478–481 с.

Список использованных источников

1. Машиностроение [Электронный ресурс] / Академик. – Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geo/169/МАШИНОСТРОЕНИЕ. Дата обращения 18.05.2016 г.
2. Машиностроительное производство : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И. А. Булавинцева. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 176 с.
3. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/3cc6edcf62c33ed74fd0d4636555b4996a2d468e/. Дата обращения: 18.05.2016 г.
4. Производственные риски [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.novsu.ru/file/486806>. Дата обращения 18.05.2016 г.
5. Безопасность жизнедеятельности и производственная среда [Электронный ресурс] / Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности. – Режим доступа: <http://www.kornienko-ev.ru/BCYD/page232/page460/index.html>. Дата обращения: 18.05.2016 г.
6. Производственный травматизм и профессиональные заболевания [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.km.ru/referats/8929070D074E4FD89CC522B5D798E21C>. Дата обращения: 18.05.2016 г.
7. Расследование и учет несчастных случаев на производстве [Электронный ресурс] / Охрана труда и БЖД. – Режим доступа: <http://ohrana-bgd.narod.ru/ohrana15.html>. Дата обращения: 18.05.2016 г.
8. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2014 году / Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору от 3 июня 2011 г. № 278 – 2014 г.

9. Состояние аварийности с грузоподъемными механизмами [Электронный ресурс] / Прикладная экономика. – Режим доступа: <http://www.a-economics.ru/news/theme-withouttheme/code-4293/>. Дата обращения: 19.05.2016 г.
10. Основные причины аварий и несчастных случаев при работе грузоподъемных машин [Электронный ресурс] / Грузоподъемное оборудование. – Режим доступа: <http://kranbalka.com/art42.html>. Дата обращения: 19.05.2016 г.
11. Оборудование для газовой резки [Электронный ресурс] / Металлопрокат. – Режим доступа: <http://tutmet.ru/oborudovanie-mashina-stand-gazovoj-rezki-metalla.html>. Дата обращения: 22.05.2016 г.
12. Газовая сварка и резка металлов [Электронный ресурс] / Инженерная энциклопедия. – Режим доступа: <http://engineeringsystems.ru/processi-proizvodstva-chernih-i-cvetnih-metaliv-i-ih-splavov/gazovaya-svarka-i-rezka-metallov.php>. Дата обращения: 22.05.2016 г.
13. Техника безопасности при сварке [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://svarkainfo.ru/rus/lib/wcsecurity/gassec/>. Дата обращения: 22.05.2016 г.
14. Производственный травматизм и охрана труда. Причины и предупреждение производственного травматизма [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://all-gigiena.ru/lit/gigiena-gabovich-shaxbazyan/proizvodstvennij-travmatizm-i-oxrana-truda-prichini-i-preduprezhdenie-proizvodstvennogo-travmatizma>. Дата обращения: 19.05.2016 г.
15. О заводе [Электронный ресурс] / Юргинский Машзавод. – Режим доступа: <http://www.yumz.ru/about/>. Дата обращения: 19.05.2016 г.
16. Функционирование диспетчерской службы [Электронный ресурс] / Большая библиотека. – Режим доступа: <http://biglibrary.ru/category38/book116/part27/>. Дата обращения: 19.05.2016
17. Способы и виды сварки металла [Электронный ресурс] / Газосварочное и электросварочное оборудование. – Режим доступа: http://ptk-spb.ru/sposoby_i_vidy_svarki_metalla. Дата обращения: 28.05.2016 г.

18. Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_196804/. Дата обращения: 19.05.2016 г.

19. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. / Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России». – Москва: 2002 г.

20. Концепция приемлемого риска [Электронный ресурс] / Охрана труда. Информационный ресурс. – Режим доступа: http://ohrana-bgd.ru/bgdobsh/bgdobsh1_39.html. Дата обращения: 19.05.2016 г.

21. Машины термической (плазменной / газовой) резки металла с ЧПУ «Кристалл» промышленного типа [Электронный ресурс] / ПКВ Кристалл. – Режим доступа: <http://www.shtorm-its.ru/catalog/item/kristall-25-mashina-termicheskoy-rezki-s-peremescheniem-na-ralsah>. Дата обращения: 26.05.2016 г.

22. Ацетилен [Электронный ресурс] / О сварке. Информационный ресурс. – Режим доступа: <http://www.osvarke.com/acetylen.html>. Дата обращения: 26.05.2016 г.

23. Анализ дерева отказов [Электронный ресурс] / Портал знаний. – Режим доступа: <http://statistica.ru/knowledge-clusters/technical-sciences/analiz-dereva-otkazov/>. Дата обращения: 26.05.2016 г.

24. Деревья событий [Электронный ресурс] / Энциклопедия по машиностроению. – Режим доступа: <http://mash-xxl.info/info/129134/>. Дата обращения: 26.05.2016 г.

25. Карауш, С.А. Оценка параметров промышленных взрывов: учебное пособие / С.А. Карауш. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. – 96 с.

26. Расчет процессов горения и взрыва: учебное пособие / В.А. Портола, Н.Ю. Луговцова, Е.С. Торосян; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 108 с.
27. Взрывозащита технологического оборудования. / Водяник В.И. – Москва: Изд-во «Химия», 1991. – 256 с.
28. Мембранное предохранительное устройство [Электронный ресурс] / Википедия. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Мембранное_предохранительное_устройство. Дата обращения: 27.05.2016 г.
29. Алюминий: физические свойства, получение, применение, история [Электронный ресурс] / Точмех. – Режим доступа: <http://www.tochmeh.ru/info/alum2.php>. Дата обращения: 27.05.2016 г.
30. Экономика предприятия [Электронный ресурс] / Библиотекарь. – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/economika-predpriyatiya/42.htm>. Дата обращения: 1.06.2016 г.
31. Руководство к выполнению раздела выпускной квалификационной работы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» / Методические указания; Юргинский технологический институт, 2015. – 57 с.
32. Санитарно-гигиеническая оценка воздуха рабочей зоны при различных видах производственных работ [Электронный ресурс] / Контроль за состоянием атмосферы и воздуха рабочей зоны. – Режим доступа: http://edu.dvgups.ru/METDOC/ENF/HIMIY/EKOL/METHOD/MP_RZ/frame/2.htm. Дата обращения: 30.05.2016 г.
33. Химический фактор [Электронный ресурс] / Клинский институт охраны и условий труда. – Режим доступа: <http://edu.trudcontrol.ru/~3m/item/vnj40gOm>. Дата обращения: 30.05.2016 г.
34. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Система стандартов безопасности труда. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 71 с.

35. Вредные вещества, сопровождающие процесс сварки [Электронный ресурс] / Профессиональный портал «Сварка. Резка, металлообработка». – Режим доступа: http://www.autowelding.ru/publ/1/1/vrednye_veshhestva_soprovozhdayushhie_process_svarki/6-1-0-31. Дата обращения: 30.05.2016 г.
36. Отравляющие вещества при сварочных работах [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://tech-gas.ru/news/otravlyushie_veshstva.html. Дата обращения: 30.05.2016 г.
37. Плазменная резка [Электронный ресурс] / О сварке. – Режим доступа: <http://www.osvarke.com/plazmennaya-rezka.html>. Дата обращения: 31.05.2016 г.
38. Шум [Электронный ресурс] / Клинский институт охраны и условий труда. – Режим доступа: <http://edu.trudcontrol.ru/~3m/item/43u7haNo>. Дата обращения: 30.05.2016 г.
39. ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности. Система стандартов безопасности труда. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1988. – 13 с.
40. Микроклимат производственных помещений [Электронный ресурс] / Охрана труда и БЖД. – Режим доступа: http://ohrana-bgd.narod.ru/proizv_67.html. Дата обращения: 2.06.2016 г.
41. СанПиН 2.2.4.548.96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997. – 15 с.
42. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: 2005. – 132 с.
43. Производственное освещение [Электронный ресурс] / Световые технологии. – Режим доступа: <http://ltcompany.com/ru/articles/20/>. Дата обращения: 2.06.2016 г.
44. Освещение производственных помещений [Электронный ресурс] / Охрана труда. – Режим доступа: <http://cribs.me/okhrana-truda/osveshchenie->

proizvodstvennykh-pomeshchenii-i-ego-normirovanie_. Дата обращения: 2.06.2016 г.

45. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23- 05-95. – М.: 2011. – 57 с.

46. Механические опасности [Электронный ресурс] / Интернет помощник. – Режим доступа: <http://helpiks.org/4-26745.html>. Дата обращения: 30.05.2016 г.

47. Охрана труда в отрасли для сварочных специальностей. [Электронный ресурс] / Охрана труда. – Режим доступа: http://ohrana-bgd.ru/otras/otras1_03.html. Дата обращения: 30.05.2016 г.

48. География и климат [Электронный ресурс] / Кемеровская область – Режим доступа: <http://www.kemerovoobl.ru/about/geography/>. Дата обращения: 30.05.2016 г.

49. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/. Дата обращения: 31.05.2016 г.

50. СП 2.2.2.1327-03 Гигиена труда. Технологические процессы, материалы и оборудование, рабочий инструмент. Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003. – 51 с.