



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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка и расчет пожарного риска цеха по производству каменной ваты на ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ»

УДК 614.84:666

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17Г11	Ососова Наталья Александровна		

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
Инженер каф. БЖДЭиФВ	Романенко В.О.	к.т.н.		

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.



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
3-17Г11	Ососовой Наталье Александровне

Тема работы:

Оценка и расчет пожарного риска цеха по производству каменной ваты на ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 26/с

Срок сдачи студентам выполненной работы:	14.06.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1 Объект исследования – цех по производству каменной ваты ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ». 2 Краткая характеристика предприятия. 3 План ликвидации аварийных ситуаций предприятия.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Аналитический обзор проблемы пожарной безопасности промышленных предприятий. 2 Характеристика объекта исследования. 3 Возможные причины возникновения пожаров при производстве каменной ваты с построением сценариев их развития. 4 Оценка и расчет пожарного риска объекта

	исследования. 5 Расчет вероятных зон действия поражающих факторов. 6 Предложения по реализации мер, направленных на уменьшение пожарного риска.
Перечень графического материала	1 Общий план цеха по производству каменной ваты ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ». 2 Ситуационный план возможных очагов пожаров. 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	Романенко Василий Олегович

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
3-17Г11	Ососова Наталья Александровна		10.02.2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 79 с., 10 рис., 18 табл., 55 источников, 9 прил.

Ключевые слова: Пожар, каменная вата, пожарный риск, индивидуальный риск, потенциальный риск, предупреждение пожара.

Объектом исследования является (ются) ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ» цех по производству каменной ваты.

Цель работы – провести оценку и расчет пожарного риска цеха по производству каменной ваты на ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ», для эффективного управления и повышения уровня пожарной безопасности предприятия.

В процессе исследования проведен обзор проблемы пожарной безопасности промышленных предприятий, изучены возможные причины возникновения пожаров и методики расчета пожарного риска на промышленных предприятиях, рассмотрены возможные причины возникновения пожаров при производстве каменной ваты.

В результате исследования разработаны сценарии возникновения аварий, приводящих к возникновению пожара, построены «дерево отказов» и «Дерево событий» и рассчитаны границы зоны поражения. Произведен расчет потенциального и индивидуального риска, разработаны мероприятия, способствующие снижению пожарного риска в цехе по производству каменной ваты.

Степень внедрения: на стадии разработки.

Область применения: пожаротушение.

Экономическая эффективность/значимость работы высокая

В будущем планируется внедрение газового модуля в ручную систему пожаротушения.

ABSTRACT

Graduation thesis, 76 p, 10 Fig., 18 tab., 55 sources Appendix. 9.

Key words: Fire, rock wool, fire risk, individual risk, potential risk, prevention of fire.

The object of study is (are), ООО «Zavod TekhnoNikol-SIBIR» plant for the production of rock wool.

Purpose – to assess and the calculation of the fire risk of the plant for the production of rock wool at the Plant 2TekhnoNikol-SIBERIA», to effectively manage and improve the level of fire safety of the enterprise.

In the process of study, the overview of the problem of fire safety of the industrial enterprises, studied the possible causes of the fires and of methods of calculation of fire risk for industrial enterprises, the article discusses the possible causes of the fires in the production of stone wool.

The study developed scenarios of occurrence of accidents leading to fire, built a «fault tree» and «Tree of events» and calculated the boundaries of the affected area. Calculation of the potential and individual risk, measures that reduce fire risk in the workshop for the production of stone wool.

The basic constructive, technological and technical and operational characteristics:

Level of implementation: under development.

Application field: fire.

Economic efficiency/the importance of the introduction of gas module in manual fire suppression system will help to minimize the fire risk and reducing the time spent on liquidation of the fire.

Future plans include

Оглавление

	С.
Введение	9
1 Обзор литературы	11
1.2 Возможные причины и факторы, способствующие возникновению пожара	15
1.2 Способы и средства предупреждения, локализации и ликвидации пожара	19
2 Объект и методы исследования	24
3 Расчет и аналитика	31
3.1 Виды пожарного риска на промышленных предприятиях	31
3.2 Расчет потенциального, индивидуального риска в цехе по производству каменной ваты на ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ»	37
3.3 Расчет вероятных зон действия поражающих факторов	40
3.3.1 Расчет избыточного давления при возникновении сценария С-1	40
3.3.2 Расчет зоны поражения тепловым излучением при образовании «Огненного шара» при возникновении сценария С-2	43
4 Результаты проведенного исследования	49
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	52
5.1 Оценка прямого ущерба	52
5.2 Оценка средств для ликвидации пожара	56
6 Социальная ответственность	60
6.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды	61
6.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды	66

6.3 Охрана окружающей среды	68
6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях	69
6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	70
Заключение	72
Список использованных источников	74
Приложения	78

Введение

В настоящее время в России осуществляется проектирование и строительство большого количества сложных и, зачастую, новых для нашей страны промышленных объектов повышенной пожарной опасности, включающих в свой состав производственные здания и сооружения, в которых осуществляются различные пожаровзрывоопасные технологические процессы. Пожарная опасность в производственных зданиях и цехах является актуальной и первоочередной задачей.

По статистическим данным МЧС, основной причиной пожаров и взрывов на промышленных предприятиях является нарушение технологического режима (33 % случаев) [51], потому, что в техпроцессе применяются горючие и взрывоопасные вещества, существует возможность их контакта с воздухом. Пожар может возникнуть как внутри оборудования, так и вне его пределов, в помещении или на открытой площадке. На всех промышленных предприятиях есть емкости, резервуары и нередко с горючей жидкостью, которые таят в себе опасность возникновения пожара. С экономической точки зрения, простой технологической линии, при возникновении пожара, ведет к упущенной прибыли.

Важность и актуальность обозначенной проблемы послужили основанием для определения темы дипломного проекта: «Оценка и расчет пожарного риска цеха по производству каменной ваты на ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ».

Цель исследования – провести оценку и расчет пожарного риска цеха по производству каменной ваты на ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ», для эффективного управления и повышения уровня пожарной безопасности предприятия.

Задачи исследования:

- провести аналитический обзор проблемы пожарной безопасности промышленных предприятий;
- изучить возможные причины возникновения пожаров и методику расчета пожарного риска на промышленных предприятиях;
- рассмотреть возможные причины возникновения пожаров при производстве каменной ваты с построением сценариев их развития;
- оценить пожарный риск цеха по производству каменной ваты на ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ»;
- построить «Дерево отказов» и «Дерево событий» развития аварийных ситуаций;
- предложить рекомендации по реализации мер, направленных на уменьшение пожарного риска.

Несмотря на совершенствование процессов и технологий в промышленном производстве, положение в сфере промышленной безопасности не улучшается, число аварий и пожарный риск на производственных объектах оставляет желать лучшего.

Объектом исследования является ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ».

Предмет исследования: пожарный риск на ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ» в цехе по производству каменной ваты.

Практическая ценность данного исследования состоит в предложении мер, направленных на уменьшение пожарного риска.

В результате проведенных исследований разработаны мероприятия по уменьшению пожарной опасности и предложено решение по снижению риска возникновения пожара.

1 Обзор литературы

Анализ мировой статистики пожаров показывает, что на Земле происходит около 6,9 млн. пожаров, на которых гибнут люди примерно (69,3 тыс. человек.) Каждый час при пожарах на нашей планете погибают 8 человек и несколько десятков человек получают травмы [44].

Как абсолютное число погибших людей на пожарах, зарегистрированных в Российской Федерации, так и число погибших людей в расчете на 100 пожаров и на 100 тыс. человек населения является одним из самых высоких в мире. В США в 2011 г. число погибших на пожарах людей составило 3 005 человек, в то время как в РФ – 12 019 человек, численность населения в США (более 320 млн. человек в 2015 г.) более чем вдвое превышает численность населения в РФ (более 147 млн. человек в 2015 г.) [54].

Так, в 2013 г. в стране произошло 153 466 пожаров, где погибло 10 612 человек, прямой материальный ущерб составил 14 млрд. 885 млн. руб. По данным за 2014 г., на территории РФ (с учетом пожаров, произошедших в Республике Крым и г. Севастополь) зарегистрировано 152 695 пожаров, 10 237 погибших на них людей. Прямой материальный ущерб вырос до 18 млрд. 344 млн. руб. В таблице 1 представлены данные показателей обстановки с пожарами в РФ за 2006 – 2015 гг.

Таблица 1 – Основные показатели пожаров в РФ за 2005 – 2015 года

Наименование показателя	Годы										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Количество пожаров, тыс. ед.	229,8	220,5	212,6	202	187,6	179,5	168,5	162,9	153,5	150,8	145,6
Прямой материальный ущерб от пожаров, тыс. р.	6 682	8 475	8 690	12 228	11 193	14 565	18 199	15 693	14 885	18 246	18 814
	478	058	737	599	949	008	471	390	340	565	077
Количество погибших при пожарах людей, чел.	18 412	17 238	16 066	15 301	13 946	13 061	12 019	11 652	10 601	10 138	9 377
Количество травмированных при пожарах людей, чел.	13 362	13 554	13 688	12 887	13 269	13 117	12 516	12 229	11 132	10 997	10 920

При общем снижении в последние годы числа пожаров (с 229 тыс. ед. до 145 тыс. ед.), произошедших в Российской Федерации, и числа погибших на них людей (с 18 тыс. чел. до 9 тыс. чел.) значения данных показателей остаются достаточно высокими. Количество пожаров снизилось, а прямой материальный ущерб от пожаров увеличился до 18 миллионов 814 тысяч рублей [45].

В таблице 2 представлены статистические данные пожаров по Кемеровской области за 2009 – 2014 гг.

Таблица 2 – Пожары по субъекту РФ

Субъект РФ (РЦ)	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Кемеровская область	4357	4087	3924	3768	3641	3396

Согласно проведенному анализу, за 2009-2014 гг. количество пожаров в Кемеровской области с каждым годом становится меньше.

В таблице 3 представлены статистические данные по виду объекта пожаров за 2010 – 2014 гг.

Таблица 3 – Распределение основных показателей обстановки с пожарами в Российской Федерации за 2010 – 2014 гг. по виду объекта пожаров

Объект пожара	Количество пожаров, ед. Прямой материальный ущерб, тыс. руб. Погибло, чел.				
	2010	2011	2012	2013	2014
Здания производственного назначения	4225	3814	3459	3137	3099
	2775471	2212136	2337422	924216	1244516
	193	159	142	95	113

Согласно проведенному анализу, за 2010 – 2014 гг. количество пожаров в зданиях производственного назначения значительно снизилось (это еще связано с тем, что многие производственные объекты обанкротились, закрылись, подлежали ликвидации) и составило за 2014 год 3099 ед. Прямой материальный ущерб, тыс. руб. – снизился в 2013 году, а в 2014 почти на 300000 тыс. руб. увеличился. Число погибших до 2013 года снижалось, а 2014 году возросло и составило – 113 человек [54].

В таблице 4 представлены статистические данные по основным причинам возникновения пожаров в производственных зданиях и цехах за 2005 – 2013 гг. [45].

Таблица 4 – Распределение основных статистических показателей по пожарам, произошедшим в Российской Федерации в производственных зданиях и цехах в 2005 – 2013 гг.

Причины пожаров в производственных зданиях и цехах.	Количество пожаров, ед								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Неисправность производственного оборудования, нарушения технологического производства	458	396	376	345	264	249	216	236	206
НПУиЭ электро-оборудования	2442	2346	2172	1982	1485	1477	1375	1296	1269
НПУиЭ печей	892	805	781	693	548	546	468	467	405
НПУиЭ теплогенерирующих Агрегатов и устройств	141	147	142	114	130	113	108	75	63
Нарушение ППБ при проведении электрогазосварочных работ	426	358	323	282	177	171	168	163	138
Взрывы	11	20	15	17	11	7	8	18	7
Самовозгорание веществ и материалов	67	53	62	49	28	42	32	42	31
Грозовые разряды	31	35	36	26	15	25	11	20	9
Неосторожное обращение с огнем	2788	2426	2205	1906	1142	1036	940	719	599
Умышленные действия по уничтожению имущества (поджог)	395	423	407	388	223	240	212	188	196
Неустановленные причины	75	70	42	51	35	48	52	39	29

Согласно проведенному анализу, за 2005 – 2013 гг. больше всего пожаров происходит из-за нарушений правил устройств и эксплуатации электрооборудования. Пожаров, из-за неосторожного обращения с огнем, уменьшилось в 4 раза. Пожары, возникающие из-за неисправности

производственного оборудования, нарушения технологического производства уменьшились до 206 ед. Так же пожары, по вине нарушений правил устройств и эксплуатации теплогенерирующих агрегатов, имели тенденцию к снижению. Нарушение ППБ (правил пожарной безопасности) при проведении электрогазосварочных работ уменьшились в 3 раза. Другие показатели так же имели тенденцию к снижению количества пожаров.

В таблице 5 представлены статистические данные по основным причинам возникновения пожаров за 2010 – 2014 гг.

Таблица 5 – Распределение основных показателей обстановки с пожарами в Российской Федерации за 2010 – 2014 гг. по основным причинам возникновения пожаров

Причина возникновения пожара	Количество пожаров, ед. Прямой материальный ущерб, тыс. руб. Погибло, чел.				
	2010	2011	2012	2013	2014
Неисправность производственного оборудования, нарушение технологического процесса производства	727	688	649	607	510
	250949	710883	296285	327838	1345060
	18	10	14	12	4
Нарушение правил пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных работ	1237	1124	1170	1098	1017
	162684	248522	173891	235784	399337
	8	9	3	10	17

Согласно проведенному анализу, за 2010-2014 гг. количество пожаров (из-за неисправности производственного оборудования, нарушений технологического процесса производства) снизилось и составило 510 ед. Прямой материальный ущерб, тыс. руб. – существенно возрос, примерно раза в 3 (в связи с падением рубля, экономическим кризисом) и составил 1345060 тыс. руб. Количество погибших стало в три раза меньше и составило – 4 человека. Количество пожаров, из-за нарушения правил пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных работ снижалось с каждым годом и на 2014 год составило – 1017 ед. Прямой материальный ущерб, тыс. руб. – возрос в 1,6 раз и на 2014 год составил 399337 тыс. руб. Количество погибших наоборот увеличилось с 8 человек – до 17 [36].

В таблице 6 (находится в приложении А) представлен анализ известных аварий. Согласно проведенному анализу, больше всего аварий с возможностью возникновения взрыва или воспламенения возникает из-за неисправности производственного оборудования, нарушения технологического производства, нарушение ППБ (правил пожарной безопасности) при проведении электрогазосварочных работ.

1.1 Возможные причины и факторы, способствующие возникновению пожара

Рассмотрим здание производственного назначения – цех по производству каменной ваты. В качестве энергоносителя для производства каменной ваты используется каменноугольный кокс, фенолформальдегидная смола и доломит.

Технология производства каменной ваты

Сырье (доломит, базальт, кокс) поступает по железной дороге в полувагонах и думпкарах. Разгрузка производится в приемные траншеи. На склад сырье транспортируется из приемных траншей при помощи погрузчика. Со склада сырье перевозится в шихтовое отделение (суточные силосы), на которых установлены точные дозаторы. С их помощью сырьё тщательно взвешивается, мелкая фракция отсеивается. Затем оно загружается в печь-вагранку (при помощи ленточных транспортеров), где под точным компьютерным контролем формируется расплав нужного состава, вязкости и температуры около 1600 °С.

В вагранке, есть устройство, которое отсасывает, очищает и дожигает газ (используют природный газ - метан), пониженное давление создается в узле печи, удаляются частицы пыли и сжигаются все вредные составляющие газов. Через отдельную трубу (дымовую) газы, уже очищенные поступают в окружающее пространство. Энергия отработанных ваграночных газов используется для воздушного нагрева дутья вагранки. Затем расплав подается на многовалковую центрифугу, где под воздействием центробежных

сил валков, вращающихся со скоростью 7000 об/мин., капли расплавленного камня вытягиваются в волокна. Воздушным потоком волокна выдуваются в камеру осаждения, где дополнительно обрабатываются связующими, водоотталкивающими и обеспыливающими добавками.

Затем маятниковый раскладчик распределяет волокна в несколько слоев на ватном ковре. В гофрировщике волокна подпрессовывают, вертикально ориентируют, что усиливает прочность. Затем слой готовой ваты поступает на производственную линию, в камеру полимеризации, где полимеризуется связующее и готовому изделию придается определенная толщина. Там имеются весы, которые перед тем как подать минераловатный ковер в камеру, его взвешивают. Исходя из веса изделия регулируется скорость линии и все это происходит автоматически. Выходя из камеры полимеризации, ковер охлаждается, а после он распиливается на заданную длину по бокам, штабелируется и упаковывается в полиэтиленовую пленку. Все технологические процессы производства полностью автоматизированы, что обеспечивает высокую безопасность производства, экономическую и социальную эффективность.

Весь цикл производства каменной ваты показан на рисунок 1.

Производство каменной ваты включает в себя технологические стадии:

- Подготовка сырья;
- плавление в печи;
- образование волокна в центрифуге;
- осаждение и формирование слоя ваты, введение связующего;
- тепловая обработка ковра;
- получение готовых изделий.

Причины опасных событий при производстве каменной ваты можно подразделить на организационные и технические.

Анализ результатов расследования происшедших опасных событий показал, что основными факторами возникновения и развития этих событий являются:

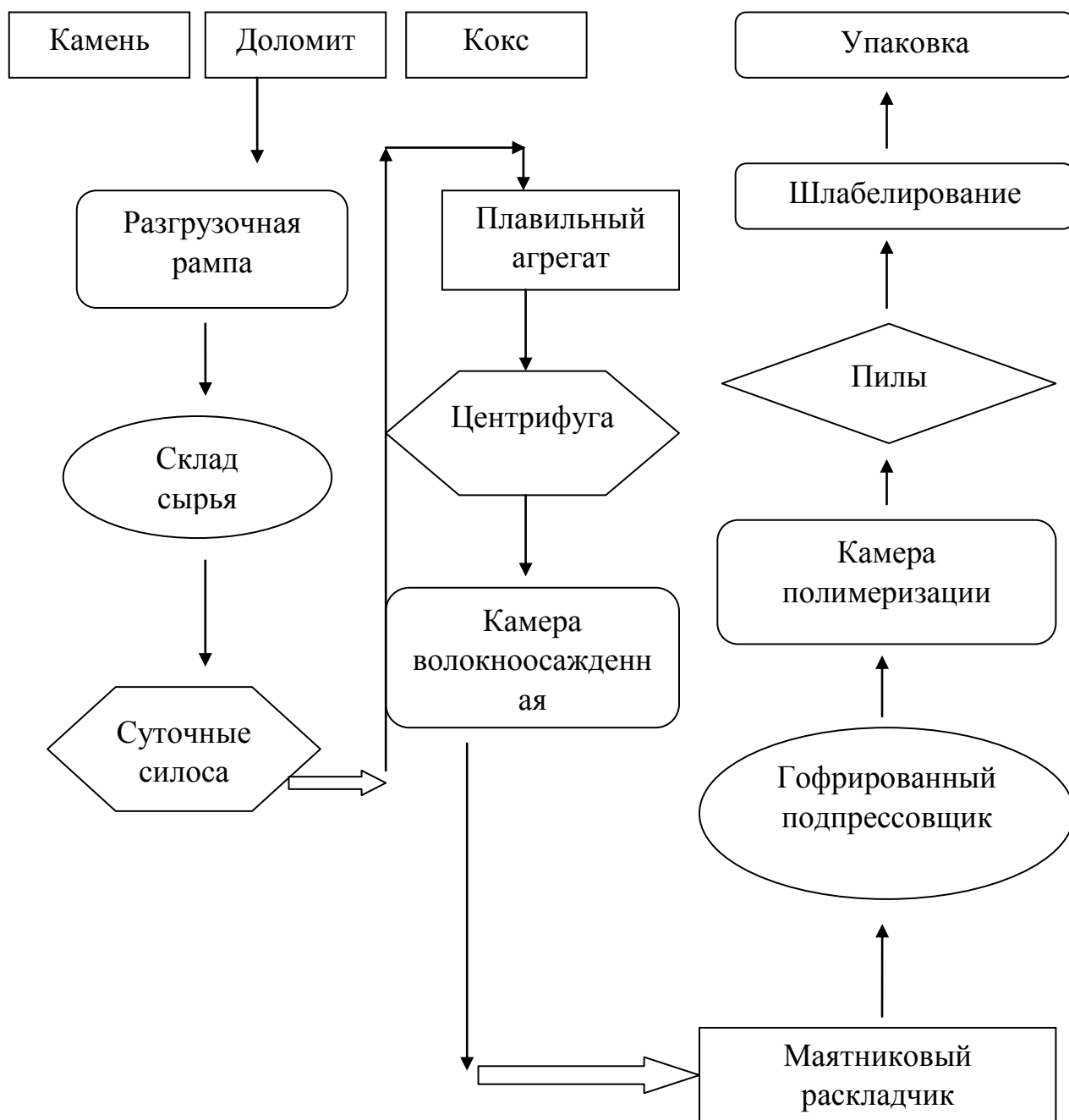


Рисунок 1 – Схема производства каменной ваты

– неудовлетворительное состояние технических устройств, а также несовершенство технологий или конструктивные недостатки, (нагревание деталей технологического оборудования выше нормы при перегрузке электросети и оборудования);

- нарушения эксплуатирующими организациями требований законодательства в области промышленной безопасности на всех стадиях жизненного цикла опасных производственных объектах;

- нарушения при эксплуатации опасных объектов, так и нарушения при проведении пуско-наладочных работ, работ по остановке производства, ремонтно-огневых работ;

- электрическая искра (дуга) при коротком замыкании электропроводки, разряд статического электричества, искрение электрооборудования, несоответствующего по исполнению категории и группе горючей среды;

- разряды атмосферного электричества при неисправности, неправильном конструктивном исполнении или отказе защищающего молниеотвода.

К организационным причинам относятся:

- нарушение технологии производства работ;
- неправильная организация производства работ;
- неэффективность производственного контроля, умышленное отключение средств защиты, сигнализации или связи;

- низкий уровень знаний требований промышленной безопасности;
- нарушение производственной дисциплины, несоблюдение режима курения;

- несоблюдение правил пожарной безопасности по совместному хранению веществ, материалов, отходов производства;

- неосторожные действия исполнителей работ.

Производство каменной ваты отличается пожарной опасностью, так как характеризуется сложностью технологических процессов, в цехе предусмотрено два ввода газопровода. Существует вероятность разгерметизации трубопровода, с образованием газо-воздушной смеси и ее воспламенением. Есть опасность возгорания отложений наростов шлаковаты на стенках воздухопроводов от камеры полимеризации, самовоспламенение

остаточных паров фенолформальдегидной смолы, попадание горящего кокса с вагранки.

Более 70 % опасных событий и несчастных случаев происходит по организационным причинам, так или иначе связанным с ошибками человека – оператора[47].

1.2 Способы и средства предупреждения, локализации и ликвидации пожара

Органы местного самоуправления, обязаны реализовать следующие задачи (перечень которых закреплен в ст.3 Федерального закона «О пожарной безопасности» [2]:

- создать пожарную охрану и организовать ее деятельность;
- разработать меры пожарной безопасности;
- реализовать права, обязанности и ответственность в области пожарной безопасности;
- проводить противопожарную пропаганду и обучение населения мерам пожарной безопасности;
- содействовать деятельности добровольных пожарных;
- обеспечить научно-техническим материалом по пожарной безопасности;
- обеспечить информационное поле в области пожарной безопасности;
- создать учет пожаров и их последствий;
- установить особый противопожарный режим.

В последнее время в результате опыта ликвидации последствий ЧС в России появились новые технические средства и меры:

- внедрение научно-технических достижений в практическую деятельность по предупреждению пожаров;

- установление предвестников и источников пожаров, а также зон распространения факторов опасности - очагов пожара, с помощью средств космического и наземного мониторинга;

- внедрение автоматизированных программно-технических комплексов мониторинга и прогнозирования природно-техногенных рисков, предупреждение и снижение рисков ЧС циклического характера в пожароопасные периоды;

- внедрение пилотных проектов систем мониторинга защищённости критически важных объектов инфраструктуры;

- внедрение программного комплекса «ДАР» (динамический анализ природных техногенных и биолого-социальных рисков) на территории РФ. Комплекс позволяет создавать интегральные карты рисков на основе использования статистических данных о последствиях ЧС на основе ГИС-технологий;

- построение и развитие проекта АПК (аппаратно-программный комплекс) «Безопасный город», для реализации современных подходов к управлению муниципальным хозяйством, жилищно-коммунальным хозяйством, социальной инфраструктурой [55].

В последние годы количество пожаров и погибших на них заметно снизилось, но все-таки предупреждение и прогнозирование является актуальным в наше время. На различных объектах необходимо анализировать возможные пожароопасные ситуации, т.к. большинство производственных объектов относятся к объектам повышенной опасности.

Для осуществления профилактических мер на производственных объектах требуется значительно меньше средств и усилий, чем на ликвидацию последствий аварий с пожарами и взрывами.

Процесс локализации и ликвидации пожара неразрывно связан с тактикой тушения. Анализ зарубежных и отечественных подходов к локализации пожара и разработка обобщенной методики тушения пожара для отечественных пожарных подразделений являются весьма актуальными.

Так в США применяют в основном подачу большого количества мощных струй огнетушащих веществ с больших расстояний – с соседних зданий, подъемной пожарной техники.

В Англии в основу положен принцип: бороться с открытым горением гораздо легче, чем с огнём в обстановке плотного задымления. Пожарные под контролем дают свободно прогореть участкам в так называемой «защитной полосе» и принимают решительные меры по защите соседних негорящих участков. Вскрытие и разборка производятся гораздо дальше от места видимого, открытого горения, т.е. тщательно готовятся условия для ликвидации горения.

В Германии оперативно-тактические действия по локализации и тушению пожара основаны, главным образом, на разборке и вскрытии строительных конструкций, а также максимально возможном приближении позиций ствольщиков к местам горения и на обеспечении максимальных расходов огнетушащих веществ. Причем, эти оперативно-тактические действия проводятся независимо от стадии развития пожара и участка, т.е. независимо от момента, определяющего, что еще может быть сохранено и что уже приведено опасными факторами пожара в полную негодность.

Особенность тактики действий российских пожарных – совершенная универсализация оперативно-тактических действий, т.е. по сути, применение всех вышеуказанных подходов. Система нормирования в России до настоящего времени позволяла достаточно долгое время совершать оперативно-тактические действия по спасанию людей внутри зданий и тушению пожара, располагая боевые позиции первоначально на решающем направлении, а затем на всех необходимых направлениях, одновременно проводя специальные работы и осуществляя защитные функции.

На производственных объектах для предупреждения, локализации и ликвидации пожара применяют:

- блокирование аварийного оборудования;

- применение испытанных защитных предохранительных устройств, поверенных средств измерения температуры, давления. Наличие газоанализаторов. Локализация аварии при помощи отсечных задвижек между блоками;

- повышение прочности характеристик оборудования;

- развитие базы диагностирования и дефектоскопии оборудования;

- проведение планово-предупредительных ремонтов; своевременная замена оборудования;

- проведение осмотра ревизий и испытаний оборудования, запорной арматуры, предохранительных устройств;

- применение более надежного оборудования, использование защитных покрытий и устройств более эффективных;

- соблюдение регламентируемых режимов работы, повышение прочностных характеристик оборудования и трубопроводов;

- аварийный запас трубопроводов;

- на вводе газопровода среднего давления в помещение цеха устанавливается предохранительный запорный электромагнитный клапан;

- для редуцирования давления газа и поддержания его на необходимом уровне установлена газорегуляторная установка;

- для защиты газопроводов от атмосферной коррозии предусматривается покрытие специальное, которое состоит из грунтовки двух слоев (ГОСТ 25129) [18] и краски, лака или эмали тоже двух слоев;

- автоматика безопасности, обеспечивает аварийное отключение горелок, посредством воздействия на сдвоенный электромагнитный клапан и прекращает подачу газа к горелке;

- на случай пожара в помещении устанавливается клапан термозапорный, который срабатывает при достижении температуры 80 – 100 °С и герметично перекрывает газопровод;

- установление средства контроля, управления технологических процессов, противоаварийной защиты, повышение их эффективности и надежности;
- исключение источников зажигания, по предотвращению образования взрывоопасной смеси применение средств контроля и регулирования;
- оснащение средствами пожаротушения, сигнализации и связи более эффективными; разработка действий рабочих по спасению людей, тушению пожара;
- планирование рациональной промышленной площадки. Размещение оборудования, различного назначения вне зоны возможного распространения пожара.

Вывод: проведён аналитический обзор статистических данных по пожарам на объектах промышленных предприятий, выявлены основные причины их возникновения и способы и средства предупреждения, локализации и ликвидации пожара.

2 Объект и методы исследования

ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-Сибирь» находится по адресу Кемеровская обл., г. Юрга, ул. 1-ая Железнодорожная, 1.

Завод специализируется на изготовлении рулонных кровельных материалов и гидроизоляционных наплавляемых материалов, модифицированных бутадиен-стирольным термоэластаном и его модификациями. Проектная мощность завода – 20 млн. м²/год техноэласта и унифлекса. Режим производства круглосуточный, 2 смены в сутки по 12 часов, 300 дней в году [52].

На заводе расположено три производственных цеха:

- Цех по производству мягких кровельных рулонных материалов (РМ);
- Цех по производству утеплителя из экструдированного пенополистирола (ЭПП);
- Цех по производству каменной ваты.

В дипломной работе рассмотрен цех по производству каменной ваты – второе предприятие в г.Юрге из построенных корпорацией «ТехноНИКОЛЬ».

Сегодня в цехе по производству каменной ваты работает около 200 человек (196). Площадь основного производственного корпуса превышает 20 000 м², административного корпуса – 4500 м². Производство оснащено современными линиями «Гамма Механика», способными выпускать 12,9 т/час. Цех оборудован комплексом утилизации отходов мощностью 150 тонн в сутки, эффективной очисткой дымовых газов.

Ниже на рисунке 2 представлена структурная схема цеха по производству каменной ваты.

Цех по производству каменной ваты состоит из следующих помещений:

- Место хранения пустых огнетушителей;
- Слесарная мастерская;

- Компрессорная;
- Трансформаторная ТП-10/0,4-кв;
- Склад АТЗ;
- Мастерская СГЭ (служба главного энергетика);
- Туалет;
- Лаборатория;
- ПТО (Производственно-технический отдел);
- АБК (административно-бытовой комплекс);
- Котельная;
- Производственный цех.

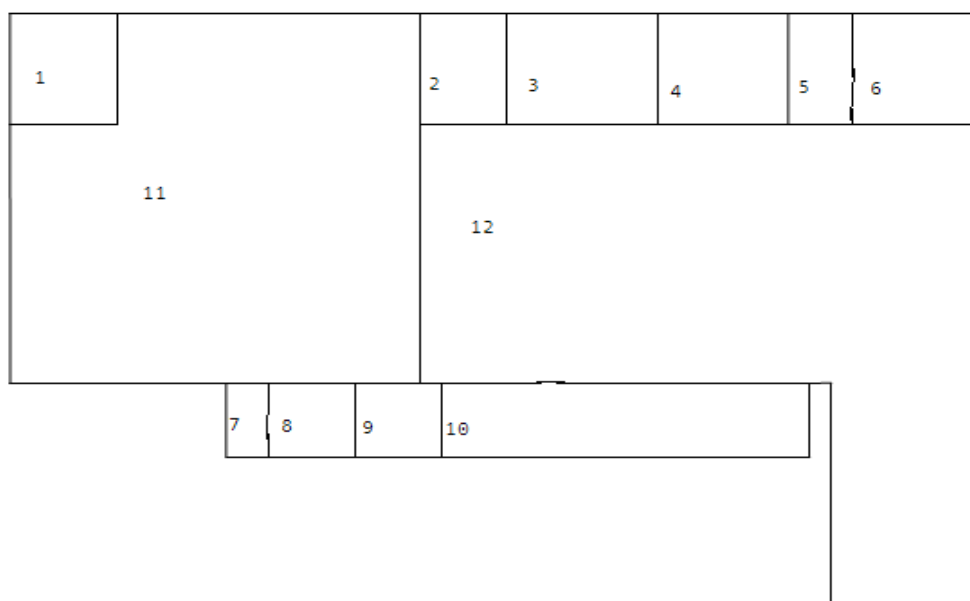


Рисунок 2 – Структурная схема цеха по производству каменной ваты на заводе
ООО «ТехноНИКОЛЬ»

В производственном цеху работают две производственные линии. Имеются командные пункты №1 – для первой производственной линии и №2 – для второй производственной линии.

По взрывопожарной и пожарной опасности – здание цеха относится к категории Б.

На ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ» используются углекислотные огнетушители, в цехе их 7 штук.

Так же на каждом участке технологического процесса находятся пожарные краны и рукава (20 м), общее количество которых составляет 24 единиц (12 кранов, 12 рукавов). В цеху имеется 35 электрощитов. Имеется 4 места, оборудованные средствами индивидуальной защиты (респиратор 3М). Имеется 9 аптечек с имеющимся медицинским имуществом. На заводе применяется автоматическая пожарная сигнализация.

Ответственность за организацию пожарной безопасности на заводе несет инженер по ОТ и ТБ. Он обладает всеми необходимыми знаниями, проводит аттестацию и сертификацию рабочих мест, инструктажи для работников и т.д. В его должностных инструкциях прописаны обязанности, и ответственность за соблюдением правил пожарной безопасности.

В цехе по производству каменной ваты имеется следующая документация по пожарной безопасности:

- положение о пожарной охране предприятий и нормах пожарной безопасности;
- журнал, где регистрируются инструктажи по пожарной безопасности;
- список обязанностей должностных лиц по обеспечению пожарной безопасности;
- программа для проведения вводного, первичного на рабочем месте, повторного, внепланового и целевого противопожарного инструктажа;
- план проведения тренировки по ликвидации аварийной ситуации в производстве цеха КВ;
- план локализации и ликвидации аварийных ситуаций системы газопотребления на ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ»;
- планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара;
- регламенты технического обслуживания огнетушителей;

– инструкция о порядке действия персонала при срабатывании пожарной автоматики.

На ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ» составляется годовой план противопожарных мероприятий, затем рассматриваются предложения по бюджету завода на следующий финансовый год, исходя из намеченных мероприятий.

Обучение работников завода по пожарной безопасности включает в себя:

- проведение различных видов инструктажей (вводного, первичного, повторного, внепланового);
- организация по пожарно-техническому минимуму занятий.

Для составления плана эвакуации, в случае возникновения пожара администрация завода организует комиссию.

В состав комиссии входят:

- председатель пожарно-технической комиссии;
- заместитель руководителя завода по административно-хозяйственной части;
- начальник пожарной охраны завода.

Комиссия назначает ответственных лиц за безопасную эвакуацию людей, (исходя из маршрутов движения) оповещение о пожаре и встречу пожарной авто-техники. Директор завода утверждает план эвакуации и составляет приказ о введении его в действие.

План эвакуации всегда находится в помещении цеха, чтобы работники его видели и знали все возможные пути выхода, в случае возникновения чрезвычайной ситуации. План эвакуации на заводе состоит из 2 – х частей: текстовой (инструкции) и графической (Приложение Б).

ООО «Завод ТехноНиколь-Сибирь» Филиал производства каменной ваты состоит из трех основных подразделений:

- производственная служба – занят 141 человек, в том числе, собственно в производстве, которое возглавляет директор по производству, 99 человек, в

ремонтной службе, которой руководит главный инженер – 45, в отделе контроля качества – 6 человек;

- коммерческая служба, в которой работает 48 человек под руководством коммерческого директора;

- третье подразделение – служба администрации.

Филиал производства каменной ваты представлен на схеме и находится в приложении В.

Основные причины, приводящие к возникновению пожара:

- ошибки персонала при ведении технологического процесса;
- нарушения персоналом технологии проведения ремонта оборудования;

- нарушения правил эксплуатации взрывозащитного оборудования;

- нарушение герметичности газопровода, отказы арматуры и разъёмных соединений, разрушение прокладок, разгерметизация из-за дефектов изготовления, механических повреждений, резких перепадах температур в аппаратах или температурные перенапряжения, разрывов технологических трубопроводов в результате коррозии, эрозии и усталости металла и т.п.;

- причины, связанные с внешними воздействиями (удары молнии, воздействие высоких температур при пожаре, террористические акты).

Наиболее опасными зонами на рассматриваемом объекте является газопровод, во время работы и пуска, дренирования и ремонта, а также отключающая арматура. Это создает условия, в случае нарушения герметичности оборудования, к выбросу и истечению наружу природного газа и образованию зоны загазованности газо-воздушной смесью, инициирование которой случайными или технологическими источниками зажигания может привести к возникновению аварийного газового взрыва на открытом пространстве.

Стадии развития аварийных ситуаций при разгерметизации газопровода:

- разгерметизация аппарата, из-за появления технической причины;
- разгерметизация аппарата, выброс технологической среды;

- образование парогазового облака;
- образование «огненного шара» или взрывное горение облака, или просто горение облака, которое образуется при появлении источника зажигания [46].

Есть опасность возгорания отложений наростов шлаковаты на стенках воздухопроводов от камеры полимеризации, самовоспламенение остаточных паров фенолформальдегидной смолы, попадание горящего кокса с вагранки; частичное горение масла на цепях камеры полимеризации.

Неоднородность физико-химических свойств расплава приводит к тому, что при его диспергировании наряду с минеральным волокном образуются «корольки» застывшего расплава сферической, каплеобразной и вытянутой формы. То есть «корольки» это стеклообразующие оксиды (SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , MgO), при сушке в КП они воспламеняются. Больше всего возгораний происходит на выходе из камеры полимеризации.

Частота основных событий, приводящих к пожару и образованию поражающих факторов, приведена в таблице 7.

Таблица 8 – Частота иницирующих событий, приводящих к пожару

Вид иницирующего события		Частота события год ⁻¹
С-1	Авария в результате взрыва газа в производственном цехе	$1,5 \cdot 10^{-5}$
С-2	Авария в результате пожара в здании	$2,7 \cdot 10^{-5}$

Сценарии возникновения пожаров при производстве каменной ваты

Сценарий С-1: Разгерметизация газопровода → утечка природного газа → образование взрывоопасной концентрации в помещении цеха → возникновение источника огня → взрыв;

Сценарий С-2: Разгерметизация газопровода → утечка природного газа → образование взрывоопасной концентрации в помещении цеха → возникновение источника огня → образование «огненного шара»;

Сценарий С-3 Накопление масла на ламелях (температура вспышки 255 °С) → повышение температуры при переходе с легкой продукции на более тяжелую → вспышка → частичное горение масла на цепях КП;

Для каждого сценария составлены «дерево отказов» и «дерево событий», и представленные в приложении Г, Д.

3 Расчет и аналитика

3.1 Виды пожарного риска на промышленных предприятиях

В соответствии со статьей 6 Технического регламента [1] о требованиях пожарной безопасности пожарная безопасность считается выполненной, если выполнены обязательные требования Технического регламента (ст. 6 Технического регламента о пожарной безопасности) или уровень пожарного риска не превышает допустимого значения ($1/10^{-6}$ в год).

Пожарные риски имеют классификацию, представленную на рисунке 3.

Индивидуальный	• объект – человек • источник – жизнедеятельность
Экологический	• объект – экология • источник - ЧС, антропогенное вмешательство
Социальный	• объект – социальные группы • источник – снижение качества жизни, ЧС
Технический	• объект – технические системы • источник – нарушение эксплуатации или техническое несовершенство

Рисунок 3 – Виды пожарного риска

В данной работе исследуем технический риск, дадим ему определение.

Технический риск – комплексный показатель надежности элементов техносферы.

К техносфере относятся – машины, оборудование, промышленное здание, цех и технический процесс производства.

Под надежностью понимают – вероятность аварии, катастрофы.

Технический риск рассчитывается по формуле:

(1)

Где R_T – технический риск;

ΔT – на идентичных технических системах и объектах - число аварий в единицу времени t ;

T – число идентичных технических систем и объектов, подверженных общему фактору риска f .

Технический риск имеет свои источники и факторы (рисунок 4).

Низкий уровень научно-технических работ	• Ошибочный выбор направления развития техники и технологии по критерию безопасности
Опытное производство новой техники	• Некачественная доводка конструкций, технологий, документации по критерию безопасности
Выпуск небезопасной техники, нарушение эксплуатации	• Отклонение от заданных параметров по критериям безопасности

Рисунок 4 – Источники и факторы технического риска

Профессор Николай Николаевич Брушлинский [41] дал следующую классификацию пожарных рисков:

– риск R_1 для человека столкнуться с пожаром (его опасными факторами) за единицу времени: $\frac{\text{пожар}}{10^2 \text{ чел.} \cdot \text{год}}$

– риск R_2 для человека погибнуть при пожаре (оказаться его жертвой): $\frac{\text{жертва}}{10^2 \text{ пожаров}}$

– риск R_3 для человека погибнуть от пожара за единицу времени:

$$\frac{\text{жертва}}{10^5 \text{ чел.} \cdot \text{год}}$$

Очевидно, что эти риски связаны соотношением: $R_3 = R_1 \cdot R_2$

Риск R_1 характеризует возможность реализации пожарной опасности, а риски R_2 и R_3 – некоторые последствия этой реализации.

Риски, характеризующие материальный ущерб от пожаров:

– риск R_4 уничтожения строений в результате пожара: $\frac{\text{уничт. строение}}{\text{пожар}}$

– риск R_5 прямого материального ущерба от пожара: $\frac{\text{денежная единица}}{\text{пожар}}$

В Техрегламенте [1] перечислены немного другие виды рисков (рисунок 5).

Допустимый пожарный риск – пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий.

Социальный риск – степень опасности, ведущий к гибели группы людей в результате воздействия опасных факторов пожара.

Индивидуальный пожарный риск – пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара.

Рисунок 5 – Виды рисков по Техническому регламенту пожарной безопасности

Кроме вышеперечисленных пожарных рисков можно рассматривать другие виды рисков (рисунок 6).

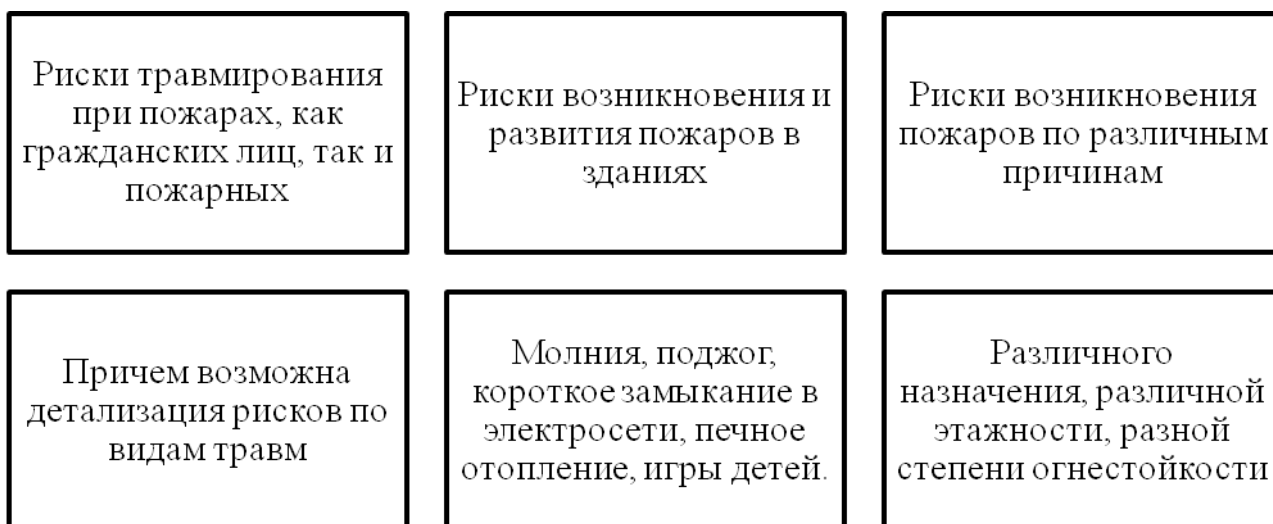


Рисунок 6 – Прочая классификация видов рисков

Таким образом, пожарные риски – это риск возникновения пожарной опасности на объекте и оценка обстоятельств его возникновения и возможных последствий. Классификаций пожарных рисков существует очень много, и для пожарной безопасности все их нужно уметь анализировать.

В ходе расчета возможных пожарных рисков производятся определенные процедуры [42] (рисунок 7).

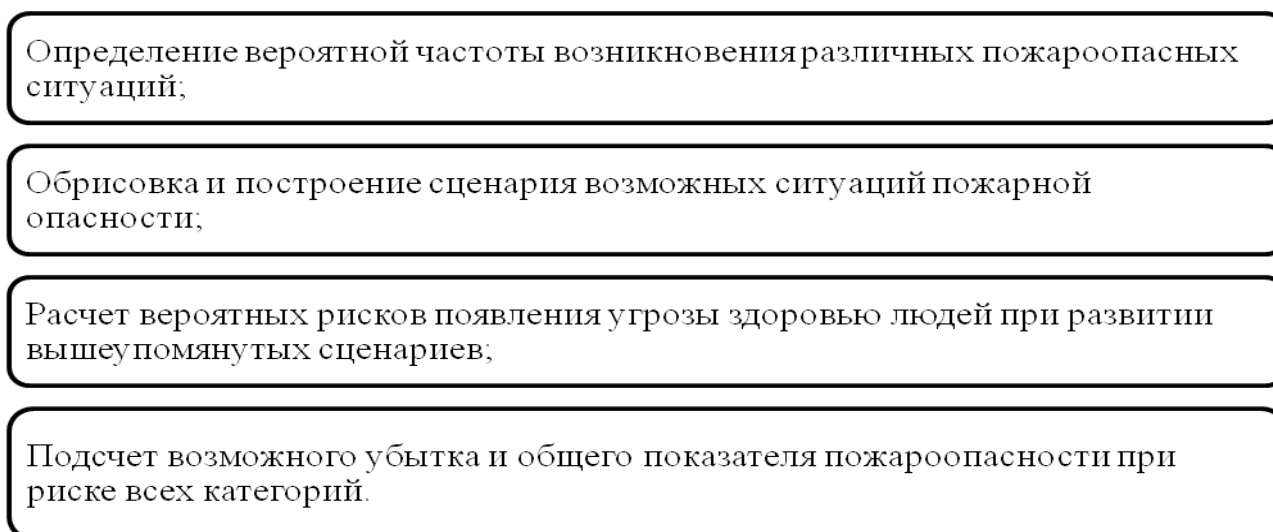


Рисунок 7 – Процедуры расчета возможных пожарных рисков

Оценка пожарного риска проводится при условиях, представленных на рисунок 8.

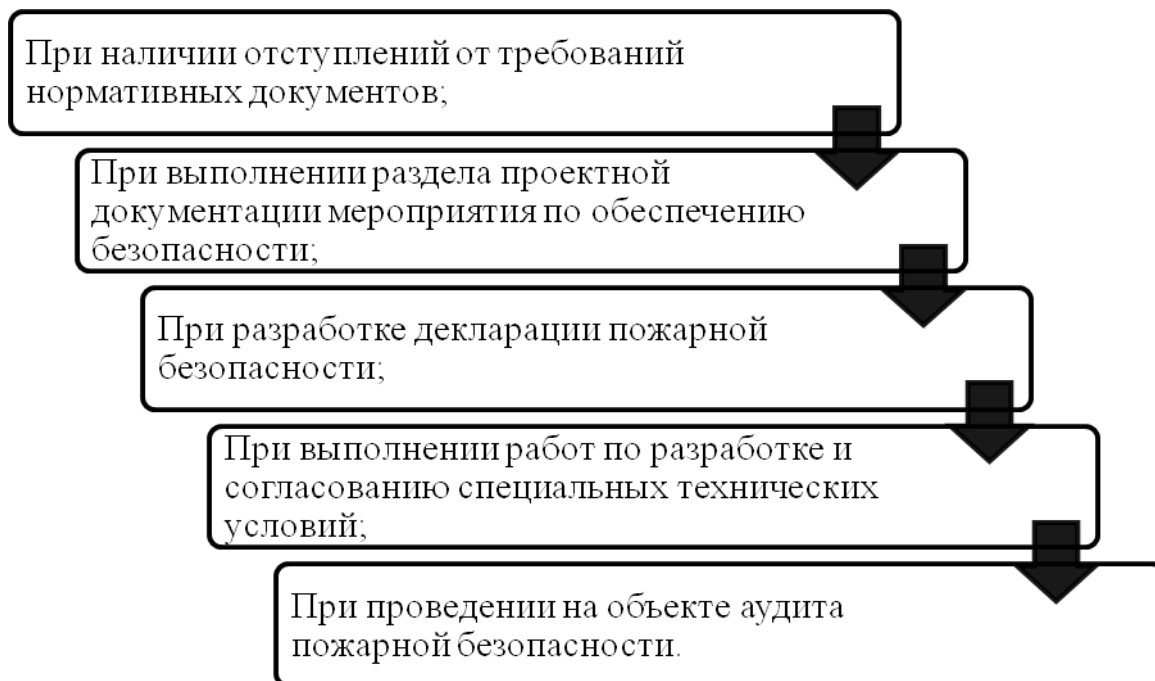


Рисунок 8 – Условия оценки пожарного риска

При анализе риска формируется и описываются сценарии возникновения и развития технических аварий и катастроф с применением основных определяющих уравнений, и критериев физики, химии, механики, экономики, биологии и экологии катастроф.

В первую очередь в управлении пожарными рисками необходимо дать характеристику исследования, понять, как возникла данная угроза, проанализировать опасность и последствия чрезвычайной ситуации.

Анализ опасности включает в себя характеристику опасности (природной или техногенной угрозы).

Вероятность развития опасного процесса и перерастания его в чрезвычайную ситуацию носит название природного или техногенного риска.

Факторы формирования таких рисков – естественные природные условия, процессы или техногенные условия – все, что существенно повышает вероятность негативного проявления опасностей и возникновения чрезвычайной ситуации.

Что касается анализа последствий, то в данной ситуации целесообразно проанализировать повторяемость возникшей чрезвычайной ситуации. Согласно оценке повторяемости чрезвычайных ситуаций проводится тремя способами:

- статистический метод;
- вероятностно-статистический метод;
- теоретико-статистический метод.

Если обратить внимание на таблице 8, то можно понять, что среди вышеперечисленных трех методов статистический является практически основным.

Таблица 8 – Методы оценки и прогноза частоты ЧС

Объем статистических данных N	Метод	Дополнительная информация для повышения точности
> 100	Статистический	Модели динамики
1-100	Вероятно-статистические	Модели перерасчета неоднородных данных; F (w)
< 1 (редкие ЧС)	Теоретико-статистический	Статистика иницирующих событий; закономерности их переростания в ЧС

Анализ риска так же включает в себя описание пути (сценария) развития процесса и расчет риска. Для расчета риска необходимы обоснованные данные.

Оценка риска включает в себя весь анализ риска, а также критерий приемлемости риска и сопоставление величины риска со значением.

На этапе планирования анализа риска или в результате полученных анализов определяются критерии приемлемого риска, которые могут задаваться нормативной документацией. Совокупность условий, включающих количественные показатели опасности, определенные требования безопасности определяют критерии приемлемого риска [33].

Примеры формулировок критериев приемлемого риска аварий для людей, названные д.т.н. М.В. Лисановым, представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Примеры формулировок критериев приемлемого риска

Критерии	Примеры формулировок критериев приемлемого риска
Качественные	1. Поражающие факторы аварий при разрушении любой единичной емкости на объекте не должны выходить за границу

	санитарно-защитной зоны. 2. Предприятие X не должно предоставлять опасность для третьих лиц, большую, чем для своего персонала. 3. Риск смертельного поражения людей при возможных авариях на объекте не должен превышать риска гибели людей от всех других причин.
--	---

При оценке риска возникновения пожара необходимо знать многие значения и критерии, например: частотные характеристики возникновения пожара, предполагаемые размеры последствий, и т.д. значит, пожарные риски можно просчитать статистическими или вероятностными методами и в ряде случаев предотвратить.

Оценка пожарного риска производится на основе:

- Методических указаний по проведению анализа риска опасных производственных объектов РД 03-418-01;
- «Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», ПРИКАЗ от 14 декабря 2010 г. N 649;
- ГОСТР 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля;
- Руководства по оценке пожарного риска для промышленных предприятий.

Расчеты по оценке пожарного риска проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1, 2, 3, 4, 8, 9].

Количественной мерой возможности реализации пожарной опасности объекта является риск гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара: риск гибели работника объекта и людей находящиеся вблизи территории объекта.

3.2 Расчет потенциального, индивидуального риска в цехе по производству каменной ваты на ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ»

Величина потенциального риска P_i (год⁻¹) в i -ом помещении здания объекта определяется по формуле:

$$P_i = \sum_{j=1}^J Q_j \cdot Q_{dij}, \quad (2)$$

где J – число сценариев возникновения пожара в здании;

Q_j – частота реализации в течение года j -го сценария пожара, год⁻¹;

Q_{dij} – условная вероятность поражения человека при его нахождении в i -ом помещении при реализации j -го сценария пожара [28].

Условная вероятность поражения человека Q_{dij} определяется по формуле:

$$Q_{dij} = (1 - P_{эij}) \cdot (1 - D_{ij}), \quad (3)$$

где $P_{эij}$ – вероятность эвакуации людей, находящихся в i -ом помещении здания, при реализации j -го сценария пожара;

D_{ij} – вероятность эффективной работы технических средств по обеспечению безопасности людей в i -ом помещении при реализации j -го сценария пожара.

При отсутствии данных по эффективности технических средств величины D_{ij} допускается принимать равными нулю.

Вероятность эвакуации $P_{эij}$ определяется по формуле:

$$P_{эij} = 1 - (1 - P_{э.Пij}) \cdot (1 - P_{д.Вij}), \quad (4)$$

где $P_{э.Пij}$ – вероятность эвакуации людей, находящихся в i -ом помещении здания, по эвакуационным путям при реализации j -го сценария пожара;

$P_{д.Вij}$ – вероятность выхода из здания людей, находящихся в i -ом помещении, через аварийные или иные выходы.

Вероятность эвакуации людей в цехе:

$$P_{эij} = 1 - (1 - P_{э.Пij}) \cdot (1 - P_{д.Вij}) = 1 - (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,001) = 0,999, \quad (5)$$

Так как для исследуемого цеха $P_{Э.Пij}$, $P_{Д.Вij}$ будут равны 0,999 и 0,001 соответственно.

Условная вероятность поражения человека в цехе:

$$Q_{dij} = (1 - P_{Эij}) \cdot (1 - D_{ij}) = (1 - 0,999) \cdot (1 - 0) = 0,001, \quad (6)$$

Потенциальный риск в цехе:

$$P_i = \sum_{j=1}^J Q_j \cdot Q_{dij} = (1,5 \cdot 10^{-5} + 2,7 \cdot 10^{-5}) \cdot 0,001 = 0,042 \cdot 10^{-6}, \quad (7)$$

Вывод: величина потенциального риска $P_i = 0,042 \cdot 10^{-6} (\text{год}^{-1})$ в здании производственного цеха.

Индивидуальный пожарный риск в зданиях

Величина индивидуального риска R_m (год^{-1}) для работника m объекта при его нахождении на территории объекта, определяется по формуле:

$$R_m = \sum_{i=1}^N q_{im} \cdot p(i), \quad (8)$$

Вероятность q_{im} определяется, исходя из доли времени нахождения рассматриваемого человека в определенной области территории и/или в i -ом помещении здания в течение года на основе решений по организации эксплуатации и технического обслуживания оборудования и зданий объекта исследования. Согласно ГОСТ 12.3.047 [17] $q_{im} = 0,33$ для работающих в одну смену, 0,67 две смены, 1 в три смены.

$$q_{im} \approx 0,67$$

$$R_m = \sum_{i=1}^N q_{im} \cdot p(i) = 0,67 \cdot 0,042 \cdot 10^{-6} \cdot 1 = 0,000001 = 0,028 \cdot 10^{-6}, \quad (9)$$

Величина индивидуального риска R_m (год^{-1}) для работника m при его нахождении в здании объекта, обусловленная опасностью пожаров в здании, определяется по формуле:

$$R_m = \sum_{i=1}^N P_i \cdot q_{im}, \quad (10)$$

где P_i – величина потенциального риска в i -ом помещении здания, год^{-1} ;

q_{im} – вероятность присутствия работника m в i -ом помещении 0,67;

N – число помещений в здании, сооружении и строении.

$$R_m = \sum_{i=1}^N P_i \cdot q_{im} = 0,042 \cdot 10^{-6} \cdot 0,67 \cdot 1 = 0,028 \cdot 10^{-6}, \quad (11)$$

Индивидуальный риск работника m объекта определяется как сумма величин индивидуального риска при нахождении работника на территории и в зданиях объекта. Следовательно, индивидуальный риск работника будет равен:

$$R_m = 0,028 \cdot 10^{-6} + 0,028 \cdot 10^{-6} = 0,056 \cdot 10^{-6}.$$

Вывод: индивидуальный риск не превышает допустимый $1 \leq 10^{-6}$ год следовательно можно сделать вывод о том, что риск является приемлемым, однако из-за частых инцидентов с возгоранием в цехе каменной ваты нельзя сказать, что он является «нулевым». Соответственно, вероятность воздействия поражающих факторов пожара на персонал все же существует.

3.3 Расчет вероятных зон действия поражающих факторов

3.3.1 Расчет избыточного давления при возникновении сценария С-1

Сценарий С-1. Разгерметизация газопровода в производственном цехе, утечка природного газа, взрыв

Избыточное давление взрыва ΔP для индивидуальных горючих веществ (газов и паров ЛВЖ и ГЖ) определяется по формуле [28]:

$$\Delta P = (P_{MAX} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{CB} \cdot P_{Г(П)}} \cdot \frac{100}{C_{СТЕХ}} \cdot \frac{1}{K_H} \text{ кПа}, \quad (12)$$

где P_{MAX} – максимальное давление взрыва стехиометрической газовоздушной и паровоздушной смеси в замкнутом объеме. Определяется экспериментально или по справочным данным. При отсутствии данных допускается принимать $P_{MAX} = 900$ кПа;

P_0 – начальное давление, кПа. Допускается принимать равным 101 кПа;

m – масса горючего газа или паров ЛВЖ и ГЖ, вышедших в результате аварии в помещение;

Z – коэффициент участия горючего во взрыве. Определяется по таблице 10;

V_{CB} – свободный объем помещения, m^3 .

Таблица 10 – Значение коэффициента Z для различных видов горючего

Вид горючего	Значение
Водород	1,0
Горючие газы (кроме водорода), пыли	0,5
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием.

Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать равным 80 % геометрического объема помещения.

$$V_{cb} = 0,8 \cdot V_{помещ}, \quad (13)$$

P_{Γ} – плотность газа или пара при расчетной температуре $t_{PACЧ}$, $кг/м^3$ рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\Gamma(П)} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,0037 \cdot t_{PACЧ})} \text{ кг / м}^3, \quad (14)$$

где M – молярная масса газа или пара, $кг/кмоль$;

V_0 – молярный объем при нормальных условиях, равный $22,4 \text{ м}^3/кмоль$;

$t_{PACЧ}$ – расчетная температура, $^{\circ}C$.

$C_{СТЕХ}$ – стехиометрическая концентрация горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ, % (объемных). Стехиометрическая концентрация вычисляется по формуле:

$$C_{СТЕХ} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta} \%, \quad (15)$$

где β – стехиометрический коэффициент кислорода в уравнении реакции горения.

Коэффициент β также может быть рассчитан по следующей формуле:

$$\beta = n_c + \frac{n_h - n_x}{4} - \frac{n_o}{2}, \quad (16)$$

где n_c , n_h , n_x , n_o – число атомов С, Н, О, галогенов в молекуле горючего вещества.

K_n – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать $K_n = 3$.

Утечка природного газа в результате разгерметизации газопровода с образованием взрывоопасной концентрации газовой смеси в помещении производственного цеха.

В производственном цехе, свободный объем которого $V = 18468 \text{ м}^3$, входит газопровод, по которому подается природный газ. В расчете принимаем газ метан (CH_4), занимающий до 93 % объема природного газа.

Максимальное давление в газопроводе $P_r = 600 \text{ кПа}$, максимальный расход $g = 0,24 \text{ м}^3/\text{сек}$. Считаем, что автоматическое отключение подачи газа не сработало. Время срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно ГОСТ 12.3.047-98 [8] принимаем $T = 120 \text{ сек}$.

Абсолютно-максимальная температура воздуха для данной местности $t_p = 41 \text{ }^\circ\text{C}$. Плотность метана при данной температуре равна $\rho_m = 0,620 \text{ кг/м}^3$.

Максимальное давление при сгорании стехиометрической газовой смеси метана в замкнутом объеме $p_{\max} = 900 \text{ кПа}$.

Расчет зон избыточного давления ударной волны взрыва газовой смеси. Объем метана, поступившего в помещение в результате аварийной разгерметизации газопровода, будет равен:

$$V = g \cdot T = 0,24 \cdot 120 = 28,8 \text{ м}^3, \quad (17)$$

Масса метана составит:

$$m_m = V \cdot \rho_m = 28,8 \cdot 0,625 = 18 \text{ кг}, \quad (18)$$

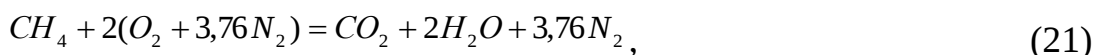
Плотность газа при данной температуре равна:

$$P_{r(n)} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + 0,0037 \cdot t_{pAC})} = \frac{16}{22,4 \cdot (1 + 0,0037 \cdot 41)} = 0,620 \text{ кг/м}^3, \quad (19)$$

Стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания метана равен:

$$\beta = n_c + \frac{n_n - n_x}{4} - \frac{n_0}{2} = 1 + \frac{4 + 0}{4} - \frac{0}{2} = 2, \quad (20)$$

Уравнение реакции горения метана в воздухе:



Стехиометрическая концентрация метана составит:

$$C_{CTEX} = \frac{100}{1 + 4,76 \cdot \beta} = \frac{100}{1 + 4,76 \cdot 2} = 9,5\%, \quad (22)$$

Избыточное давление при сгорании метановоздушной смеси, образующейся в результате аварии:

$$\Delta p = (P_{MAX} - P_0) \cdot \frac{m \cdot Z}{V_{CB} \cdot P_{Г(П)}} \cdot \frac{100}{C_{CTEX}} \cdot \frac{1}{K_H} = (900 - 101) \cdot \frac{18 \cdot 0,5}{18468 \cdot 0,620} \cdot \frac{100}{9,5} \cdot \frac{1}{3} \approx 2,5 \text{ кПа}, \quad (23)$$

Вывод: в соответствии с ГОСТ 12.3.047-98 [8] нижний порог повреждения людей соответствует $\Delta p = 5$ кПа, при $\Delta p = 2,5$ кПа в помещении производственного цеха поражение персонала и повреждение конструкций и оборудования не произойдет.

Характеристика неблагоприятных последствий ЧС для населения и окружающей среды в результате разгерметизации газопровода и взрыва в цехе находится в приложении Е.

3.3.2 Расчет зоны поражения тепловым излучением при образовании «Огненного шара» при возникновении сценария С-2

Сценарий С-2. Разгерметизация газопровода → утечка природного газа → образование взрывоопасной концентрации в помещении цеха → возникновение источника огня → образование «огненного шара»

Интенсивность теплового излучения $q(\text{кВт/м}^2)$ для огненного шара определяется по формуле [28]:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \alpha, \quad (24)$$

Величина E_f определяется на основе имеющихся экспериментальных данных. Допускается принимать E_f равной 350 кВт/м^2 . Значение F_g определяется по формуле:

$$F_g = \frac{D_s^2}{4 \cdot (H^2 + r^2)}, \quad (25)$$

где H – высота центра огненного шара, м;

D_s – эффективный диаметр огненного шара, м;

r – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром огненного шара, м.

Эффективный диаметр огненного шара D_s (м) определяется по формуле:

$$D_s = 6,48 \cdot m^{0,325}, \quad (26)$$

где m – масса продукта, поступившего в окружающее пространство, кг.

Величину H допускается принимать равной D_s .

Время существования огненного шара t_s (с) определяется по формуле:

$$t_s = 0,852 \cdot m^{0,26}, \quad (27)$$

Коэффициент пропускания атмосферы τ для огненного шара рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \exp \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{r^2 + H^2} - D_s / 2 \right) \right], \quad (28)$$

Согласно ГОСТ Р 12.3.047-98 [8] предельно допустимая доза теплового излучения на человека, при воздействии «огненного шара» представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Предельно допустимая доза теплового излучения на человека, при воздействии «огненного шара»

Степень поражения	Доза теплового излучения, Дж/м ²
Ожог 1-й степени	$1,2 \cdot 10^5$
Ожог 2-й степени	$2,2 \cdot 10^5$
Ожог 3-й степени	$3,2 \cdot 10^5$

Доза теплового излучения рассчитывают по формуле:

$$Q = g \cdot t_s, \quad (29)$$

где q – интенсивность излучения огненного шара, Вт/м²;

t_s – время существования «огненного шара», с.

Предельно допустимая интенсивность теплового излучения пожаров, представлена в таблице 12.

Найдем эффективный диаметр огненного шара:

$$D_s = 6,48 \cdot m^{0,325} = 6,48 \cdot 18^{0,325} = 16,58 \text{ (м)}$$

$$t_s = 0,852 \cdot m^{0,26} = 0,852 \cdot 18^{0,26} = 1,806 \text{ (с)}$$

Найдем угловой коэффициент облученности:

$$F_{g1} = \frac{D_s^2}{4 \cdot (H^2 + r^2)} = \frac{16,58^2}{4 \cdot (16,58^2 + 10)} = \frac{274,896}{1139,5856} = 0,241$$

$$F_{g2} = \frac{D_s^2}{4 \cdot (H^2 + r^2)} = \frac{16,58^2}{4 \cdot (16,58^2 + 50)} = \frac{274,896}{1299,584} = 0,212$$

Таблица 12 – Предельно допустимая интенсивность теплового излучения пожаров

Степень поражения	Интенсивность теплового излучения ² (тепловой поток), кВт/м ²
Без негативных последствий в течение длительного времени. Безопасно для человека в брезентовой одежде	1,4 4,2
Воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (влажность 12%) при длительности облучения 15 минут	12,9
Воспламенение древесины, окрашенной масляной краской по строганной поверхности; воспламенение фанеры	17,0
Не переносимая боль через 3-5 с.	10,5

$$F_{g3} = \frac{D_s^2}{4 \cdot (H^2 + r^2)} = \frac{16,58^2}{4 \cdot (16,58^2 + 100)} = \frac{274,896}{1499,584} = 0,183$$

$$F_{g4} = \frac{D_s^2}{4 \cdot (H^2 + r^2)} = \frac{16,58^2}{4 \cdot (16,58^2 + 120)} = \frac{274,896}{1579,585} = 0,174$$

$$F_{g5} = \frac{D_s^2}{4 \cdot (H^2 + r^2)} = \frac{16,58^2}{4 \cdot (16,58^2 + 140)} = \frac{274,896}{1659,585} = 0,166$$

$$F_{g6} = \frac{D_s^2}{4 \cdot (H^2 + r^2)} = \frac{16,58^2}{4 \cdot (16,58^2 + 160)} = \frac{274,896}{1739,584} = 0,158$$

Найдем коэффициент пропускания атмосферы:

$$\alpha_1 = \exp \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{r_1^2 + H^2} - D_s / 2 \right) \right] = \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{10^2 + 16,58^2} - 16,58 / 2 \right) \right] = 0,992$$

$$\alpha_2 = \exp \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{r_2^2 + H^2} - D_s / 2 \right) \right] = \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{50^2 + 16,58^2} - 16,58 / 2 \right) \right] = 0,969$$

$$\alpha_3 = \exp \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{r_3^2 + H^2} - D_s / 2 \right) \right] = \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{100^2 + 16,58^2} - 16,58 / 2 \right) \right] = 0,936$$

$$\alpha_4 = \exp \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{r_4^2 + H^2} - D_s / 2 \right) \right] = \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{120^2 + 16,58^2} - 16,58 / 2 \right) \right] = 0,924$$

$$\alpha_5 = \exp \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{r_5^2 + H^2} - D_s / 2 \right) \right] = \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{140^2 + 16,58^2} - 16,58 / 2 \right) \right] = 0,911$$

$$\alpha_6 = \exp \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{r_6^2 + H^2} - D_s / 2 \right) \right] = \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{160^2 + 16,58^2} - 16,58 / 2 \right) \right] = 0,899$$

Теперь найдем интенсивность теплового излучения:

$$q_1 = E_f \cdot F_q \cdot \alpha = 350 \cdot 0,241 \cdot 0,992 = 83,675 \text{ (кВт/м}^2\text{)}$$

$$q_2 = E_f \cdot F_q \cdot \alpha = 350 \cdot 0,212 \cdot 0,969 = 71,899 \text{ (кВт/м}^2\text{)}$$

$$q_3 = E_f \cdot F_q \cdot \alpha = 350 \cdot 0,183 \cdot 0,936 = 59,950 \text{ (кВт/м}^2\text{)}$$

$$q_4 = E_f \cdot F_q \cdot \alpha = 350 \cdot 0,174 \cdot 0,924 = 56,271 \text{ (кВт/м}^2\text{)}$$

$$q_5 = E_f \cdot F_q \cdot \alpha = 350 \cdot 0,166 \cdot 0,911 = 52,929 \text{ (кВт/м}^2\text{)}$$

$$q_6 = E_f \cdot F_q \cdot \alpha = 350 \cdot 0,158 \cdot 0,899 = 49,715 \text{ (кВт/м}^2\text{)}$$

Для поражения человека тепловым излучением величина пробить функции описывается формулой:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}), \quad (30)$$

где t - эффективное время экспозиции, с;

q - интенсивность теплового излучения, кВт/м².

Представим в таблице 13 результаты зависимости коэффициента излучения и интенсивность теплового излучения от расстояния

Таблица 13 – Результаты зависимости коэффициента излучения и интенсивность теплового излучения от расстояния

R/r м ²	α	q, кВт/м ²
10	0,992	83,675
50	0,969	71,899
100	0,936	59,950
120	0,924	56,271
140	0,911	52,929
160	0,899	49,715

Величина эффективного времени экспозиции t может быть определяется по формуле для «огненного шара»:

$$t = 0,92 \cdot m^{0,303}, \quad (31)$$

$$t = 0,92 \cdot m^{0,303} = 0,92 \cdot 18^{0,303} = 2,21$$

$$Pr_1 = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q_1^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(2,21 \cdot 83,675^{4/3}) = 4,34$$

$$Pr_2 = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q_2^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(2,21 \cdot 71,899^{4/3}) = 3,82$$

$$Pr_3 = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q_3^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(2,21 \cdot 59,950^{4/3}) = 3,20$$

$$Pr_4 = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q_4^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(2,21 \cdot 56,271^{4/3}) = 2,98$$

$$Pr_5 = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q_5^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(2,21 \cdot 52,929^{4/3}) = 2,76$$

$$Pr_6 = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q_6^{4/3}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(2,21 \cdot 49,715^{4/3}) = 2,56$$

С помощью таблицы 14 определяем условную вероятность поражения человека.

Таблица 14 – Значения условной вероятности поражения человека в зависимости от P_r .

Условная вероятность поражения, %	P_r									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,90	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23

90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Вывод: При расстоянии 10 м от границы пламени, условная вероятность риска поражения человека – 25%. При 50 м – 12%. При 100 м - 4%. При 120 м – 2%. При 140 м – 1,5%. При 160 м – 0%. Значение пробит-функции меньше 2,67 при расстоянии 160 м от границы пламени, значит безопасное расстояние при 160м.

Характеристика неблагоприятных последствий ЧС для персонала в результате разгерметизации газопровода и образования «огненного шара» в цехе находится в приложении Ж.

4 Результаты проведенного исследования

Изучение материалов о возгораниях, пожарах и взрывах позволяет выявлять их причины и разрабатывать соответствующие меры их предупреждения.

Для исключения возникновения пожара на заводе вовремя выявляют и устраняют неисправности, проводят плановый осмотр и своевременно устраняют все неисправности [34].

Так как в цехе неоднократно происходили возгорания наростов шлаковаты на внутренних стенках газохода от горелок КП до горелки дожига КП в труднодоступных для очистки местах и образовывалась задымленность ФКП (фильтр камеры полимеризации) из-за применения не стабильной фенолоформальдегидной смолы (разное содержание свободного формальдегида) в приготовлении раствора связующего, предложено рассмотреть возможность использования связующего других производителей).

В связи с тем, что термопары иногда не отображают критическое повышение температур и не срабатывает пожарная сигнализация. Предложено провести ревизию системы пожаротушения КП (термопары, автоматика).

Перед началом огневых работ производить подготовительные работы (чистку газоходов) во избежание возгораний.

Для предотвращения возгорания предложено заменить масло для смазки цепей КП с большей температурой вспышки (295 °C). Например HydraWay Bio SE 46 с температурой воспламенения 290 °C.

На участке между фильтром и воздухопроводом вентиляторов стоят термопары, которые через контрольный ПК предупреждают о перегреве и подают аварийный сигнал «пожар»; все работы по тушению пожара, осуществляются вручную (увеличивая тем самым время для ликвидации пожара). То есть противопожарная система относится к системам с ручным управлением, не имеет автоматических устройств, которые приводили бы ее в

действие; средством тушения является вода, распыскиваемая оросительным способом в зонах покрытия.

Зоны покрытия противопожарной системы оснащены собственной противопожарной сетью и независимым управлением:

- вытяжной фильтр зонтов;
- вытяжной фильтр дожигов;
- трубы вытяжки зонтов;
- трубы вытяжки дожига;
- трубы после зоны дожига (рециркуляция);
- трубы после зоны дожига (выталкивание);
- трубы рециркуляции каждой секции.

Так как возгорания полностью устранить нельзя, есть вероятность попадания кокса на ковер, часто происходят воспламенения из-за «корольков», так как они воспламеняется в КП, а ручное управление пожаротушением занимает определенное время (из-за этого образуются простои технологической линии более часа) поэтому рекомендовано перевести ручную систему пожаротушения на автоматическую. С внедрением модульного газового оборудования.

Рекомендуется использовать модуль МПТУ 150-50-12 (используется огнетушащий газ CO_2), где электронное устройство контроля массы (УКМ) встроено непосредственно в запорно-пусковое устройство (ЗПУ) модуля с электромагнитным пуском (Рисунок 9).

УКМ через стандартный соединительный штекер подключается к внешнему источнику питания. Измеряемые значения снимаются через порт RS232 и могут выдаваться в виде абсолютных значений или в процентном отношении.

Вся информация (масса ГОТВ, дата калибровки, дата обслуживания) сохраняется в запоминающем устройстве УКМ и при необходимости может выводиться на компьютер. Для визуального контроля ЗПУ модуля оборудовано

светодиодом, который выдает сигналы о нормальной работе, уменьшении массы ГОТВ на 5% и более или неисправности УКМ.

Коэффициент заполнения модулей двуокисью углерода 0,7 кг/л. Рабочее давление модуля 14,7 (150) МПа (кгс/см³). Периодичность освидетельствования баллона 1 раз в 10 лет. Срок службы модуля не менее 11,5 лет.

В целях обеспечения дополнительной безопасности модули снабжены предохранительными мембранами (на случай непредвиденного перегрева модуля и дальнейшего превышения допустимого давления в нем).

Внедряем два модуля, которые врезаются в действующие водоводы системы пожаротушения. Электромагнитный клапан электроуправления подключается к системе сигнализации (к системе повышения температуры, термопары).

Размещение модулей газового пожаротушения на ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ» в цехе по производству каменной ваты показано на схеме и находится в приложении И).

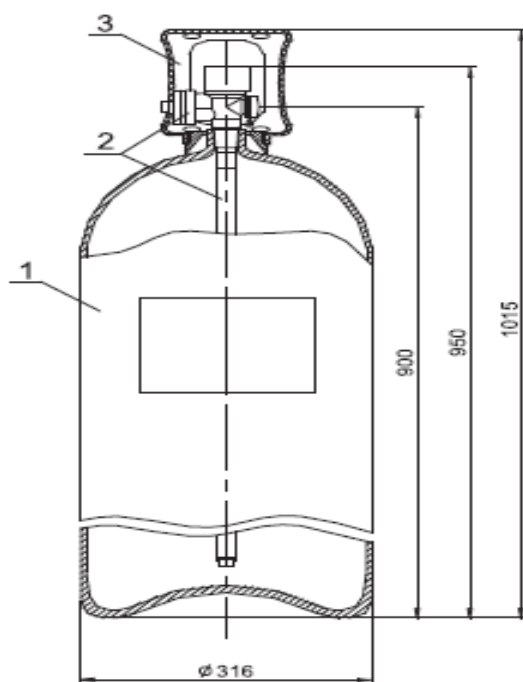


Рисунок – 9 Модуль газового пожаротушения МПТУ 150-50-12

- 1 – баллон; 2 – ЗПУ с встроенным устройством контроля массы;
3 – защитный колпак B06200000

Площадь основного корпуса производственного цеха по производству каменной ваты – 20000 м².

В производственном цеху произошла разгерметизация газопровода, утечка природного газа, образование взрывоопасной концентрации в помещении цеха, возникновение источника огня и образование «огненного шара», что привело к распространению продуктов горения.

В настоящей главе представлены расчеты прямого ущерба нанесенного ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ» в результате образование «огненного шара», и расчет необходимых затрат на ликвидацию его последствий.

5.1 Оценка прямого ущерба

Оценка прямого ущерба (руб) представляет собой сумму ущерба, который наносится основным производственным фондам (ОПФ) и оборотным средствам (ОС) [38]:

$$Y_{np} = C_{онф} + C_{ос} = 101789328 ,06 + 750000000 = 851789328 ,06, \quad (32)$$

где $C_{онф}$ – ущерб основных производственных фондов руб.;

$C_{ос}$ – ущерб оборотным средствам руб.;

Основные фонды производственных предприятий – складывается 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 произошел пожар [30].

Расчет ущерба основным производственным фондам находим по формуле:

$$C_{онф} = C_{то} + C_{кэс} + C_3, \quad (33)$$

где $C_{то}$ – ущерб нанесенный технологическому оборудованию руб.;

$C_{кэс}$ – ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям руб.;

C_3 – ущерб, нанесенный производственному помещению руб.;

$$C_{онф} = 74480000 + 2370,06 + 27306958 = 101789328,06$$

Расчет ущерба, нанесенного технологическому оборудованию находим по формуле:

$$C_{то} = \sum G_{мо} C_{мо} = 0,014 \cdot 5320000000 = 74480000, \quad (34)$$

Определение относительной стоимости при пожарах, рассчитывается как отношение площади пожара к общей площади помещения объекта [30].

$$G_{мо} = \frac{F_n}{F_o}, \quad (35)$$

где F_n – площадь пожара, определяемая в соответствии с рекомендациями, m^2 ;

F_o – площадь объекта, m^2 ;

$$G_{мо} = \frac{F_n}{F_o} = \frac{16,58^2}{20000} = 0,014, \quad (36)$$

Расчёт остаточной стоимости технологического оборудования:

$$C_{ТО.ост.} = n_{ТО} \times C_{ТО.б.} = \left(1 - \frac{H_{а.ТО} \times T_{ТО.ф.}}{100} \right), \quad (37)$$

где $C_{ТО.ост.}$ – остаточная стоимость технологического оборудования, руб.;

$n_{ТО}$ – количество технологического оборудования, ед.;

$C_{ТО.б.}$ – балансовая стоимость технологического оборудования руб.;

$H_{а.ТО}$ – норма амортизации технологического оборудования, %;

$T_{ТО.ф}$ – фактический срок эксплуатации технологического оборудования,

год.

$$C_{TO.ост} = 14 \cdot 3800000000 \left(1 - \frac{0,071 \cdot 14}{100} \right) = 5320000000$$

Расчет нормы амортизации технологического оборудования:

$$H_{a.TO} = \frac{1}{T_{TO.ф}} \cdot 100 = \frac{1}{14} \times 100 = 7,14 \quad (38)$$

Расчет ущерба, нанесенного коммунально-энергетическим сетям (КЭС) находим по формуле:

$$C_{кес} = \sum G_{кес} \cdot C_{кес.ост}, \quad (39)$$

где $G_{кес}$ – относительная величина ущерба при пожарах;

$C_{КЭС.ост}$ – остаточная стоимость коммунально-энергетических сетей, руб.;

$$C_{кес} = \sum G_{кес} \cdot C_{кес.ост} = 0,014 \cdot 169290 = 2370,06$$

Относительная величина ущерба при пожарах определяется, путем соотнесения площади пожара к общей площади помещения объекта, т. е. [35]:

$$G_{КЕС} = \frac{F_n}{F_o}, \quad (40)$$

где F_n – площадь пожара, определяемая в соответствии с рекомендациями, m^2 ;

F_o – площадь объекта, m^2 ;

$$G_{КЕС} = \frac{16,58^2}{20000} = 0,014$$

Расчет остаточной стоимости коммунально-энергетических сетей

$$C_{кес.ост} = n_{щ} \cdot C_{кес.б} \left(1 - \frac{H_{a.кес} \cdot T_{ф}}{100} \right), \quad (41)$$

где $n_{щ}$ – количество эл. щитков подлежащих замене, ед.;

$H_{акэс}$ – норма амортизации коммунально-энергетических сетей, %;

$T_{кэс.ф}$ – фактический срок эксплуатации коммунально-энергетических сетей, год

$$C_{кес.ост} = 19 \cdot 9000 \left(1 - \frac{0,125 \cdot 8}{100} \right) = 169290$$

Расчет нормы амортизации коммунально-энергетических сетей, %;

$$H_{a.кэс} = \frac{1}{T_{кэс.ф}} \times 100 = \frac{1}{8} \cdot 100 = 12,5\% , \quad (42)$$

Расчет ущерба, нанесенного производственному помещению находится по формуле:

$$C_з = \sum G_з \cdot C_{з.ост} , \quad (43)$$

где $G_з$ – относительная величина ущерба, причиненного производственному залу;

$C_{з.ост.}$ – остаточная стоимость производственного помещения в здании, руб.;

$$C_з = 0,014 \cdot 1950497000 = 27306958 ,$$

Расчет относительной величины ущерба, причиненного производственному залу;

$$G_з = \frac{F_n}{F_o} = \frac{16,58^2}{20000} = 0,014 , \quad (44)$$

где F_n – площадь пожара;

F_o – площадь помещения, m^2 .

Расчёт остаточной стоимости производственного помещения:

$$C_{з.ост} = C_{з.б} \left(1 - \frac{H_{a.з} \cdot T_{з.ф}}{100} \right) , \quad (45)$$

где $C_{з.б.}$ – балансовая стоимость производственного помещения в здании, руб.;

$H_{a.з}$ – норма амортизации производственного помещения, %;

$T_{з.ф}$ – фактический срок эксплуатации производственного помещения, год;

$$C_{з.ост} = 1970000000 \left(1 - \frac{0,0066 \cdot 150}{100} \right) = 1950497000$$

Расчет нормы амортизации производственного помещения, %

$$H_{a.з} = \frac{1}{150} \cdot 100 = 0,66\%$$

Ущерб оборотным средствам равен

$$C_{oc} = 750000000 \text{ .}$$

5.2 Оценка средств для ликвидации пожара

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

Основными видами работ, выполняемыми при ликвидации ЧС и определяющими затраты – является тушение пожара.

Средства на ликвидацию аварии (пожара) определяем [35] по формуле:

$$C_{л.а} = C_{o.c} + C_{и.о} + C_m, \quad (46)$$

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

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

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

$$C_{ла} = 4952380,5 + 572000 + 4879,87 = 5529260,37$$

Расход на огнетушащие средства находим по формуле:

$$C_{o.c} = S_m \times L_{mp} \times \Pi_{o.c.} \times t, \quad (47)$$

где t – время тушения пожара, 30 мин. = 1800 сек;

$\Pi_{o.c.}$ – цена огнетушащего средства – вода, 25,5 руб./л;

$L_{м.р.}$ – интенсивность подачи огнетушащего средства (табличная величина принимается исходя из характеристики горючего материала), 0,2л/(с×м²);

S_m – площадь тушения, 215,79 м².

$$C_{o.c} = 215,79 \cdot 0,5 \cdot 25,5 \cdot 1800 = 4952380,5 \text{ руб}$$

Пожар от взрыва распространяется по угловой форме, следовательно, площадь тушения пожара определяем по формуле [35]:

$$S_m = 3,14 \cdot \frac{R^2}{4}, \quad (48)$$

где R – радиус «огненного шара».

$$S_m = 3,14 \cdot \frac{16,58^2}{4} = 215,79 \text{ м}^2$$

Расчет пути, пройденного фронтом пламени за время свободного развития пожара (более 10 мин.), м

$$R_n = 0,5 \cdot V_{\text{л}} \cdot 10 + V_{\text{л}} \cdot (T_{\text{св}} - 10), \quad (49)$$

где $V_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения пожара, принимаем 1,5 м/мин;

$T_{\text{св}}$ – время свободного развития пожара.

$$R_n = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 10 + 1 \cdot (15 - 10) = 12,5 \text{ м}$$

$T_{\text{св}}$ – время свободного развития пожара определяем по формуле:

$$T_{\text{св}} = T_{\text{д.с}} + T_{\text{сб1}} + T_{\text{сл}} + T_{\text{бр1}}, \quad (50)$$

где, $T_{\text{д.с}}$ время сообщения диспетчеру о пожаре (для объектов оборудованных автоматической установкой пожарной сигнализации (АУПС) принимается равным 3 мин.);

$T_{\text{сл}}$ – время, сбора личного состава, 2 мин.;

$T_{\text{сб1}}$ – время следования первого подразделения от пожарной части (ПЧ) до места вызова, берется из расписания выездов пожарных подразделений, 5 мин.;

$T_{\text{бр1}}$ – время, затраченное на проведение боевого развертывания (в пределах 5 минут);

$$T_{\text{св}} = 3 + 5 + 2 + 5 = 15 \text{ мин}$$

$T_{\text{сл}}$ – время, сбора личного состава определяем по формуле:

$$T_{\text{сл}} = \frac{60 \cdot L}{V_{\text{сл}}}, \quad (51)$$

где L – длина пути следования подразделения от пожарного депо до места пожара, км;

$V_{\text{сл.}}$ – средняя скорость движения пожарных автомобилей, 45 км/ч;

$$T_{\text{сл}} = \frac{60 \cdot 1,5}{45} = 2 \text{ мин}$$

Расчет числа пожарных, участвующих в тушении пожара

$$n = n_{\text{э}} \times n_{\text{ПМ}}, \quad (52)$$

где n – число пожарных, участвующих в тушении пожара, чел.;

$n_{\text{э}}$ – численность экипажа пожарной машины, чел.;

$n_{\text{ПМ}}$ – количество пожарных машин, необходимых для тушения пожаров, ед.;

$$n = 3 \times 4 = 12 \text{ чел.}$$

Расчет необходимого количества стволов на тушение пожара:

$$N_{\text{ств}}^{\text{т}} = \frac{Q_{\text{тр}}^{\text{т}}}{q_{\text{ств}}}, \quad (53)$$

где – необходимое количество стволов на тушение пожара, (шт.);

$q_{\text{ств}}$ – расход из пожарного ствола.

$$N_{\text{ств}}^{\text{т}} = \frac{3,24}{3,5} = 0,92 \approx 1 \text{ РСК – 50}$$

Производительность ствола «РСК-50» равна 3,5 л/с

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

$$C_{\text{и.о.}} = (K_{\text{ав}} \times C_{\text{об.}} \times N_{\text{ав}}) + (K_{\text{ср}} \times C_{\text{об.}} \times N_{\text{ср}}) + (K_{\text{пр}} \times C_{\text{об.}} \times N_{\text{пр}}), \quad (54)$$

Где N – число единиц оборудования, шт.;

$N_{\text{АП.}}$ – число единиц пожарного автомобиля, 2 ед.

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

$N_{\text{пр}}$ – число единиц пожарных рукавов, 8шт.;

$C_{\text{об.}}$ – 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

$$C_{\text{и.о.}} = (0,03 \times 3800000 \times 2) + (0,09 \times 2000 \times 8) = 572000 \text{ руб.}$$

Расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники [26] находим по формуле:

$$C_m = P_m \cdot \Pi_m \cdot \left(60 \cdot \frac{L}{V_{\text{сл}}} \right), \quad (55)$$

где Π_m – цена за литр топлива, 29,5 руб./л;

P_m – расход топлива, 0,0415 л/мин;

L – весь путь, 3000 м.

$$C_m = 0,0415 \cdot 29,5 \cdot \left(60 \cdot \frac{3000}{45} \right) = 4879,87$$

Представим в таблице 15 основные расчеты по разделу.

Таблица 15 – Основные расчеты по разделу

Наименование	Стоимость/руб.
Оценка прямого ущерба	851789328,06
Ущерб основных производственных фондов	101789328,06
Ущерб, нанесенный технологическому оборудованию	74480000
Ущерб, нанесенный коммунально-энергетическим сетям	2370,06
Ущерб, нанесенный производственному помещению	27306958
Средства, необходимые для ликвидации ЧС (пожара)	5529260,37
Расход на огнетушащие средства	4952380,5
Расходы, связанные с износом пожарной техники и пожарного оборудования	572000
Расходы на топливо (ГСМ) для пожарной техники	4879,87

6 Социальная ответственность

Одной из главных задач администрации завода, является соблюдение правил производственной, экологической и пожарной безопасности, создание и улучшение оптимальных условий труда для работы персонала, снижение воздействия вредных и опасных факторов производства на рабочих местах в цеху по изготовлению каменной ваты.

В производственном процессе на заводе занято 99 человек на таких основных специальностях как: шихтовщик, вагранщик, операторы конвейерной линии оборудования и операторы установок волокнообразования, а также технической изоляции, сортировщик, водитель вилочного погрузчика.

Сотрудникам филиала производства каменной ваты устанавливается сменная работа с предоставлением выходных по скользящему графику.

График сменности утверждается руководителем подразделения.

Перерыв для питания и отдыха:

- для работающих посменно - дневная смена: с 13.00 до 14.00
- для работающих посменно - ночная смена: с 01.00 до 02.00

пятидневная рабочая неделя с двумя выходными днями – суббота и воскресенье.

Продолжительность ежедневной работы составляет 8 часов:

начало рабочего дня – 8.30,

окончание рабочего дня – 17.30.

Перерыв для питания и отдыха с 13.00 до 14.00 часов.

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы [16]. Классификация» производственные факторы подразделяются на четыре группы: физические; химические; биологические; психофизические.

6.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

К вредным производственным факторам относятся:

- запыленность и загазованность рабочей зоны;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенный уровень шума;
- повышенная температура воздуха рабочей зоны, материалов, поверхности оборудования.

В данном разделе рассмотрено фактическое состояние условий труда в операторской производственного участка. А так же рассмотрена физико-химическая природа вредности, действие фактора на организм человека, предлагаемые средства защиты (коллективные, индивидуальные).

Запыленность и загазованность рабочей зоны

Воздушная среда производственных помещений, в которой содержатся вредные вещества в виде пыли и газов, оказывает непосредственное влияние на безопасность труда. Воздействие пыли и газов на организм человека зависит от их ядовитости (токсичности) и концентрации в воздухе производственных помещений, а также продолжительности пребывания человека в этих помещениях.

Пыль - это аэрозоль с твердыми частицами дисперсной фазы размером преимущественно $10^{-4} \dots 10^{-1}$ мм. Будучи вредным производственным фактором, пыль оказывает негативное воздействие на здоровье человека. Продолжительное воздействие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию - пневмокониозу, характеризующемуся разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях; бронхиту, который сопровождается сильными приступами кашля и одышкой.

Воздушная среда цеха должна быть тщательно проверена при помощи газоанализатора. Обеспечение взрывобезопасности производственного цеха

достигается путем соблюдения санитарных требований допустимых концентраций горючих и вредных газов [11]. Необходимо контролировать утечку газа (наносить мыльный раствор на места соединений, при утечки появляются пузырьки).

Коллективные меры защиты с производственной пылью: рационализация производственных процессов, применение общей и местной вентиляции (в 2012 году на ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ» по существующей кровле над действующим производством осуществлен монтаж ленточных фонарей [53]. В конструкцию ленточного фонаря интегрированы люки дымоудаления, обеспечивающие эффективный вывод дыма, ядовитых испарений и тепла из помещения. Использование люков позволяет сдерживать повышение температуры при возгорании и распространение продуктов горения внутри помещения, тем самым обеспечивая в экстремальной ситуации пожарным доступ к очагу возгорания для его быстрой локализации. При пожаре люки открываются автоматически), замена токсических веществ нетоксическими, механизация и автоматизация процессов, влажная уборка помещений (ежедневная) и др.

Индивидуальные защитные средства: респираторы, фильтрующие противогазы, марлевые повязки, защитные очки и специальная одежда из пыленепроницаемой ткани.

В помещении оператора производственного участка соблюдены все правила, установленные по СанПиН № 11-19-94 и ГОСТ 12.1.005-88 [11, 23], которые устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – обязательные санитарные нормативы для использования их при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования и вентиляции, а также для текущего санитарного надзора.

Освещенность. Недостаточное освещение влияет на зрительную работоспособность человека, на его эмоциональное состояние, на психику и вызывает усталость центральной нервной системы. Уровень освещенности и

качество играют немаловажную роль в предотвращении несчастных случаев и чрезвычайных ситуаций.

В производственном цеху имеется аварийное освещение: эвакуационное (устанавливается у выходов, каждого противопожарного средства и кнопки включения пожарной сигнализации и их наличие жестко контролируется органами противопожарного надзора) и резервное (по нормативным документам, они должны быть в любом общественном или производственном помещении). Аварийное освещение это одно из звеньев пожарной безопасности.

Измерение и оценка освещенности проводились в соответствии со СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования», ГОСТ 17677-82 «Светильники. Общие технические условия», ГОСТ 24940-97 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности». В соответствии со СНиП 23.05-95, освещенность должна быть 200 лк [23].

В помещении оператора производственного участка горизонтальная освещенность – 160 лк, что не соответствует требованиям СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» [24]. Класс условий труда – 3.1.

Тип источника освещения – люминесцентная лампа белого цвета. Прибор для измерения уровня освещенности – люксметр.

Расчет освещения осуществляется методом коэффициента использования светового потока с учетом потока, отраженного от стен, потолка и рабочей поверхности. Данный метод дает возможность определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности. Этот метод пригоден для расчета общего освещения горизонтальной рабочей поверхности с учетом света, отраженного стенами и потолком.

Вибрация. Длительное воздействие вибрации высоких уровней на организм человека приводит к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда, бессоннице, головной боли, росту заболеваемости и нередко к возникновению профессиональной патологии – вибрационной болезни. При длительном воздействии вибрация перестраивает

костную ткань: на рентген снимках заметны полосы, похожие на следы перелома - участки наибольшего напряжения, где размягчается костная ткань. Возрастает проницаемость мелких кровеносных сосудов, нарушается нервная регуляция, изменяется чувствительность кожи.

Рассмотрим оценку условий труда по уровню вибрации в рабочей зоне (таблица 16).

Таблица 16 – Оценка условий труда по уровню вибрации в рабочей зоне

Место проведения измерения, рабочая зона центрифуги	Время воздействия вибрации, % рабочего времени смены	Уровень вибрации на рабочем месте, дБ	ПДУ, дБ
Вибрация от работы оборудования находящийся в рабочей зоне оператора линии брикетирования	70	84	75

Согласно таблицы 16, можно сделать вывод о том, уровень вибрации превышает ПДУ на 9 дБ. Класс условий труда 2 (вредный второй степени) [13, 16, 22].

Для защиты от вибрации применяют методы снижения виброактивности машин; отстройка от резонансных частот; виброизоляция; виброгашение, а также индивидуальные средства защиты (антивибрационные сапоги, рукавицы).

Шум. Повышенный шум влияет на нервную и сердечно-сосудистую систему, репродуктивную функцию человека, вызывает раздражение, нарушение сна, утомление, агрессивность, способствует психическим заболеваниям.

На рассматриваемом рабочем месте шум непостоянный. Источником шума является технологическое оборудования (центрифуга, бункера загрузки и т.д.). Шум действует на рабочего в течение смены. Получены следующие значения уровней звукового давления (таблица 17).

Из приведенных выше данных видно, что уровень звукового давления и эквивалентный уровень звука не соответствуют требованиям СН 2.2.4/2.1.8.562-

96 [10, 21]. Фактически уровень шума в рабочей зоне превышает ПДУ на 9 дБА, класс условий труда 3.2 (вредный второй степени).

Таблица 17– Уровни звукового давления

Показатель	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц.									Уровень звука, дБА
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Допустимый уровень звукового давления	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Фактический уровень звукового давления	80	79	79	81	76	75	78	79	76	84

Воздействие шума уровнем свыше 75 дБА может привести к потере слуха – профессиональной тугоухости. Средствами защиты от повышенного уровня шума могут являться средства индивидуальной защиты (беруши), либо технические средства.

Оценка обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ) на рабочем месте. Согласно ст. 221 [6] на работах с опасными и вредными условиями труда работнику бесплатно выдаются сертифицированные средства индивидуальной защиты. В соответствии с Типовыми отраслевыми нормами [7] оператору производственного участка положены средства индивидуальной защиты, представленные в таблице 18.

Таблица 18 – Перечень СИЗ, положенных оператору установки волокнообразования, согласно действующим нормам

Перечень СИЗ, положенных работнику согласно действующим нормам	Наличие СИЗ у работников	Соответствие СИЗ условиям труда
Обязательные:		
Костюм суконный	есть	соответствует
Ботинки кожаные	есть	соответствует
Рукавицы комбинированные	есть	соответствует
Очки защитные от механических повреждений	есть	соответствует
Дополнительные:		
Каска защитная	есть	соответствует
Респиратор противопылевой	есть	соответствует
Вкладыши противозумные (беруши)	есть	соответствует
Куртка на утепляющей прокладке	есть	соответствует
Брюки на утепляющей прокладке	есть	соответствует

Жилет утепленный	есть	соответствует
Перчатки х/б с латексным покрытием	есть	соответствует
Костюм хлопчатобумажный	есть	соответствует

Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам промышленности строительных материалов утверждены постановлением Минтруда России от 25 декабря 1997 года №66, п. 262 [6].

6.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды

К опасным производственным факторам оператора производственного участка относятся: повышенное значение напряжения; работа с высокими температурами; движущиеся машины и механизмы технологического оборудования.

Источники механической опасности в цеху по производству каменной ваты: движущиеся механизмы и их части; передвижные изделия, установки; острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхности; горячие и скользкие поверхности.

Методы защиты от механических опасностей: обеспечение недоступности в опасную зону; снижение опасностей при помощи защитных приспособлений.

Термические опасности.

Технологический процесс (процесс полимеризации каменной ваты) требуют высоких температур. При контакте кожи с поверхностью может образоваться термический ожог, а нахождение около камеры полимеризации приводит к перегреву организма, что в последствии может привести к потере сознания, к тепловому удару. Так же долгое нахождение возле камеры полимеризации приводит к обезвоживанию организма.

Средства защиты: экранирование; средства индивидуальной защиты.

Электроопасность.

Механическое действие тока проявляется в возникновении значительного давления в кровеносных сосудах и тканях организма при испарении крови и др. жидкости, а также в смещении и механическом напряжении их под влиянием электродинамических сил. При этом могут произойти тяжелые повреждения различных тканей и сосудов.

Средствами для защиты от поражения электрическим током: резиновая обувь и перчатки.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца, мозга и др. органов, находящихся на пути тока, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства (т. е. расстройства специфической деятельности органов).

Персоналу, выполняющему работы, при которых может возникнуть опасность поражения электрическим током, присваивается группа 1 по электробезопасности. Присвоение I группы производится путем проведения инструктажа, который в свою очередь завершается проверкой знаний в форме устного опроса. Присвоение I группы по электробезопасности проводится с периодичностью не реже 1 раза в год [12, 15].

Пожаровзрывоопасность.

Согласно НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» здание цеха каменной ваты относится к категории «Б».

Несоблюдение правил пожарной безопасности может привести к возникновению пожара. Пожар представляет собой опасность, так как может причинить значительный вред здоровью, повлечь за собой человеческие жертвы и порчу материальных ценностей. Степень огнестойкости здания определяется его конструкцией в соответствии с СНиП 21-01-97 [1, 2], которые регламентируют классификацию зданий и сооружений по степени огнестойкости, конструктивной и функциональной пожарной безопасности.

В целях предотвращения пожара на предприятии с персоналом проводится противопожарный инструктаж, на котором знакомят работников с правилами противопожарной безопасности, а также обучают правильному использованию первичных средств пожаротушения (огнетушители, ящики с песком, асбестовое полотно).

6.3 Охрана окружающей среды

В состав Филиала Производства Каменной Ваты ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-Сибирь» входят производственные отделения, имеющие оборудование, в процессе эксплуатации которого образуются выбросы, отходы производства и потребления, отрицательно воздействующие на окружающую среду.

Защита селитебной зоны.

ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-Сибирь», построен с соблюдением требований СНиП 2.07.01-89 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Нормативный размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 для предприятий строительной промышленности III класса «Производство толя и рубероида» составляет 300 метров [19].

Проектом озеленение прилегающей к предприятию территории предлагается деревьями двухрядной или трёхрядной посадкой при расстоянии между рядами 3 метра (при шахматной посадке) шириной 50-60 метров

Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы).

Основным воздействием на атмосферный воздух производства кровельных материалов в основном цехе являются тепловыделения и углеводороды.

Технологические линии укрыты и снабжены технологическими отсосами. Дополнительно предусмотрена общеобменная вентиляция,

рассчитанная на удаление тепловыделений. На ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-Сибирь» существует «мокрая система» очистки газов.

Анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы).

На ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-Сибирь» предусмотрена замкнутая система водооборота и утилизация всех компонентов шлама.

Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы).

Завод, старается ограничить до минимума вмешательство в окружающую среду и применяет технологии повторного использования отходов производства. Обрезки «ковра» тщательно перетираются, смешиваются с цементом и формуется в брикеты, повторно поступающие в вагранку, в качестве одного из компонентов шихты. Эмиссия отходов производства составляет около 93 %.

С целью предотвращения загрязнения и захламления территории производства кровельных материалов проектом предусмотрены места складирования и утилизация отходов производства. На вывоз, образующихся отходов получено согласование с заинтересованными предприятиями, имеющими лицензию на переработку и размещение производственных отходов. Потенциальные источники загрязнения почв отсутствуют.

Разработка решений по обеспечению экологической безопасности.

Для экологической безопасности предложена очистка технологического оборудования (газоходов) сухим льдом (криогенный бластинг).

6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

Перечень возможных ЧС природного характера на объекте:

Опасные геологические явления обвалы, чрезвычайные метеорологические явления (ураганный ветер, сильный снегопад, гололед, сильный мороз, сильная метель, град, туман, гроза, засуха, пожар).

Действия персонала производственного цеха при возникновении чрезвычайных ситуаций:

При возникновении пожара первый, заметивший очаг, должен немедленно сообщить начальнику смены или руководству, а затем оповестить аварийно-диспетчерскую службу «04» и другие аварийно-спасательные службы, согласно схемы оповещения (схема организации взаимодействия при возникновении ЧС находится в приложении П).

6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

План мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда завода ООО «ТехноНИКОЛЬ-Сибирь» в цехе производства каменной ваты для оператора производственного участка, подразумевает под собой обеспечение работника соответствующими средствами индивидуальной защиты и безопасными условиями труда.

Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны

В ходе проведенных расчетов получили, что в данном помещении оператора производственного участка необходимо использовать 12 светильников по 2 лампы ЛД65-4 в каждом. Данная система позволит улучшить качество освещения и равномерно распределить освещенность по всей площади помещения. Спроектированная система освещения позволит приблизить уровень освещенности к допустимым нормам согласно СНиП 23-05-95 [24] «Естественное и искусственное освещение» (Рисунок 10).

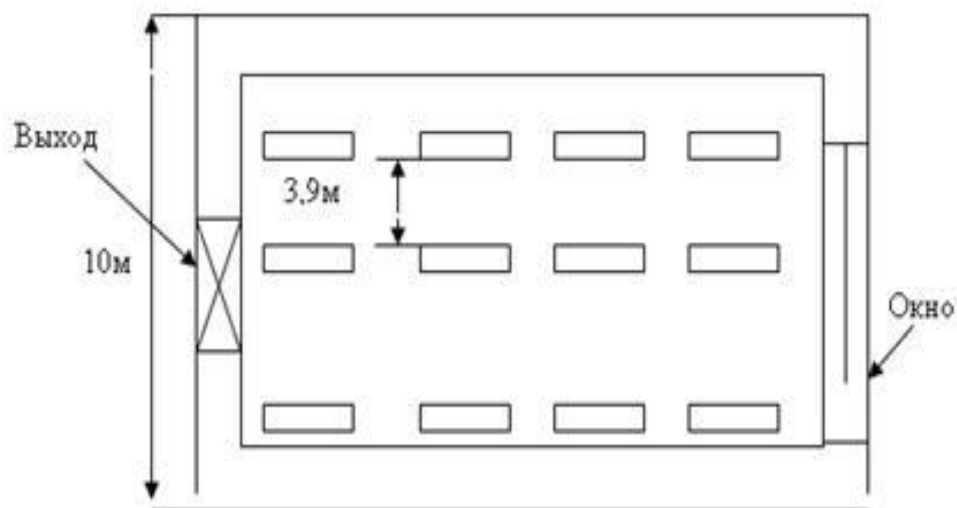


Рисунок 10 – Система освещения

Вывод: в ходе проведения анализа на данном объекте были выявлены следующие вредные и опасные факторы влияющие на оператора производственного участка: опасные факторы (работа с высокими температурами, повышенное значение напряжения в электрической цепи); механические и термические опасности, электробезопасность и пожаровзрывобезопасность и предложены меры по улучшению освещенности рабочей зоны. Данная система позволит улучшить качество освещения и равномерно распределить освещенность по всей площади помещения. Спроектированная система освещения позволит приблизить уровень освещенности к допустимым нормам согласно СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Заключение

Большое значение при осуществлении мер пожаро- и взрывобезопасности имеет оценка пожарной опасности производства.

На ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-Сибирь» в цехе по производству каменной ваты, применяются высокотемпературные процессы (каковым является процесс сгорания кокса в вагранке и полимеризации ковра), имеется постоянная опасность возникновения пожара, поэтому должны применяться меры по предупреждению пожароопасных ситуаций.

Природный газ, применяемый в производстве, легко воспламеним, что может вызвать взрыв с последующим возгоранием.

В результате проведенного анализа уровня пожарной опасности ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-Сибирь» получены показатели риска, определены сценарии возможных аварийных ситуаций, определены зоны действия основных поражающих факторов. Построены «дерево отказов» и «дерево событий» развития аварийных ситуаций.

По результатам расчета поражающих факторов в соответствии с ГОСТ 12.3.047-98 нижний порог повреждения людей соответствует $\Delta p = 5$ кПа, при $\Delta p = 2,5$ кПа в помещении производственного цеха поражение персонала и повреждение конструкций и оборудования не произойдет.

При расчете интенсивности теплового излучения на расстоянии 10 м от границы пламени, условная вероятность риска поражения человека составит 25 %; при 50 м – 12 %, при 100 м – 4 %; при 120 м – 2 %, при 140 м – 1,5 %. При 160 м – 0%. Значение пробит-функции меньше 2,67 при расстоянии 160 м от границы пламени, значит безопасное расстояние при 160 м.

Выполненный анализ статистических данных и уровня опасности позволяет сделать вывод о том, что необходимо совершенствовать методы защиты от воздействия поражающих факторов, вызванных возникновением

пожара. Одним из эффективных методов является внедрение автоматической системы пожаротушения в виде модуля газового пожаротушения с электромагнитным пуском.

Эффективность внедрения данного модуля подтверждена экономическими расчетами.

Список использованных источников

1 Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Собрание законодательства РФ, 28.07.2008, N 30 (ч. 1), ст. 3579.

2 Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 23.05.2016) «О пожарной безопасности».

3 Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272 "О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска" - СПС Гарант, 2010.

4 Приказ МЧС от 30.06.2009 г №382 "Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности" - СПС Гарант, 2010.

5 Приказ МЧС РФ от 31 марта 2011 г. N 156 «Об утверждении порядка тушения пожаров подразделениями пожарной охраны»; В.В. Тербнев, Противопожарная защита.

6 Приложение к Приказу Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 25.04.2011 г. N 340 «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам организаций электроэнергетической промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением».

7 Приложение №1 к Приказу Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16.02.2009г № 45 – Н.

8 ГОСТ Р 12.3 047-98 "Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля" – СПС Гарант, 2010.

9 ГОСТ 12.1 033-81 Пожарная безопасность. Термины и определения. - СПС Гарант, 2010.

10 ГОСТ 12.1.050-86. ССБТ. «Методы измерения шума на рабочих местах».

11 ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

12 ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитные заземления, зануление.

13 ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

14 ГОСТ 12.4.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация.

15 ГОСТ 12.1.009-82 ССБТ «Электробезопасность. Термины и определения».

16 ГОСТ 12.0.002 – 80 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы».

17 ГОСТР 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

18 ГОСТ 25129-82. Грунтовка ГФ-021 Технические условия.

19 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. СПС Гарант, 2010.

20 СанПин 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

21 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

22 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

23 Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548.96.

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

25 Руководство к выполнению раздела ВКР «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».

26 «Методические рекомендации нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте, распоряжение от 14.03.2008г. № АМ-23-Р табл.15.12.

27 Методических указаний по проведению анализа риска опасных производственных объектов РД 03-418-01.

28 «Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», ПРИКАЗ от 14 декабря 2010 г. N 649.

29 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах РД 03-496-42 Москва Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России» 2002.

30 Криницына З.В., Видяев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие /Криницына З.В., Видяев И.Г.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.

31 Акимов, В.А. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учебное пособие / В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.П. Фалеев и др.; изд. 2-е. – М.: Высшая школа, 2007. – 365 с.

32 Корченова, Т.А. Повышение эффективности пожарной безопасности ферросплавных производств путем построения электротехнологических связей / Корченова Т.А. - Липецк, 2009 – 166 с.

33 Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях / Б.С. Мастрюков. - М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 280 с.

34 Безопасность в чрезвычайных ситуациях; под ред. Н.К. Шишкина. - М.: ГУУ, 2000. – 160 с.

35 Васильев В.П. Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях / В.И. Васильев. – СПб.: Издательство СПб политехнический университет, 2002. – 270 с.

36 И.Г. Андросова, Н.А. Зуева, С.А. Лупанов, В.И. Сибирко, А.Г. Фирсов, Н.Г. Чабан, Т.А. Чечетина, по общей редакцией А.В. Матюшина. Статистический сборник. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году. – М.: ВНИИПО, 2015, – 124 с.: ил. 40.

37 Белобородов В.Н. Предупреждение ЧС и повышение устойчивости функционирования организаций / В.Н. Белобородов. – М.: Библ. «Военные знания», 2001. – 244 с.

38 В. Н. Баранин. Экономика чрезвычайных ситуаций и управление рисками, 2004.

39 Повзик Я.С. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: – ЗАО «Спецтехника», 2000 г.

40 В.В. Терещнев, Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга 2. Промышленные здания и сооружения. Москва 2006.

41 Н.Н. Брушлинский: – Пожарные риски - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2005 г.

42 Брушлинский, Н.Н. К вопросу о вычислении рисков / Н.Н. Брушлинский, Клепко Е.А. // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – М.: ВИНТИ. – 2004, вып.1.

43 М.В. Лисанов – «О техническом регулировании и критериях приемлемого риска», 2004 г.

44 Мировая пожарная статистика. Отчёт № 10 ЦПС КТИФ, 2004. Академия ГПС МЧС России.

45 Подгрушный А.В. Четыре подхода к тактике тушения пожаров // Материалы 12-й научно-технической конференции «Системы безопасности» – СБ – 2003. М.: Академия ГПС МЧС России, 2003.

46 Федоров А.В. Автоматизированный контроль взрывопожароопасности и экологической напряженности воздушной среды

объектов топливно-энергетического комплекса // Тез. докл. 3-й междунар. конф. «Проблемы управления в чрезвычайных ситуациях». – М.: Институт проблем управления, 1995. С. 143 – 145.

47 Глебова Е.В. Снижение риска аварийности и травматизма в нефтегазовой промышленности на основе модели профессиональной пригодности операторов: дис. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук. М.: РГУНГ им. И.М.Губкина, 2009. – 330 с.

48 Статья: Общие вопросы пожарной безопасности 2015 г. С. В. Маркин

49 Отчёт по работе пожарной охраны за период с 1999 г. по 2009 гг. / ГУПО МОБ Вьетнама. Ханой, 2010.

50 д-ра техн. наук: И.А. Болодьян, Ю.Н. Шебеко, В.Л. Карпов, В.И. Макеев; канд-ты техн. наук: В.П. Некрасов, А.А. Пономарев, В.В. Строгонов, Д.М. Гордиенко; А.Ю. Лагозин, А.В. Григорьева, Д.С. Кириллов (ВНИИПО МЧС России); канд-ты техн. наук: Ю.И. Дешевых, А.Н. Гилетич; А.А. Макеев (УГПН МЧС России). Руководство по оценке пожарного риска для промышленных предприятий, 2006.

51 Сводная статистика пожаров в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: sites.google.com Оперативные данные по пожарам – Статистика пожаров. – (Дата обращения: 25.04.2016).

52 «Завод Технониколь-Сибирь», ООО//Кемеровская область» г.Юрга [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rusprofile.ru/id/2554757>. (Дата обращения: 25.04.2016).

53 «Leron» система безопасности, ООО//«ТД «Лерон» - производство зенитных фонарей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.leronplast.ru/catalog/belt-lights.html>. (Дата обращения: 25.04.2016).

54 Статья: Методология проведения статистического анализа обстановки с пожарами в РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pozarnyi.ru/news/analiz_obstanovki_s_pozharami_i_posledstvij_ot_nikh_na_territorii_rf_za_6_mesjacev_2013_goda/2013-08-05-416 (Дата обращения: 25.04.2016).

55 Издание «Точка Опоры» ООО «Глобус-Стиль» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.to-inform.ru/index.php/arkhiv/item/вектор-развития-о-новшествах-разрабатываемых-в-системе-мчс>. (Дата обращения: 16.05.2016).

приложение А

Таблица А1 – Анализ известных аварий

Года	Место	Причина	Последствия
2006 г.	Республика Татарстан	ООО «Легион» приступила к зачистке ЖБР №12 от донных отложений. Нарушение правил производства огневых работ на объектах магистрального трубопроводного транспорта.	В ходе производства работ произошел взрыв, в результате которого разрушилась конструкция резервуара и погибли 3 человека.
2008 г.	В г. Кинешма (Ивановская область).	Сгорел цех по производству каменной ваты, пожару был присвоен третий номер сложности. Причины пожара не установлены.	Площадь пожара 1 тыс. кв. метров с открытым горением. Пожар был ликвидирован, жертв и пострадавших не было.
2008 г.	г. Будённовск (Ставропольский край).	В отделении полимеризации пропилена цеха производства полипропилена при проведении ремонтных работ по демонтажу тройника и клапана выгрузки на системе выгрузки продукта (линия продувки) был открыт ручной шаровой клапан, установленный на линии продувки клапанной сборки.	В результате произошел выброс смеси продувочного газа (мономера) и незначительного количества порошка полипропилена с последующим взрывом и пожаром, при котором пострадало 6 человек производственного персонала, из них смертельные травмы получили 4 человека.
2008	г. Березники, Пермский край	Авария в ОАО «Бератон», происшедшая при проведении огневых работ на трубопроводе на станции омыления. При проведении сварочных работ.	Произошел взрыв из-за неудовлетворительной подготовки аппарата к проведению огневых работ. В результате взрыва получили ожоги различной степени 6 работников, 3 из них погибли
2009 г.	Тверская область.	На магистральном газопроводе Ухта – Торжок произошел взрыв. По предварительным данным, он случился из-за дефекта трубы.	Жертв и пострадавших не было.
2009 г.	г. Москва.	На газопроводе на Озерной улице во время проведения работ по опрессовке выбило заглушку.	В результате произошел разрыв трубы. Пострадавших не было.

Продолжение табл. А1

2009 г.	г. Новосибирск. Ленинский район	Поврежден газопровод. Во время земляных работ рабочие буром пробили газовую трубу.	Пострадавших не было.
2010 г.	Рязанская область.	На магистральном газопроводе "Пермь-Горький-Центр" произошел прорыв газопровода, после произошло возгорание. Причины не установлены.	Аварийный участок газопровода был перекрыт, газоснабжение потребителей не было нарушено.
2010 г.	Месторождения Ханчейское в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО).	Произошел взрыв газа на трубопроводе. Причины не сообщаются.	13 человек получили травмы различной степени тяжести. Один из пострадавших скончался.
2013 г.	Г. Юрга. Завод «ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ»,	Оператор КЛО (конвейерной линии оборудования) во время производства работ по встрече ковra из КП в районе стола охлаждения услышал хлопок и визуально вылетевшее полотно воротины фильтра КП первого этажа второй зоны и из образовавшегося проема выход открытого пламени, открытое пламя на выходе из КП, на КП 5-й технологической линии не сработала пожарная сигнализация (ошибка о превышении $t, ^\circ\text{C}$ на монитор оператора не выходила).	Выполнение мероприятий согласно ОТ 08.10.16 «Инструкция по действиям персонала при возникновении пожара на КП и фильтре КП». Возгорание было потушено.
2014 г.	Г. Юрга. Завод «ТехноНИКОЛЬ-СИБИРЬ»,	Подрядная организация ООО «Промоборудование» производила демонтаж газохода фильтра КП. При демонтаже газохода КП производились работы газорезкой из за этого произошло возгорание.	Произошло возгорание демонтированного газохода. Возгорание локализовали сами работники подрядной организации.

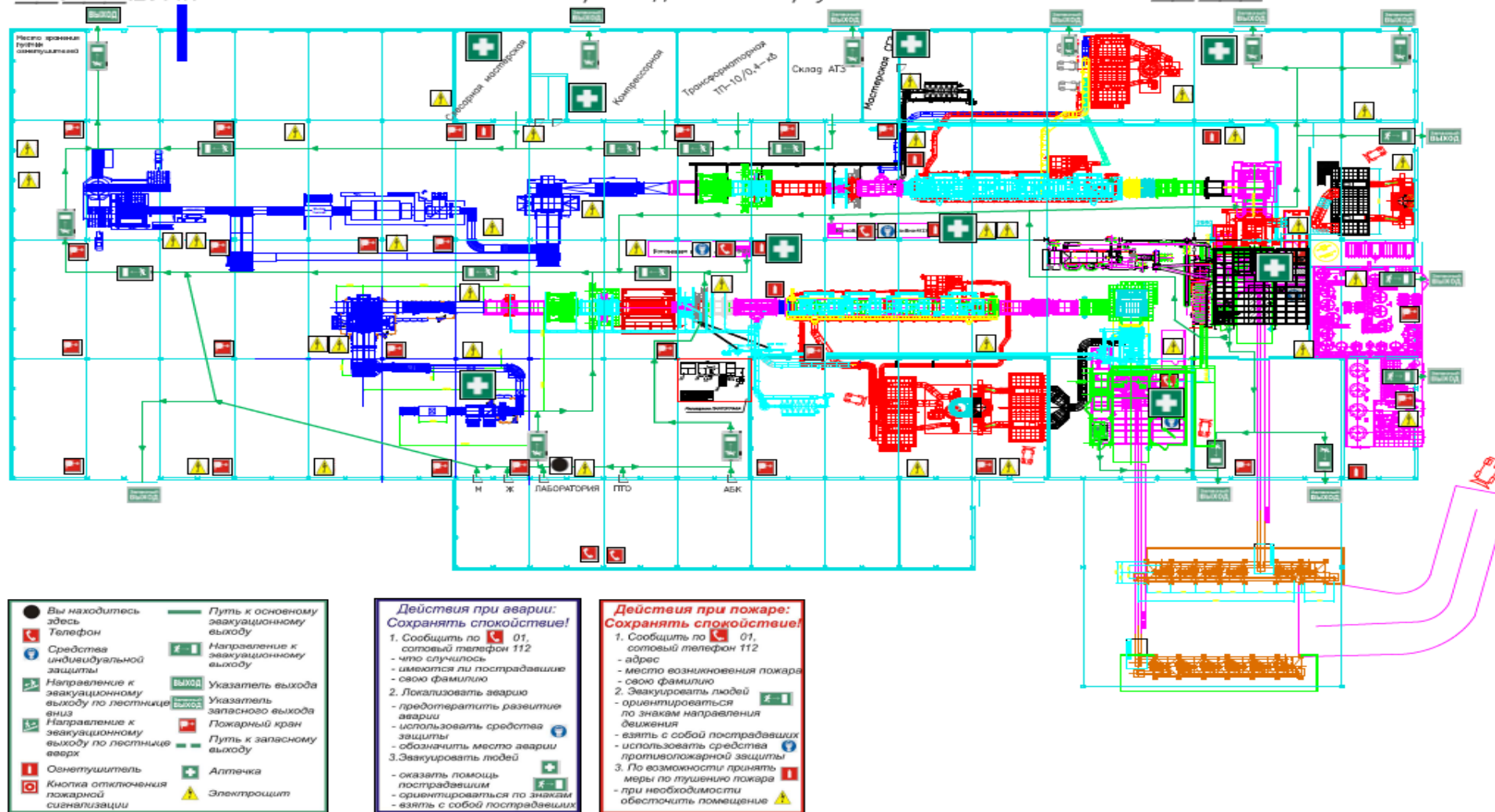
приложение Б

План эвакуации ООО «Завод ТехноНИКОЛЬ-Сибирь» филиал производства каменная вата

СОГЛАСОВАНО:
Начальник ФГКУ "17 отряд по КО"
полковник внутренней службы
Гребенев С.Е.
_____.2014г.

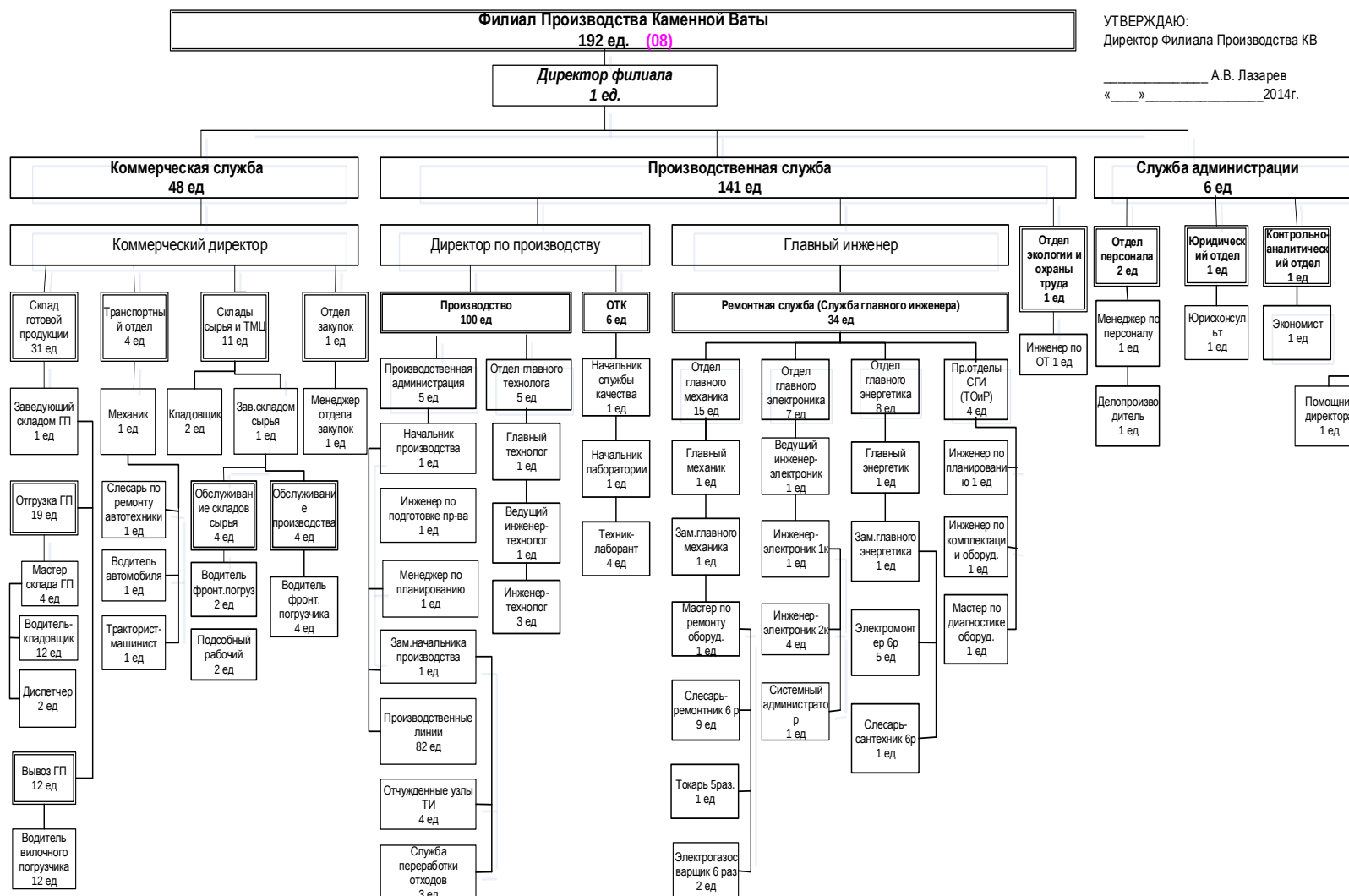
ПЛАН ЭВАКУАЦИИ
ООО "Завод ТехноНИКОЛЬ-Сибирь"
Филиал Производства Каменная Вата
г. Юрга, ул. 1-ая Железнодорожная, 1
Производственный корпус

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ФПКВ
ООО "Завод ТехноНИКОЛЬ-Сибирь"
Лазарев А.В.
_____.2014г.



приложение В

Филиал производства каменной ваты

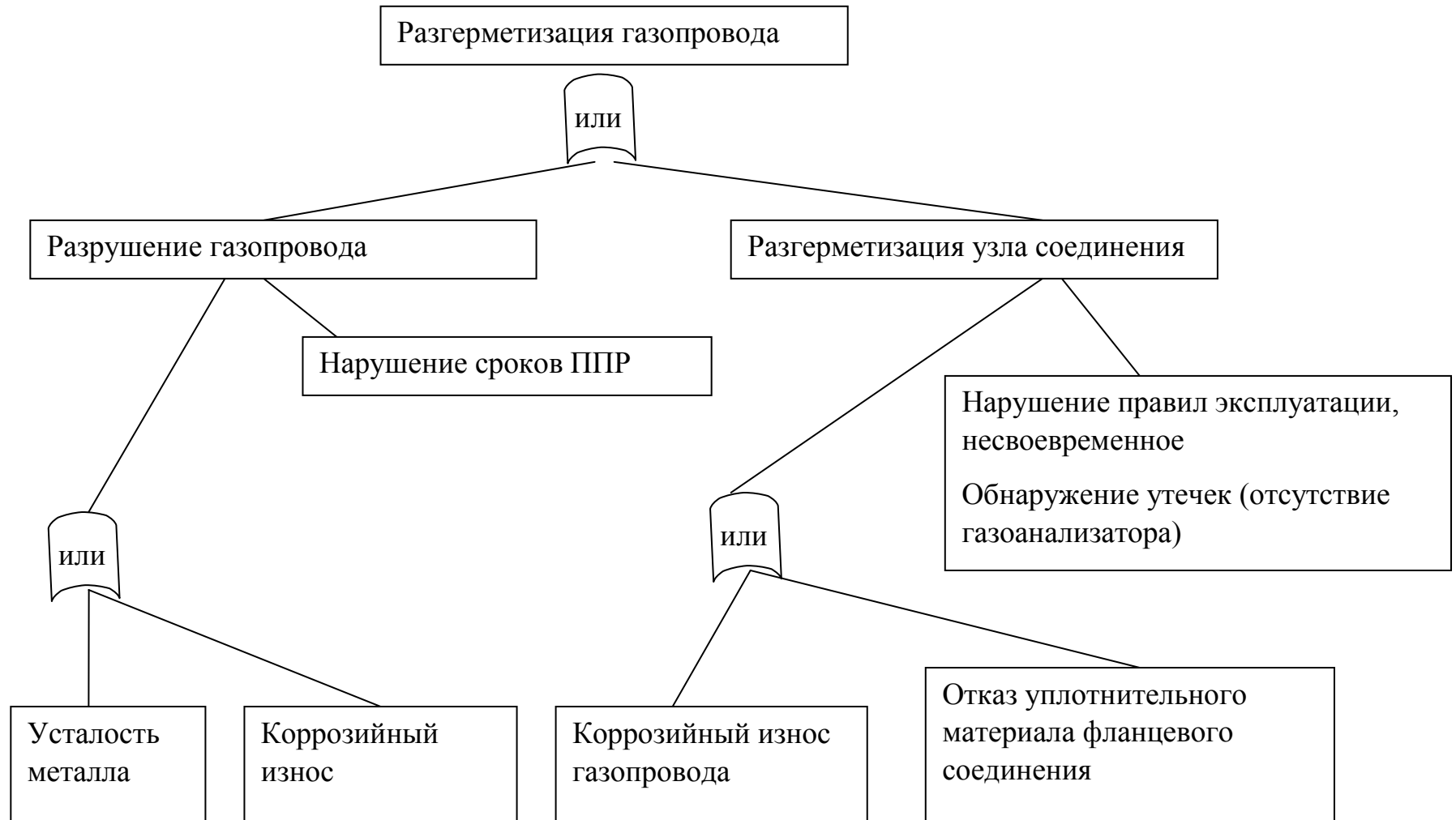


приложение Г
(обязательное)

«Дерево отказов» аварии в результате разгерметизации газопровода в помещении производственного цеха,
возникновение сценария (С1)



«Дерево отказов» аварии в результате разгерметизации газопровода в помещении производственного цеха,
возникновение сценария (С2)



приложение Д
(обязательное)

«Дерево событий» аварии в результате разгерметизации газопровода в помещении производственного цеха,
возникновение сценария (С1)



«Дерево событий» аварии в результате разгерметизации газопровода в помещении производственного цеха,
возникновение сценария (С2)



«Дерево событий» при возникновении сценария С–3



приложение Е

Характеристика неблагоприятных последствий ЧС для персонала и окружающей среды в результате разгерметизации газопровода в производственном цехе

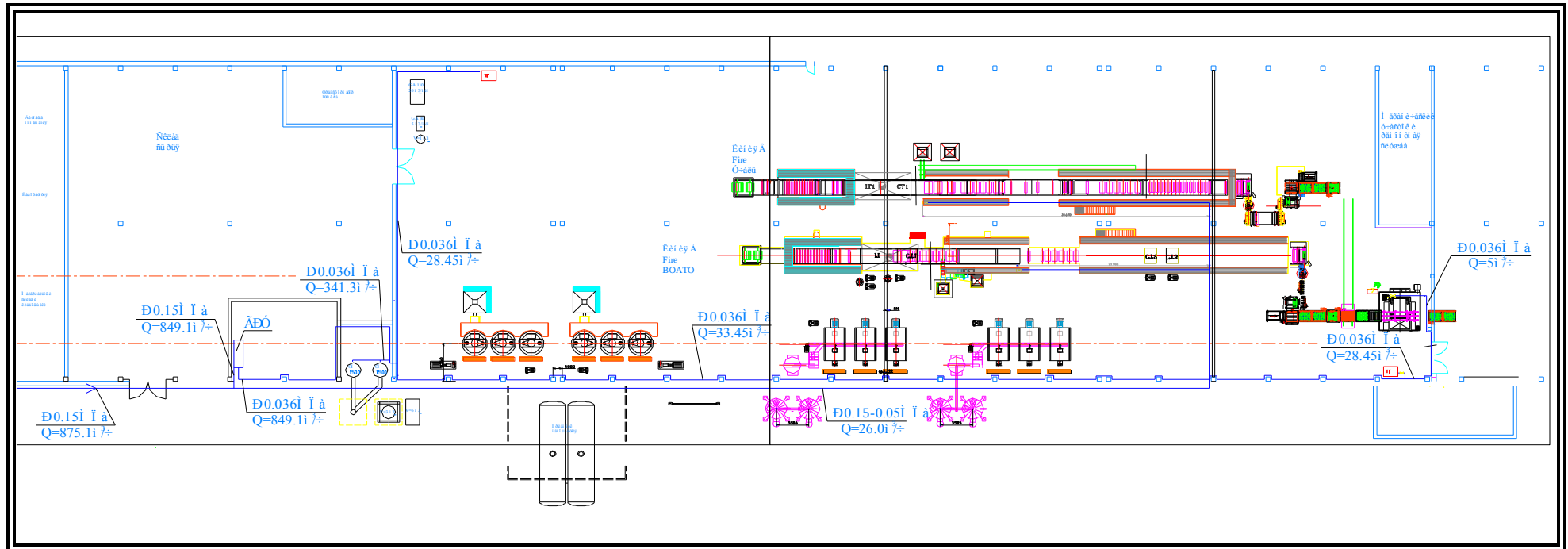


Таблица Е1 – Зона воздействия избыточного давления ударной волны

Нижний порог повреждения человека	В пределах производственного помещения	$\Delta P = 2,5 \text{ кПа}$
-----------------------------------	--	------------------------------

приложение Ж

Характеристика неблагоприятных последствий ЧС для персонала в результате разгерметизации газопровода и образования «огненного шара» в цехе

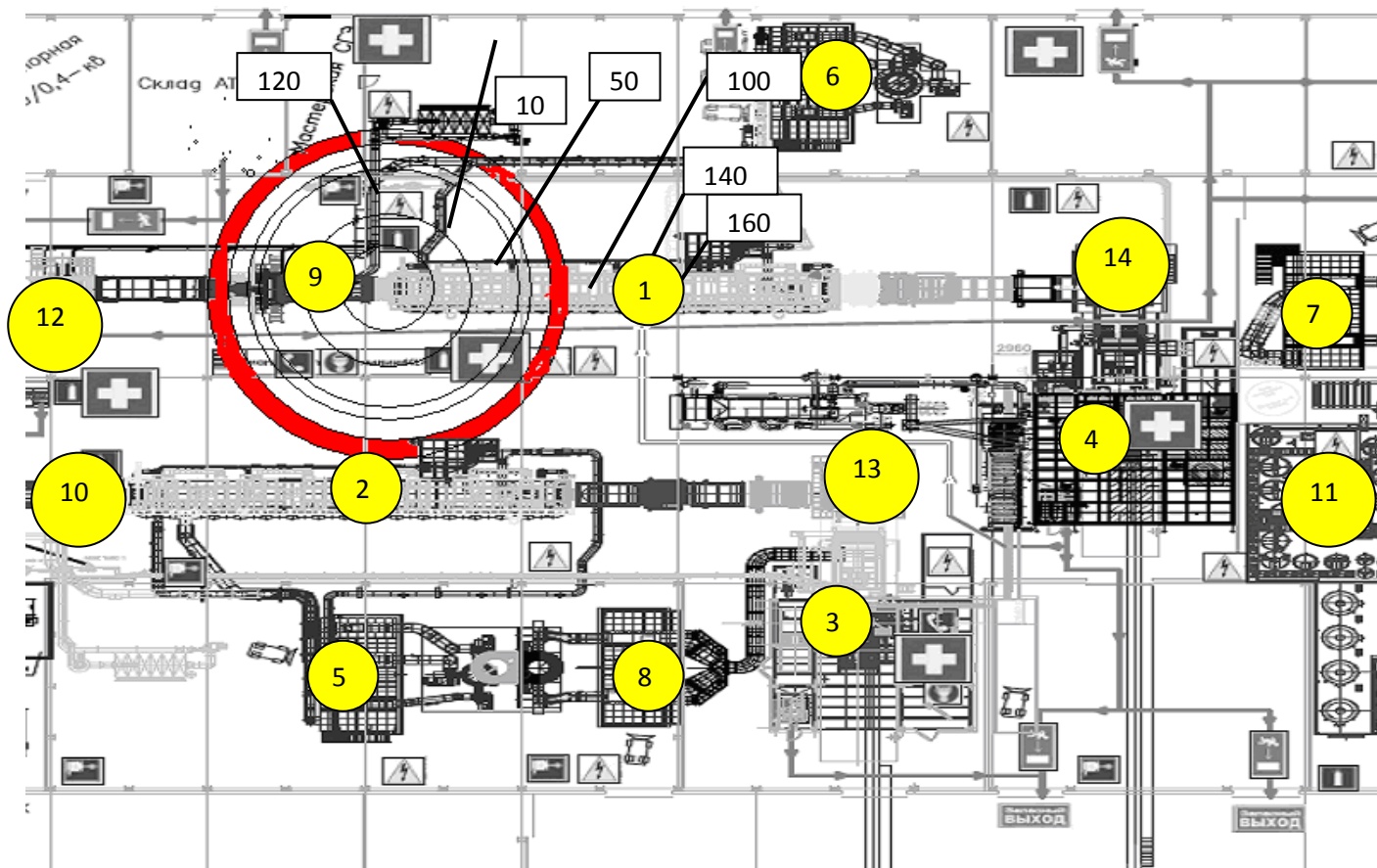
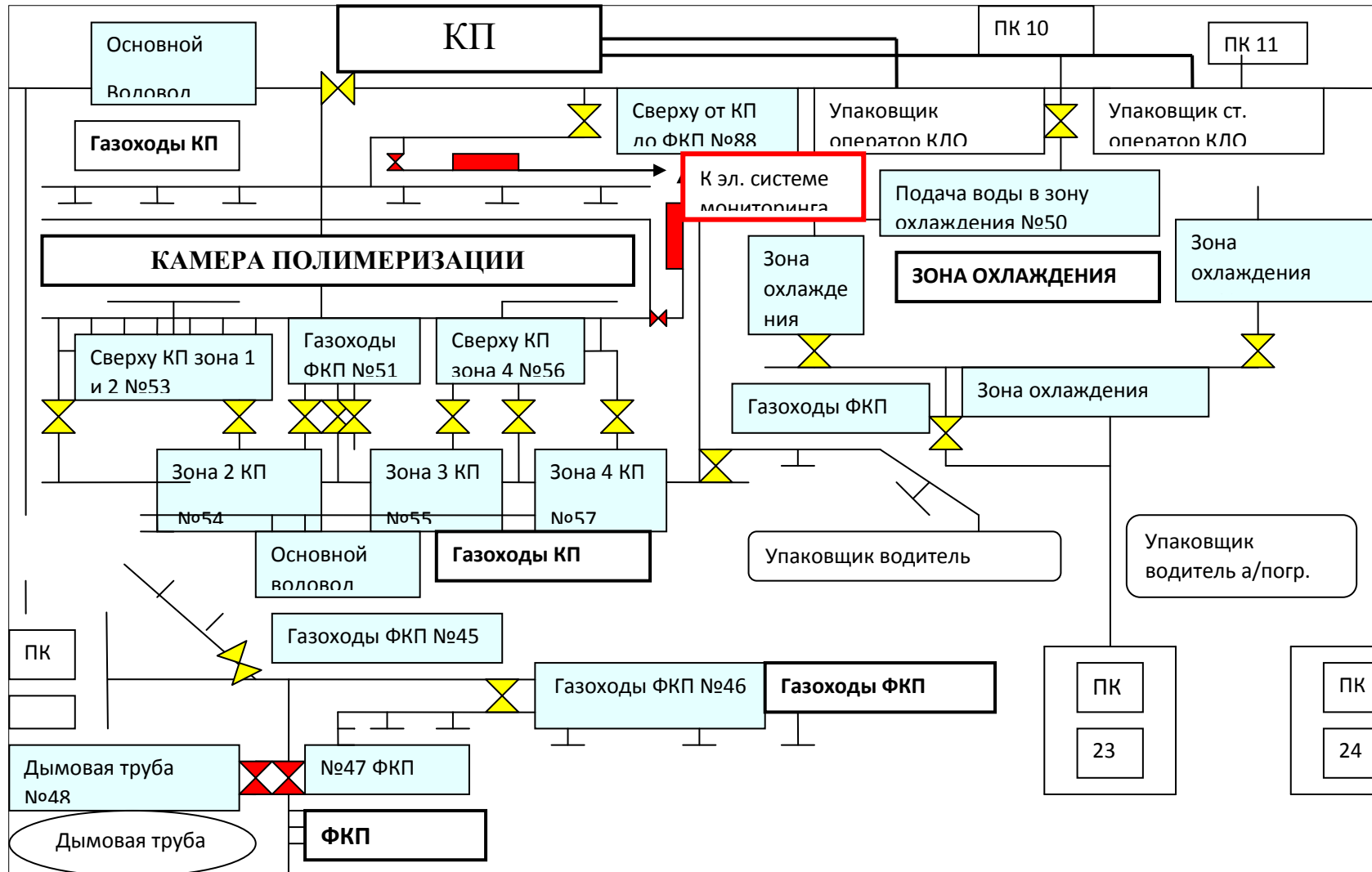


Таблица Ж1 – Условные обозначения на плане цеха по производству каменной ваты.

1,2 – КПП (камера полимеризации); 3,4 – вагранка; 5,6 – ФКПП (фильтр камеры полимеризации); 7,8 – ФКВО (фильтр камеры волокноосаждения); 9,10 – Стол охлаждения; 11 – Шихта (суточные силосы); 12 – Пилы; 13,14 – маятниковый укладчик.

приложение И

Схема – расположения водяных задвижек и модулей газового пожаротушения.



приложение К

Схема – организация взаимодействия при возникновении ЧС в цеху по производству каменной ваты

