

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



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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Обеспечение безопасности работ с газовым оборудованием в отделении реанимации и анестезиологии филиала №4 ФГКУ «425 ВГ»	

УДК 614.8:616-089

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17Г11	Сенченко Мария Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	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.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Юргинский технологический институт

Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность

Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях

Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой БЖДЭиФВ

_____ С.А. Солодский

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г11	Сенченко Марии Сергеевне

Тема работы:

Обеспечение безопасности работ с газовым оборудованием в отделении реанимации и анестезиологии филиала №4 ФГКУ «425 ВГ»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 26/с

Срок сдачи студентами выполненной работы:

14.06.2016 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Структура предприятия Здание госпиталя на 150 койко-мест относится к группе общественных зданий для учреждений здравоохранения. Кислородные медицинские баллоны емкостью 50л и давление 150 атм. – 6 шт.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Изучить и проанализировать нормативные документы и научную литературу по вопросам обеспечения безопасности работы с газокислородным оборудованием. 2 Выявить нарушения при использовании и

	хранении кислородных баллонов в отделении анестезиологии и реанимации филиала № 4 «ФГКУ 425 ВГ» Минобороны России. 3 Рассчитать последствия аварий разгерметизации кислородного баллона с опасными исходами: взрыв и взрыв с последующим воспламенением. 4 Разработать проект кислородной станции на основе баллонных источников кислорода в соответствии с архитектурно-строительными и технологическими решениями по обеспечению техники безопасности и эффективности оказания медицинской помощи.
--	---

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	Мальчик А.Г.	к.т.н.		10.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г11	Сенченко Мария Сергеевна		10.02.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 82 страницы, 9 рисунков, 17 таблиц, 27 формул, 50 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: Техника безопасности, Кислородные Баллоны Взрывоопасность, Чрезвычайная Ситуация, Кислородная Станция.

Объектом исследования дипломной работы является отделение анестезиологии и реанимации филиала № 4 «ФГКУ 425 ВГ» Минобороны России.

Целью работы является повышение безопасности условий труда медицинского персонала отделения анестезиологии и реанимации при работе с газокислородным оборудованием, работающим под давлением.

В процессе работы были рассмотрены планировочные и конструктивные решения по повышению безопасности газокислородного оборудования.

В результате исследований был произведен расчет ударной волны и зона поражения тепловым излучением при горении огненного шара при взрыве кислородного баллона. На основании расчетов и анализа последствий аварии разработан проект кислородной станции на основе баллонных источников кислорода в соответствии с архитектурно-строительными и технологическими решениями.

Abstract

Qualified diploma work contains 82 Pages, 9 Figures, 17 Tables, 27 Formulas, 50 Sources, 1 App.

Key words: safety, explosion of oxygen tanks, CHP plant, oxygen plant.

The research object of the thesis is the Department of anesthesiology and intensive therapy Department № 4 «HS 425 FGKU» Russian Ministry of Defense. The aim of this work is to increase the safety of working conditions of the Department medical staff Department of anesthesiology and intensive care when working with oxy-fuel equipment pressure.

In the process, we considered planning and constructive solutions for the improvement of safe oxy-fuel equipment

As a result of the research was the calculation of the shock wave and the affected area a burning ball of fire in the explosion of an oxygen cylinder. On the basis of calculations and analysis of the traffic accident is composed of oxygen plant sources of oxygen, the balloon in accordance with the architectural and technological solutions.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Оксигенотерапия (Кислородотерапия) – это применение кислорода с лечебной или профилактической целью.

Гипоксия - это недостаточное содержание кислорода в тканях организма (кислородное голодание).

В настоящей работе используются следующие сокращения:

ФГКУ – федеральное государственное казённое учреждение;

ВГ – военный госпиталь;

МО РФ – Министерство Обороны Российской Федерации;

ЭКГ – электрокардиограмма;

АД – артериальное давление;

ЭЭГ – Электроэнцефалограмма;

РЭГ – Реоэнцефалография;

ОП-5 – огнетушитель порошковый;

МОСН - Медицинский отряд специального назначения;

УЗИ – Ультразвуковое исследование;

ТЭЦ – Теплоэлектроцентраль;

ИВЛ – Искусственная вентиляция легких;

ОТК – Отдел технического контроля;

ЧС – Чрезвычайная ситуация;

АСДНР – Аварийно-спасательные и другие неотложные работы.

В дипломном проекте используются следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.010-76 (СТ СЭВ 3517-81) Взрывобезопасность. Общие требования.

ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

ГОСТ 27751-88 Надежность строительных конструкций и оснований»

ГОСТ Р 52318 Трубы медные круглого сечения для воды и газа. Технические условия.

ГОСТ 5583-78 Кислород газообразный технический и медицинский

ГОСТ Р ИСО 7396-1-2011 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы трубопроводные медицинских газов.

ГОСТ России 949-73 Баллоны стальные малого и среднего объема для газов на $P_{р\text{т}}$ 19,6 МПа (200 кгс/см²).

Оглавление		С.
Введение		9
1	Обзор литературы	11
1.1	Характеристика кислорода и меры безопасности	11
1.2	Анализ аварий с кислородным оборудованием и причины взрывов	12
1.3	Меры безопасности и меры предупреждения взрывов газокислородного медицинского оборудования	13
1.4	Методы противопожарной защиты газовых баллонов от воздействия тепловых нагрузок в условиях пожара	16
1.4.1	Требования к помещению	16
1.4.2	Огне- и теплозащитные покрытия кислородных баллонов	18
1.4.3	Защита сосудов с газами от разрушения с помощью предохранительных устройств	19
2	Постановка задачи и характеристика объекта	20
2.1	Характеристика объекта	20
2.2	Характеристика здания и конструктивное решение	22
2.3	Пожарная безопасность объекта здравоохранения	23
2.4	Оснащение отделения реанимации и анестезиологии	24
2.5	Устройство кислородного медицинского баллона	25
2.6	Правила безопасности при работе с медицинским кислородом	27
2.7	Анализ ситуации по эксплуатации газокислородных баллонов и постановка задачи	29
3	ЧС при взрыве кислородного баллона	30
3.1	Определение сценариев аварий	31
3.2	Расчет параметров ударной волны при взрыве кислородного	32
		10

баллона	
3.3 Зона поражения тепловым излучением при горении огненного шара	38
3.4 Разработка кислородной станции	42
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	48
4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении ЧС в госпитале	48
4.1.1 Затраты на питание ликвидаторов аварии	49
4.1.2 Расчет затрат на оплату труда ликвидаторов аварии	50
4.1.3 Расчет затрат на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших	51
4.1.4 Расчет затрат на топливо и горюче-смазочные материалы	53
4.1.5 Расчет затрат на амортизацию используемого оборудования и технических средств	54
4.2 Затраты на единовременную и ежемесячные выплаты семьям погибших в результате ЧС	55
4.3 Определение величины экономического ущерба	56
5 Социальная ответственность	59
5.1 Характеристика объекта исследования	59
5.2 Анализ и выявление вредных факторов производственной среды	59
5.2.1 Недостаточная освещенность	60
5.2.2 Ненормированные параметры микроклимата	62
5.2.3 Вентиляция	63
5.2.4 Чрезмерный шум	64
5.2.5 Нервно-психологические перегрузки	64

5.3	Анализ и выявление опасных факторов производственной среды	65
5.3.1	Электроопасность	65
5.3.2	Пожаровзрывоопасность	65
5.4	Охрана окружающей среды	66
5.4.1	Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы)	66
5.4.2	Анализ воздействий объекта на гидросферу (сбросы)	67
5.5	Защита в чрезвычайных ситуациях природного характера	67
5.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	68
5.7	Заключение по разделу «Социальная ответственность»	68
	Заключение	70
	Список публикаций	71
	Список используемой литературы	72
	Приложение А (Таблица 1)	78

Введение

Здравоохранение – это отрасль деятельности государства, целью которой является организация и обеспечение доступного медицинского обслуживания населения, главной целью является сохранение и укрепление физического и психического здоровья каждого человека, поддержание его долголетней активной жизни. От того, как удовлетворены потребности медицинских работников зависит эффективность их трудовой деятельности, от которой зависит здоровье пациентов и всего населения в целом.

Не всегда работа медицинских работников безопасна, многим из них приходится работать во вредных и неблагоприятных условиях труда.

Ежегодно в учреждениях отрасли происходят несчастные случаи, связанные с производством, при которых получают травмы различной степени тяжести более 6 тыс. человек и около 60 человек погибают.

Вследствие пренебрежительного отношения к технике безопасности во время выполнения своих обязанностей происходят несчастные случаи, вследствие которых работники получают травмы различной степени тяжести или погибают.

Контакт медицинского персонала реанимационного и анестезиологического отделения и работа с потенциально опасным оборудованием, находящимся под высоким давлением, таким как кислородные баллоны, и неправильная его эксплуатация может представлять опасность для здоровья не только медицинских работников, но и пациентов.

Кислород – основная составляющая дыхательных и наркозных смесей, применяемых в интенсивной терапии, реаниматологии и анестезиологии. Большинство операций проводятся с использованием увлажненного кислорода.

Оптимальные методы лечения и осуществление комплекса мероприятий по реанимации и интенсивной терапии больным с расстройством функций

жизненно важных органов в отделении анестезиологии и реанимации без проведения оксигенотерапии пациента малоэффективны.

Актуальность данной работы в том чтобы повысить качество и эффективность оказания медицинской помощи населению.

Цель работы – повышение безопасности условий труда медицинского персонала отделения анестезиологии и реанимации при работе с газокислородным оборудованием, работающим под давлением.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить и проанализировать нормативные документы и научную литературу по вопросам обеспечения безопасности работы с газокислородным оборудованием.

2. Выявить нарушения при использовании и хранении кислородных баллонов в отделении анестезиологии и реанимации филиала № 4 «ФГКУ 425 ВГ» Минобороны России.

3. Рассчитать последствия аварий разгерметизации кислородного баллона с опасными исходами: взрыв и взрыв с последующим воспламенением.

4. Разработать проект кислородной станции на основе баллонных источников кислорода в соответствии с архитектурно-строительными и технологическими решениями по обеспечению техники безопасности и эффективности оказания медицинской помощи.

5. Рассчитать затраты на локализацию аварии и ликвидацию ее последствий, величину экономического ущерба, произвести расчет затрат на лечение пострадавших и затраты на выплату пособий семьям погибших во время аварии на производстве. Оценить общий ущерб.

Объектом исследования дипломной работы является отделение анестезиологии и реанимации филиала № 4 «ФГКУ 425 ВГ» Минобороны России.

1 Обзор литературы

1.1 Характеристика кислорода и меры безопасности.

Для лечения и осуществление комплекса мероприятий по реанимации и интенсивной терапии больным с расстройством функций жизненно важных органов в отделении анестезиологии и реанимации используются кислородные баллоны, работа с ними регламентируется «Инструкциями по охране труда при обращении с кислородными и ацетиленовыми баллонами» (утвержденные Минтрудом Российской Федерацией 14.05.2004).

В медицине кислород применяют для лечения заболеваний органов дыхания, сердечнососудистой системы, почек, в комплексном лечении отравлений. Широко применяется при операциях во время анестезии.

Медицинский кислород должен соответствовать нормам согласно ГОСТ 5583-78:

- доля кислорода в баллоне должна содержать не менее 99,5 %;
- доля водяных паров, не должна превышать не более 0,009%;
- доля двуокиси углерода не должна превышать более 0,01%.

Согласно ГОСТ 5583-78 «Кислород газообразный технический и медицинский» кислород – O_2 , бесцветный газ, сильный окислитель, плотность газа 1,42897 г/л, t плавления – 218,6 °С, t кипения – 182,96 °С.

В атмосфере, обогащенной кислородом, горючие вещества становятся более опасными: легче загораются, имеют более низкую температуру самовоспламенения, большую скорость выгорания и полноту сгорания.

Причиной возгораний чаще всего являются смазочные материалы и загрязнения поверхностей, которые могут контактировать с кислородом.

Большую опасность представляет накопление кислорода в воздухе помещений, так как может привести к возникновения пожаров. В помещениях содержание кислорода в воздухе не должно превышать 23 %. В помещениях, с увеличением объемной доли кислорода, не допускается нахождение большого

количества людей и хранение или нахождение легковоспламеняющихся материалов.

При транспортировке, хранении и эксплуатации кислородные баллоны нужно предохранять от падений, ударов, повреждений, от замасливания баллонов. Следует предохранять баллоны от попадания на них солнечных лучей и атмосферных осадков.

1.2 Анализ аварий с кислородным оборудованием и причины взрывов

При неправильной эксплуатации или транспортировки могут произойти взрывы кислородных баллонов, которые приведут к печальным последствиям. Нередко случаются и человеческие жертвы, а силу разрушения взрыва газового баллона можно сравнить с взрывом от тротила.

Кислород поддерживает процесс горения. Любое горючее вещество становится опасным в присутствии 100% кислорода, при этом эффект может усиливаться под воздействием высокого давления или повышенной температуры.

Все взрывы кислородных баллонов сопровождаются человеческими жертвами. Предприятия также несут значительный материальный ущерб. Взрывы кислородных баллонов, как правило, происходят из-за грубейшего нарушения техники безопасности.

Установить причину взрыва кислородного баллона очень сложно, а чаще всего невозможно. Для выяснения причины создается компетентная комиссия, назначается экспертиза конкретного случая, делается заключение.

Прогнозирование и мониторинг возможных возникновений аварийных ситуаций, информирование, обучение техперсонала, периодические инструкции на предприятиях, контроль за выполнением правильности работ, позволят уменьшить риск возникновения аварий.

Выполнение техники безопасности при работе с кислородом и корректное использование инструкций по эксплуатации кислородных баллонов и

оборудования, обезопасит производство и работников, а так же поможет избежать многочисленные жертвы и материальный ущерб.

Проведем анализ взрывов кислородных баллонов на предприятиях в России и ближнем зарубежье в период с 2003 – 2015гг. (представлен в Приложении А, таблица 1)

Проанализировав данные о взрывах кислородных баллонов на предприятиях, можно выделить общие закономерности их возникновения и развития:

- нарушениях правил охраны труда при заполнении баллонов;
- неисправность оборудования, в результате длительной эксплуатации баллона и комплектующих;
- не соблюдение техники безопасности при замене пустого кислородного баллона на полный;
- повреждение резьбы или горловины в том месте, в котором крепится вентиль;
- недостаточная квалификация работника допускаемого до работ с кислородными баллонами;
- несоблюдение правил эксплуатации оборудования, ошибочные действия персонала, халатность рабочих;
- нарушения правил при проведении погрузочно-разгрузочных, ремонтных работ, транспортировки и использовании кислородных баллонов;
- нарушение хранения кислородных баллонов и использование не по назначению.

Жесткий контроль за соблюдением и выполнением всех требований нормативных актов, инструкций, соблюдение техники безопасности при работе и эксплуатации кислородных баллонов в максимальной степени обезопасит от взрывов кислородных баллонов.

1.3 Меры безопасности и меры предупреждения взрывов газокислородного медицинского оборудования

Работа с кислородом сопряжена со следующими опасностями:

1. Возгорание оборудования, трубопроводной арматуры, работающих с воздухом с повышенным содержанием кислорода или чистым кислородом.

2. Возгорание одежды и волосяных покровов обслуживающего персонала, находящихся в среде кислорода газообразного или воздуха с повышенным содержанием кислорода.

3. Взрыв углеводородов и других взрывоопасных примесей при превышении их содержания в жидком кислороде или жидким обогащенным кислородом воздухе больше допустимого.

4. Смазочные вещества и жировые загрязнения поверхностей, контактирующих с кислородом, являются причиной загорания или, при определенной толщине слоя, причиной детонационного взрыва.

5. Скорости горения материалов в кислороде в десятки раз выше, чем на воздухе. Особую опасность представляет загорание одежды персонала, находящегося в атмосфере с повышенным содержанием кислорода. Скорость горения большинства тканей такова, что пострадавший не успевает сорвать с себя горящую одежду.

6. Конструкционные и уплотнительные неметаллические материалы (фибра, капрон, поликарбонат, резина на основе натуральных каучуков и др.) могут легко воспламеняться в кислороде высокого давления при появлении источника загорания (искра, ударная волна и т.п.).

Кислород тяжелее воздуха. При утечках газообразного кислорода из-за неплотного соединения оборудования и трубопроводов он может накапливаться.

Меры безопасности при обращении с баллонами, наполненными кислородом, должны быть направлены на исключение:

- загорания;
- разрушения баллонов.

Для предотвращения загораний при наполнении кислородных баллонов необходимо исключить:

- применение деталей из материалов, не разрешенных для работы в среде кислорода при ремонте арматуры (уплотнители, прокладки, штоки и т.п.);
- попадание жировых и масляных загрязнений на поверхности возможного контакта с кислородом;
- применение не обезжиренных прокладок и деталей вентиля при его замене.

Для предотвращения разрушения баллона необходимо:

- исключить возможность попадания на внутреннюю поверхность баллона жировых и масляных загрязнений;
- не допускать наполнения кислородом баллонов, у которых истек срок назначенного освидетельствования;
- не допускать падения баллонов и ударов по ним.

Запрещается:

- наполнять кислородом баллоны из под других газов;
- принимать под наполнение баллоны с остаточным давлением газа ниже 0,05МПа (0,5кгс/см²);
- наполнять кислородом баллоны без отличительной окраски и надписей;
- ведение работ в помещениях при объемной доле кислорода в воздухе более 23 %.

Большую опасность в отделении анестезиологии и реанимации представляет вероятность взрывов, причиной которых наиболее часто является нарушение техники безопасности при работе со сжатыми газами и легковоспламеняющимися ингаляционными анестетиками. Воспламенение горючих анестетиков в значительной степени зависит от их концентрации в газовой смеси, а также от наличия в ее составе разбавителей (нейтральные газы), таких, как азот, гелий. Смеси, точно соответствующие химическому уравнению, характеризующему процесс горения (окисления), называются стехиометрическими. В них молекулы горючего вещества и кислорода полностью

превращаются в молекулы продуктов окисления. Эти смеси наиболее взрывоопасны.

1.4 Методы противопожарной защиты газовых баллонов от воздействия тепловых нагрузок в условиях пожара

Система технологий и мер, которые предназначены для защиты помещений, горючих материалов, объектов недвижимости от пожаров называется противопожарной защитой. Другими словами можно сказать, что противопожарная защита позволяет снизить или исключить возможность горения объектов, построенных с применением горючих материалов.

Взрывозащита – система мероприятий, предотвращающих воздействия на людей опасных и вредных факторов, возникающих в результате взрыва. Она включает в себя:

- применение оборудования, рассчитанного на давление взрыва;
- применение огнепреградителей, гидрозатворов, водяных заслонов, инертных газовых или паровых завес;
- защиту аппаратов от разрушения при взрыве с помощью устройств аварийного сброса давления (предохранительные мембраны и клапаны, быстросрабатывающие отсечные и обратные клапаны и т.д.)[10].

Рассмотрим основные мероприятия по пожаробезопасности и взрывозащите более подробно.

1.4.1 Требования к помещению

Подача кислорода для больных должна производиться из центрального пункта, находящегося вне здания учреждения. При отсутствии централизованной подачи кислорода следует использовать кислородные подушки. Рекомендуется устанавливать рампу с одним кислородным баллоном с наружной стороны здания, непосредственно у стены из негорючих материалов с размещением баллона в несгораемом шкафу.

Баллоны со сжатыми медицинскими газами должны храниться в специально спроектированных отдельных зданиях (помещениях) организации. Зона хранения баллонов со сжатыми медицинскими газами должна быть чистой, сухой, хорошо проветриваемой, температура воздуха в зданиях (помещениях) должна быть не менее 10 °С, и не более 35 °С.

При количестве 40-литровых кислородных баллонов не более 10 штук они должны быть установлены в помещениях кислородного пункта или в негорящем шкафу, пристроенных к зданию организации со стороны стены, не имеющей оконных и дверных проемов.

Стены помещения где расположены кислородные баллоны должны быть покрыты специальными негорящими материалами. Требования к окнам и дверям гласят, что они должны открываться наружу. Высота помещения должна быть более 3 метров.

Особые требования предъявляются и к полу – покрытие не должно быть скользким, неровным, на поверхности пола должно иметься покрытие, которое в случае падения емкости не допустит его деформации, а, наоборот, смягчит удар, предотвращая утечку или взрыв баллона.

Помещение должно быть оборудовано вытяжной вентиляцией, обеспечивающей трехкратный воздухообмен обеспечивающую безопасную норму концентрации газов. В помещениях для хранения баллонов должны быть установлены приборы, сигнализирующие о загазованности помещения. При отсутствии стационарных приборов должен производиться периодический контроль в сроки, установленные на объекте.

Баллоны с кислородом должны размещаться на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов. Баллоны должны храниться в вертикальном положении, должны быть закреплены, чтобы исключить падение. Вентили баллонов должны быть обращены в одну сторону;

Помещение для хранения баллонов должен быть обеспечено средствами пожаротушения (огнетушитель ОП-5 1 шт., ящик с песком – 3 м³ 1шт., лопаты 2 шт.). Температура в складах не должна превышать + 35 °С. При повышенной

температуре более 35 °С должны быть приняты меры к охлаждению помещения склада.

Баллоны, в которых обнаружена утечка, необходимо немедленно удалять из склада.

1.4.2 Огне- и теплозащитные покрытия кислородных баллонов

В качестве огне- и теплозащиты кислородного баллона применяют лакокрасочные покрытия, содержащие полифосфат аммония и пентаэритрит, имеют невысокую кратность вспучивания и предел огнестойкости, не превышающий 30 минут.

В качестве функциональных добавок, повышающих вспучивание при нагревании, используют термически расширяющийся графит, который в промышленности получают путем обработки графита растворами сильных окислителей с последующей промывкой и сушкой. В результате окисления графита в растворе серной кислоты и перманганата калия образуется соединение бисульфат графита. При температуре 500 – 10000 °С бисульфатграфита увеличивается в объеме (вспучивается). Вспученный графит обладает высокими теплоизолирующими свойствами.

Под действием огня или беспламенного теплового удара краска, содержащая расширенный графит, начинает вспучиваться уже при 1200 °С, причем в объеме увеличивается в десятки раз. Из графита как раз и образуется слой кокса. Он покрывает защищаемые поверхности, что приводит к изолированию баллона от очага пожара.

Также одним из средств защиты кислородных баллонов для предотвращения взрыва газового баллона вследствие резкого повышения давления газа внутри баллона из-за резких изменений температуры является применение огнеупорных чехлов.

Чехол является защитной капсулой для газового баллона, которая предотвращает воздействие высоких и низких температур на баллон. Он состоит из

кремнеземной высокотемпературной тканина основе кремнеземных волокон. Содержание диоксида кремния (SiO_2) – 97 – 99 % в кремнеземной высокотемпературной ткани характеризуются низкой теплопроводностью, высокой стойкостью к тепловым ударам, является превосходным электроизолятором при повышенных температурах, длительно эксплуатируются без изменений своих свойств при температуре 1000 – 1200 °С и кратковременно при температурах до 1700 °С. Чехол увеличивает время до взрыва баллона при пожаре т.к. предотвращает резкое изменение температуры.

1.4.3 Защита сосудов с газами от разрушения с помощью предохранительных устройств

Вещества, способные образовывать взрывоопасную и как следствие пожароопасную среду, это, прежде всего сочетание пары разного рода веществ, газов, вступающих в реакцию с кислородом образуют взрыв.

В соответствии ГОСТ 12.1.010-76 (СТ СЭВ 3517-81) взрывобезопасность обеспечивается мерами защиты и предупреждения взрывов силами предприятия с привлечением технических решений. Для предупреждения взрыва необходимо исключить образование взрывоопасной среды и возникновение источника инициирования взрыва[10].

Технологическое оборудование, в котором возможно аварийное повышение давления, представляет серьезную опасность при эксплуатации из-за разрушения под действием давления газов. Поэтому во всех случаях, когда в аппарате может быть превышено предельно допустимое давление, определяемое его прочностью, аппарат должен быть надежно защищен от разрушения с помощью различных предохранительных устройств, таких как вентиль, кислородный редуктор, манометр и предохранительный колпак.

2 Постановка задачи и характеристика объекта

2.1 Характеристика объекта

ФГКУ «425 ВГ» МО РФ – это многопрофильное специализированное лечебное учреждение МО РФ на 435 коек, оснащенное высокотехнологичным оборудованием и включающее в себя госпиталь, клинико-диагностическую и стоматологическую поликлиники, а также 5 филиалов (в Иркутске, Красноярске, Омске, Алейске, Юрге) и медицинский отряд специального назначения (МОСН), который входит в состав миротворческих сил и предназначен для оказания медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях.

Госпиталь г. Юрги филиал №4 ФГКУ «425 ВГ» МО РФ – амбулаторное лечебно-профилактическое учреждение на 150 коек, оказывающее первичную медико-санитарную и специализированную медицинскую помощь военнослужащие, пенсионеры МО и члены семей военнослужащих.

В составе госпиталя 16 отделений: приемное отделение, хирургическое, отделение анестезиологии и реанимации, операционное отделение, неврологическое, терапевтическое, кожно-венерологическое, инфекционное отделение, физиотерапевтическое отделение, отделение функциональной диагностики, рентгеновское, лабораторное, поликлиническое отделение, материально-техническое отделение, административное отделение, аптека. Работают специализированные кабинеты: отоларингологический, офтальмологический, стоматологический, гинекологический, урологический, кабинет электрокардиографических исследований, суточного мониторинга (ЭКГ и АД), кабинет нейрофункциональных исследований (ЭЭГ, РЭГ), кабинет УЗИ-диагностики и эндоскопический кабинет, процедурные кабинеты имеются в: приемном, хирургическом, кожно-венерологическом, инфекционном, терапевтическом и неврологическом отделениях.

Приемное отделение – ведет прием больных на стационарное лечение, производит предварительный осмотр больных и проводит ряд мероприятий по предотвращению терактов.

Лабораторное отделение оснащено современным оборудованием для анализов крови и мочи.

Хирургическое отделение – комбинированные методы лечения и не-сложные оперативные вмешательства.

Терапевтическое отделение – диагностика и современное лечение воспалительных заболеваний дыхательных путей, болезни сердца, артериальной гипертензии, последствий инфарктов и т.д.

Неврологическое отделение – лечение острого нарушения мозгового кровообращения, заболеваний межпозвонковых дисков, расстройств вегетативной нервной системы, заболеваний периферической нервной системы и т.д.

Физиотерапевтическое отделение – проводит процедуры электро- свето- и теплолечения, ингаляции, в состав входит кабинет лечебного массажа.

Отделение анестезиологи и реанимации – осуществляет комплекс мероприятий по реанимации и интенсивной терапии больным с расстройством функций жизненно важных органов до стабилизации их деятельности.

Кадровый состав госпиталя:

30 врачей, среди которых 3 кандидатов медицинских наук, 2 заслуженных врачей РФ, 70 человек средний медицинский персонал и 50 человек санитарного персонала.

Здание расположено на участке с учетом санитарных и противопожарных требований. Территория учреждения здравоохранения имеет свой двор с необходимым набором площадок – предусмотрены пешеходные дорожки и тротуары.

Дворовое пространство благоустраивается и снабжается всем комплексом необходимых площадок и мероприятий таких как, например – озеленение территории, освещение в ночное время суток, пешеходные аллеи, лавочки,

предусмотрены места для размещения транспортных средств. План территории госпиталя представлен на рисунке 1

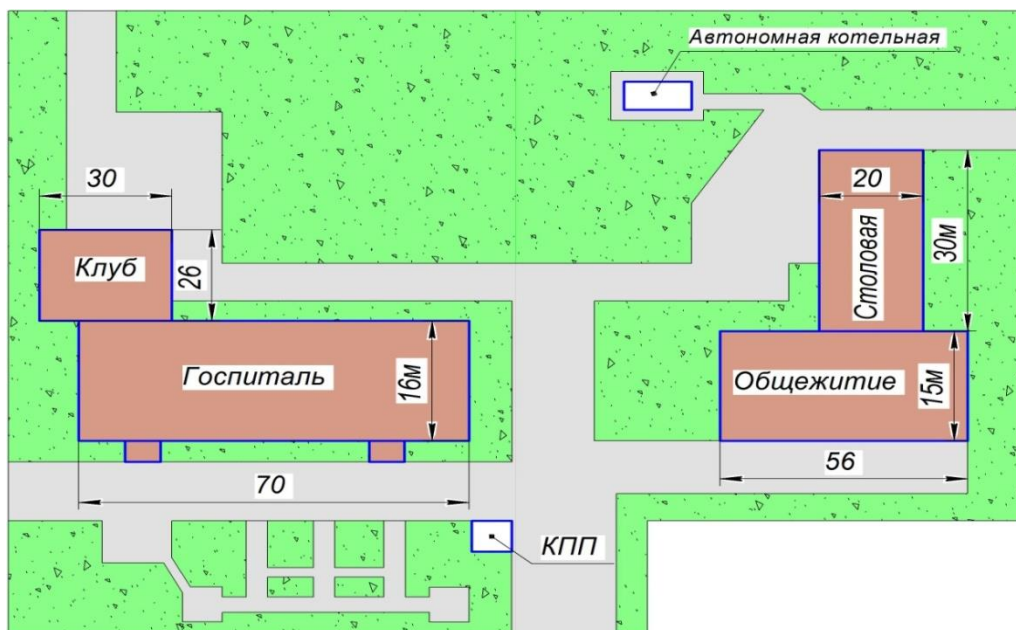


Рисунок 1 – План территории госпиталя

2.2 Характеристика здания и конструктивное решение

Здание госпиталя на 150 койко-мест относится к группе общественных зданий для учреждений здравоохранения.

Здание 4-х этажное. На первом этаже расположены – приемное отделение, штаб части, кабинеты управленческой, административных, финансово-экономических служб, а так же кабинеты стоматологии, кабинеты физиотерапевтических процедур и рентгена. На втором этаже – хирургическое отделение на 25 коек, отделение анестезиологии и реанимации на 5 коек, операционное отделение, с минимум аппаратуры, для проведения легких операций. Терапевтическое отделение и неврология располагаются на 3-м этаже, в общем на 60 коек, на четвертом этаже кожно-венерологическое отделение на 20 коек, инфекционное отделение на 40 коек. Высота этажа 3,3 м.

В здании запроектирован подвал, отметка уровня пола – 1,840 м. В подвале предусмотрен тепловой узел. В плане здание имеет неправильную

геометрическую форму. Размеры здания в плане по крайним осям: длина 70 м, ширина 16 м.

Инженерное оборудование здания: водопровод – хозяйственно-питьевой от городской сети; канализация – хозяйственно-бытовая в городскую сеть; водосток внутренний с выпуском на отмокту; отопление – центральное, водяное от городских сетей, параметры теплоносителя $T = 70 - 95^{\circ} \text{C}$; вентиляция естественная; горячее водоснабжение – от внешней сети; электро-снабжение – от наружных сетей напряжением 380/220 В; освещение – люминесцентными светильниками и лампами накаливания; связь и сигнализация – радио, телефон, телевидение, автоматическая пожарная сигнализация, видеонаблюдение.

На территории госпиталя имеется здание с автономной установкой малой энергетики (мини ТЭЦ), для аварийного и бесперебойного газо-электро-теплоснабжения, в случае аварии и ремонтных работ.

2.3 Пожарная безопасность объекта здравоохранения

Уровень ответственности здания больницы по ГОСТ 27751-88 – I.

Степень огнестойкости здания – II.

Степень долговечности здания – II.

Класс функциональной пожарной опасности здания – Ф1.1.

Класс конструктивной пожарной опасности – С2 в соответствии со СНиП 21-01-97*, МДС 21-1.98 табл. 7.

Противопожарные расстояния между зданиями – в соответствии со СНиП 2.08.01-89*.

Планировочные решения:

- выходы из лестничных клеток непосредственно наружу;
- наружный противопожарный водопровод;
- внутренний противопожарный водопровод;
- система пожарной сигнализации.

2.4 Оснащение отделения реанимации и анестезиологии

Отделение анестезиологии и реанимации функционирует в постоянном автономном круглосуточном режиме. Ежедневно в течении рабочей недели в отделении находятся: заведующий отделением, старшая медицинская сестра, врач анестезиолог-реаниматолог, медсестра-анестезист – дежурная по палатам, медсестра-анестезист – дежурная по операционному блоку, младшая медицинская сестра по уходу за больными или санитарка.

Деятельность отделения направлена на проведение как экстренных, так и длительных реанимационных мероприятий у больных с остро возникшими терминальными состояниями, вызванными разнообразными причинами, а также на проведение анестезиологических пособий во время и после плановых и экстренных операций, применяя современные методики анестезии.

Каждое рабочее место в отделении реанимации и анестезиологии оснащены современной наркозной и следящей аппаратурой. В клиническую практику внедрено применение современных ингаляционных анестетиков, имеются системы для подключения постоянной ингаляции кислорода, аппараты искусственной вентиляции легких, обеспечивающие возможность, как поддержки самостоятельного дыхания, так и проведения продленной искусственной вентиляции у больных после длительных оперативных вмешательств. При необходимости проводится экстренное переливание крови и кровезаменителей.

Список оборудования отделения реанимации и анестезиологии представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Список оснащения отделения реанимации и анестезиологии оборудованием

Наименование оборудования	Количество
---------------------------	------------

Аппарат ИВЛ Фаза-5НР (с наркозной приставкой) предназначен для проведения ингаляции кислородно-воздушной смесью, ингаляционного наркоза или искусственной вентиляции легких.	3
Аппарат ИВЛ РО-6	1
Наркозно-дыхательный аппарат «Полинаркон-Э-Вита» с ИВЛ «Элан-НР»	1
Прикроватный монитор пациента на 5 параметров (кислородонасыщаемость крови, артериальное давление, частота дыхания, электрокардиограмма, температура)	3
Набор для интубации трахеи, включая ларингоскоп, эндотрахеальные трубки с внутренним диаметром 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 мм, мешок и маски для проведения ИВЛ.	4
Набор для эпидуральной анестезии	4
Пульсоксиметр	3
Набор для катетеризации подключичной вены	4
Портативный аппарат ультразвуковой диагностики	1
Дефибриллятор	3
Электрокардиограф	1
Мешок дыхательный (тип Амбу)	3
Аппарат для измерения артериального давления неинвазивным способом	2
Насос шприцевой НШ-10М	4
Аспиратор (отсасыватель) электрический	3
Отсасыватель хирургический портативный ручного типа	1
Кислородные медицинские баллоны емкостью 50л и давлением 150 атм.	5

2.5 Устройство кислородного медицинского баллона

Внешне медицинский кислородный баллон представляет собой покрашенную голубой краской стальную ёмкость цилиндрической формы с системой предохранительных клапанов и регулирующих приспособлений (рис. 1).

Производство этого вида медицинского оборудования регламентируется ГОСТ 949-73. Для изготовления ёмкости используют углеродистую (реже легированную) сталь высокой прочности (не менее 65 кГ/мм²). Предел текучести материала не должен быть ниже 38 кГ/кв. мм, а относительное удлинение – меньше 15 %.

Кислородные баллоны окрашивают в голубой цвет и имеют надпись «кислород», цвет надписи черный. Часть верхней части баллона не окрашивают и на ней выбивают паспортные данные баллона: товарный знак завода-изготовителя, номер баллона, дату изготовления (испытания), назначенное рабочее давление (Р) и пробное гидравлическое, емкость баллонов в литрах, масса баллона в кг и клеймо ОТК[13]. Кислородные баллоны портативны, удобны в применении, экономичны в обслуживании. Тем не менее, они требуют предосторожности в процессе эксплуатации: транспортируют их строго в горизонтальной позиции, на специальных медицинских тележках, предохраняя от падений и ударов. Хранят кислород в сухих проветриваемых взрывобезопасных помещениях, недоступных для солнечных лучей.

Ёмкости отличаются вместительностью: могут быть рассчитаны на объём газа от 0,4 до 50 л.

Баллоны для кислорода (рисунок 2) представляют собой цилиндрический сосуд (3), нижняя часть которого образует выпуклое днище (1), а верхняя часть – сферическую горловину (4). В горловине баллона имеется сквозное отверстие с конусной резьбой для ввертывания в нее конического штуцера запорного вентиля (5). С помощью вентиля наполняют баллоны и расходуют из них газ по мере необходимости. На нижнюю часть баллона насаживается опорный башмак (2), сообщающий баллону устойчивость в вертикальном положении. На верхнюю часть горловины баллона насаживают и затем расчеканивают кольцо, служащее для наворачивания предохранительного колпака (6), защищающее опорный вентиль от повреждений при транспортировании баллона и его хранении.

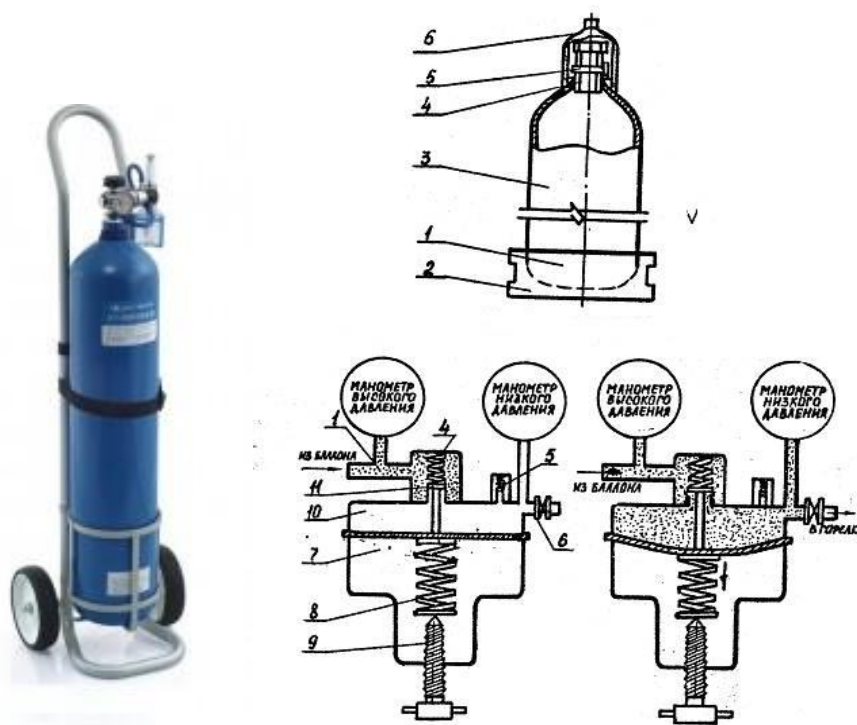


Рисунок 2 – Кислородный баллон, устройство и принцип работы

Медицинский кислородный баллон сходен по общим эксплуатационным характеристикам с техническим. Но по соображениям безопасности требования ужесточены: установлено специальное оборудование для транспортировки, кислород более очищен, избавлен от инородных примесей, газов, запахов. Медицинский кислород используется на всех этапах лечения: в догоспитальный период, в больнице или в период реабилитации. Широко известна сфера применения его во время анестезии.

2.6 Правила безопасности при работе с медицинским кислородом

Как любой сжатый газ, кислород требует определенных условий хранения и эксплуатации. В медицинских условиях персонал обучен обращаться с кислородными баллонами, и оснащен специальными устройствами для транспортировки.

Ингаляция 100-процентным кислородом вызывает в организме определенные расстройства, которые не менее опасны, чем гипоксия. Вдыхание

чистого кислорода может оказать токсичное действие на организм человека – сухость во рту, чувство жжения за грудиной, боль в грудной клетке, судороги, потеря сознания и даже смерть. Поэтому для оксигенотерапии обычно используют газовую смесь, содержащую до 80 % кислорода (чаще 40 – 60 %).

При всех способах ингаляции обязательно увлажнение вдыхаемой кислородной смеси, её пропускают через воду (в аппарате Боброва при централизованном подаче) или через увлажненную и сложенную в 2 – 3 слоя марлю (при применении кислородной подушки). Но иногда с целью подсушивания, например, при отеке легких, когда в легких скапливается большое количество жидкости, кислородно-воздушную смесь пропускают через пеногаситель (чаще всего 96 % этиловый спирт).

К работе с медицинским кислородом допускаются лица, изучившие инструкцию и сдавшие зачет по технике безопасности при работе с кислородом. Допуск оформляется приказом командира госпиталя ежегодно.

При отпуске кислорода завод выдает на него паспорт с данными лабораторного анализа. Кислород отпускается с завода в 40-литровых (транспортных) баллонах под давлением 15 – 20 МПа (150 – 200 кгс/см²) при температуре 20° С. Все кислородные баллоны должны быть окрашены в голубой цвет. На горловине они должны иметь клеймо, указывающее номер баллона, емкость, массу, рабочее и испытательное гидравлическое давления, а также клеймо инспектора Котлонадзора и дату очередного освидетельствования (испытания) баллона.

Запрещается использование баллонов с истекшими сроками испытаний.

При получении кислорода со склада довольствующего органа последний обязан выдать паспорта или выписку из паспортов. Паспорта (выписки) хранятся у старшей медицинской сестры отделения анестезиологии и реанимации до израсходования кислорода[49].

Для предохранения от ударов баллоны с кислородом перевозятся на рессорном транспорте уложенными на специальных подкладках. На штуцер отвода вентиля каждого баллона наворачивается заглушка, а сам вентиль должен

быть закрыт предохранительным колпаком. Переносить транспортные баллоны на руках запрещается. Для переноски баллонов необходимо пользоваться специальными носилками с гнездами под баллоны. При перемещении баллонов с места на место братья за вентили запрещается[13].

Во избежание взрыва касаться баллонов запрещается, быстро открывать вентили запрещается.

2.7 Анализ ситуации по эксплуатации газокислородных баллонов и постановка задачи

Исходя из проведенного анализа по техники безопасности при эксплуатации и хранению кислородных баллонов в лечебном заведении ФГКУ «425 ВГ» МО РФ филиал № 4 г. Юрги были выявлены следующие нарушения:

- нет специального помещения для хранения, баллоны хранятся в подсобном помещении моечной комнаты.
- при эксплуатации кислородный баллон стоит непосредственно в коридоре (где каждый получает свободный доступ к нему), при необходимости подачи его больному, раскручивается шланг, и с коридора в палату прокладывается по полу и к койке больного, присоединяется к фильтру увлажнителя и через носовые одноразовые зонды, подается больному или присоединяется к аппарату ИВЛ.

На основании выявленных нарушений перед нами стоит задача анализ возможных чрезвычайных ситуаций и разработке мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций.

3 ЧС при взрыве кислородного баллона

Особую опасность, с точки зрения возможных потерь и ущерба для производства, представляют взрывы различной природы. Взрыв – быстрое неуправляемое физическое или химическое превращение вещества, сопровождающееся образованием большого количества сжатых газов, под высоким давлением которых могут происходить разрушения различных объектов. При взрыве потенциальная энергия системы переходит в механическую работу. Характер действия взрыва – резкий удар сжатых газов по окружающей среде, вызывающий разрушение предметов, конструкций на относительно небольших расстояниях от места взрыва.

Физический взрыв чаще всего связан с неконтролируемым высвобождением потенциальной энергии сжатых газов из замкнутых объёмов сосудов, машин и аппаратов. При таком взрыве его сила зависит от внутреннего давления содержимого в резервуаре[38].

Взрывы кислородных баллонов, происходящие на различных предприятиях, свидетельствуют о том, что вопросам их безопасной эксплуатации не уделяется достаточного внимания.

Главная опасность при работе с кислородом – его высокая химическая активность как окислителя. Большинство горючих веществ и материалов в контакте с кислородом становятся взрыво- и пожароопасными. Опасность возрастает с повышением температуры, давления, скорости истечения и объёмной доли кислорода в воздухе. Смеси газообразного кислорода с горючими газами также взрывоопасны. Смазочные вещества и жировые загрязнения поверхностей, контактирующих с кислородом, являются причиной возгорания или, при определенной толщине слоя, причиной взрыва. Скорости горения материалов в кислороде в десятки раз выше, чем в воздушной среде. Конструкционные и уплотнительные неметаллические материалы (фибра,

капрон, поликарбонат, резины на основе натуральных каучуков и др.) при появлении источника возгорания (искра, трение и т. п.) могут легко воспламеняться в кислороде высокого давления.

Накопление кислорода в воздухе помещений создает опасность возникновения пожаров. Объемная доля кислорода в рабочих помещениях не должна превышать 23 %.

3.1 Определение сценариев аварий

Исходя из анализа ситуации по эксплуатации газокислородных баллонов на ФГКУ «425 ВГ» МО РФ было выявлено, что при эксплуатации кислородный баллон стоит непосредственно в коридоре. При необходимости подачи кислорода к больному, раскручивается шланг, и с коридора в палату прокладывается по полу и к койке больного, присоединяется к фильтру увлажнителя и через носовые одноразовые зонды, подается больному или присоединяется к аппарату ИВЛ. Схема расположения кислородных баллонов показана на рисунке 3.

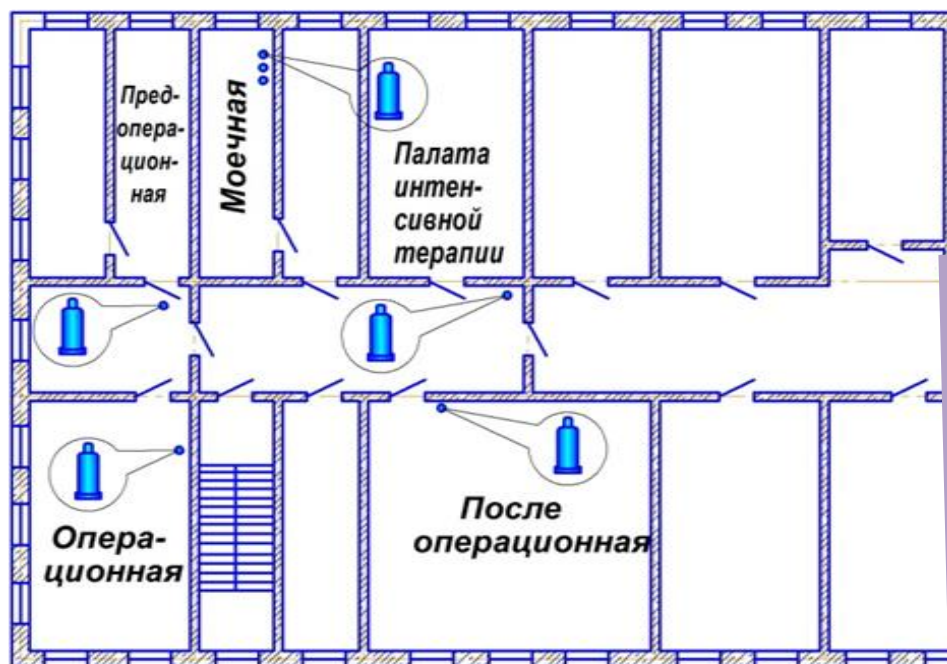


Рисунок 3 – Варианты размещения кислородных баллонов в общем коридоре для подачи кислорода к пациентам в той или иной ситуации

Анализ причин возникновения аварийных ситуаций представлен в виде «дерева отказов» (рисунок 4), а развитие аварийных ситуаций – в виде «дерева событий» (рисунок 5). Дерево отказов и дерево событий выполнены на основании РД 09-536-03 «Методические указания о порядке разработки плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций».



Рисунок 4 - Дерево отказов

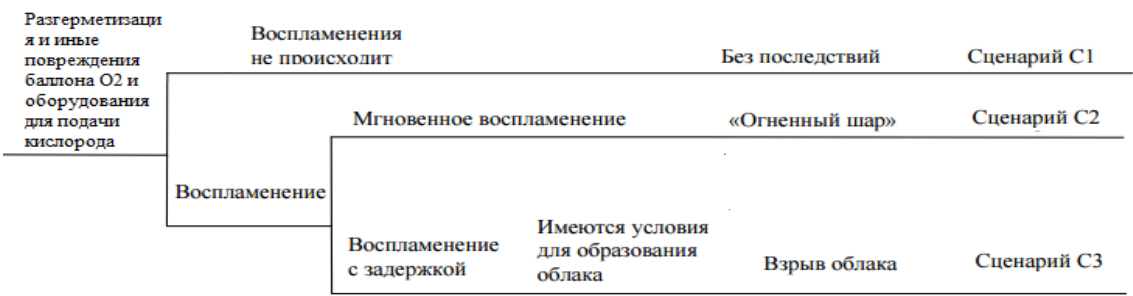


Рисунок 5 - Дерево событий

Варианты сценариев:

- C1 – Воспламенения (взрыва) не произошло, авария локализована.
- C2 – Образование огненного шара.

СЗ – Взрыв облака.

Оценку пожарной опасности технологических процессов проводят на основе оценки их риска. При оценке пожарной опасности необходимо оценить расчетным или экспериментальным путем:

- избыточное давление, развиваемое при сгорании газопаровоздушных смесей в помещении;
- размеры зоны распространения облака горючих газов и паров при аварии для определения оптимальной расстановки людей и техники при тушении пожара и расчета времени достижения облаком мест их расположения;
- возможность возникновения и поражающее воздействие «огненного шара» при аварии для расчета радиусов зон поражения людей от теплового воздействия в зависимости от вида и массы топлива;
- параметры волны, давления при сгорании газопаровоздушных смесей в открытом пространстве;
- поражающие факторы при разрыве технологического оборудования вследствие воздействия на него очага пожара;
- интенсивность испарения горючих жидкостей и сжиженных газов на открытом пространстве и в помещении;
- температурный режим пожара для определения требуемого предела огнестойкости строительных конструкций;
- требуемый предел огнестойкости строительных конструкций, обеспечивающий целостность ограждающих и несущих конструкций пожарного отсека с технологическим процессом при свободном развитии реального пожара.

3.2 Расчет параметров ударной волны при взрыве кислородного баллона

Определим массу m , кг, кислорода, вышедшего в атмосферу из технологического аппарата.

Избыточное давление Δp , кПа, развиваемое при сгорании газопаровоздушных смесей, рассчитывают по формуле:

$$\Delta p = p_0 (0,8m_{\text{г,п}}^{0,33} / r + 3m_{\text{г,п}}^{0,66} / r^2 + 5m_{\text{г,п}} / r^3), \quad (1)$$

где p_0 – атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

r – расстояние от геометрического центра газопаровоздушного облака, м;

$m_{\text{пр}}$ – приведенная масса газа, кг, рассчитанная по формуле:

$$m_{\text{пр}} = (Q_{\text{сг}} / Q_0)m_{\text{г,п}}Z, \quad (2)$$

где $Q_{\text{сг}}$ – удельная теплота сгорания, Дж/кг;

Z – коэффициент участия, который допускается принимать равным 0,1;

Q_0 – константа, равная $4,52 \cdot 10^6$ Дж/кг;

$m_{\text{г,п}}$ – масса горючих газов и (или) паров, поступивших в результате аварии в окружающее пространство, кг.

Импульс волны давления i , Па · с, рассчитывают по формуле:

$$i = 123m_{\text{г,п}}^{0,66} / r. \quad (3)$$

Рассчитаем избыточное давление и импульс волны давления при выходе в атмосферу кислорода, хранящегося в баллоне объемом 40 л, на расстоянии 5 м от нее. Температура 20 °С. Плотность кислорода 1,43 кг/м³. Степень заполнения емкости 80 % (по объему). Удельная теплота сгорания при попадании масла на кислородный редуктор баллона $4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг.

Определим приведенную массу $m_{\text{пр}}$:

$$m_{\text{пр}} = 4,6 \cdot 10^7 / 4,52 \cdot 10^6 \cdot (0,8 \cdot 1,43 \cdot 40) \cdot 0,1 = 1,48 \text{ кг.}$$

Находим избыточное давление Δp на расстоянии 1 м:

$$\Delta p = 101 [0,8 \cdot 1,48^{0,33} / 1 + 3 \cdot 1,48^{0,66} / 1^2 + 5 \cdot 1,48 / 1^3] = 123 \text{ кПа.}$$

Находим импульс волны давления i на расстоянии 1 м:

$$i = 123 \cdot 1,48^{0,66} / 1 = 159,3 \text{ Па} \cdot \text{с.}$$

Находим избыточное давление Δp на расстоянии 5 м:

$$\Delta p = 101 [0,8 \cdot 1,48^{0,33} / 5 + 3 \cdot 1,48^{0,66} / 5^2 + 5 \cdot 1,48 / 5^3] = 40,07 \text{ кПа.}$$

Находим импульс волны давления i на расстоянии 5м:

$$i = 123 \cdot 1,48^{0,66} / 5 = 31,8 \text{ Па} \cdot \text{с.}$$

Находим избыточное давление Δp на расстоянии 10м:

$$\Delta p = 101 [0,8 \cdot 1,48^{0,33} / 10 + 3 \cdot 1,48^{0,66} / 10^2 + 5 \cdot 1,48 / 10^3] = 9,35 \text{ кПа.}$$

Находим импульс волны давления i на расстоянии 10м:

$$i = 123 \cdot 1,48^{0,66} / 5 = 11,9 \text{ Па} \cdot \text{с.}$$

Таблица 3 – Предельно допустимое избыточное давление при сгорании газо-, паро или пылевоздушных смесей в помещениях или в открытом пространстве.

Степень поражения	Избыточное давление, кПа
Полное разрушение зданий	100
50 %-ное разрушение зданий	53
Средние повреждения зданий	28
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам, дверей и т.п.)	12
Нижний порог повреждения человека волной давления	5
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3

Согласно расчетным данным и данным таблицы 3 можно сделать вывод о том что:

1. Предельно допустимое избыточное давление в 123 кПа в эпицентре взрыва приводит к разрушению здания, на расстоянии 5 м давлением в 40,07 кПа к средним повреждениям и ослабевает по мере удаления от эпицентра, так на расстоянии 10 м от эпицентра взрыва избыточное давление составит 9,35 кПа и вызовет слабые повреждения.

2. Среднее разрушение проявляется в разрушении крыш и встроенных элементов внутренних перегородок, окон, а также в возникновении трещин в стенах, обрушении отдельных участков чердачных перекрытий и стен верхних этажей. Восстановление здания возможно при проведении капитального ремонта.

3. Оборудование разрушается при избыточных давлениях 35 – 70 кПа. Измерительное медицинское оборудование при 20 – 30 кПа, а наиболее чувствительные приборы могут повреждаться и при 5 – 10 кПа. При этом необходимо учитывать, что при обрушении конструкций зданий также будет разрушаться оборудование. Энергетическое, промышленное и коммунальное оборудование может иметь следующие разрушения – отдельные разрывы и деформации трубопроводов и кабелей.

4. При избыточном давлении в 123 кПа – летальный исход. При избыточном давлении 40 – 60 кПа (0,4 – 0,6 кгс/см²) возникают поражения средней тяжести – переломы, вывихи конечностей, контузия головного мозга, ушибы и т.д. При избыточном давлении 20 – 40 кПа (0,2 – 0,4 кгс/см²) возникают легкие поражения – они выражаются в скоропроходящих нарушениях функций организма (звон в ушах, головокружение, головная боль). Возможны вывихи, ушибы. На рисунке 6 показана схема распространения ударной волны.

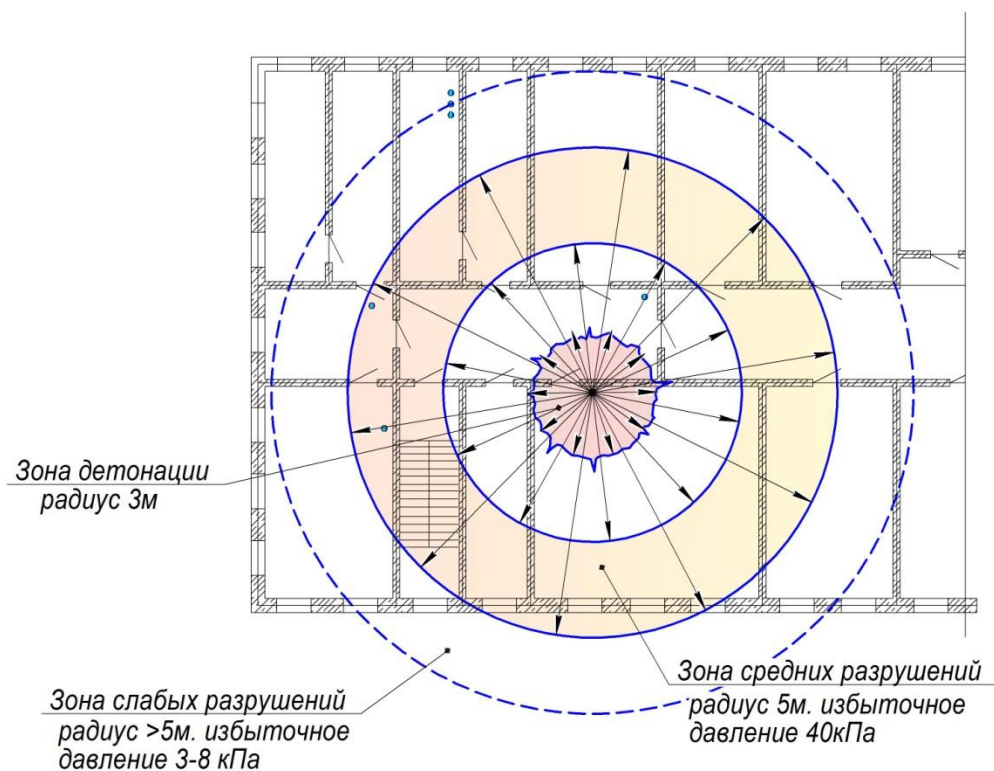


Рисунок 6 – Схема распространения ударной волны

Определим численность пострадавших.

Максимальная плотность пациентов и обслуживающего персонала, находящихся в пересмену – 42 человека. Исходя из плотности людей и различных повреждений, указанных выше определим количество пострадавших по формуле:

$$N_{\text{пострд.}} = d \cdot J \cdot P_i \cdot F_i, \quad (4)$$

где d – доля людей, которые в момент взрыва могут оказаться в опасной зоне вне данного отделения (при отсутствии данных величина d может быть принята равной 0,05),

J – плотность людей в отделении, $J = 42$ человек,

F_i – площадь территории объекта – 838 м^2 , где воздействует воздушная ударная волна с давлением $DP_{\text{ф}}$, кПа.

P_i – вероятность поражения персонала, находящегося в i -ой зоне воздействия ударной волны взрыва.

Таблица 4- Значения данных $DP_{\text{ф}}, P_i$

DPф, кПа	Менее 13	13 – 35	35 – 65	65 – 120	120 – 400	400
Pi	0	0,75	0,35	0,13	0,05	0

Тогда получим:

Таблица 5 – Расчет числа пострадавших в результате ЧС

Избыточное давление, кПа	Радиус действия, м	Количество Пострадавших, чел.	Примечания
65-123	1	2	Со смертельным исходом
35-65	5	3	Травмы тяжелой степени тяжести
13-35	7	5	Травмы средней степени тяжести
< 13	10	3	Травмы легкой степени тяжести
Итого:		13	

3.3 Зона поражения тепловым излучением при горении огненного шара

Оценка последствий прогнозируемых аварий выполнена по формулам ГОСТ Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля». Зоны поражения тепловым излучением при горении с образованием «огненного шара».

Под зонами поражения при пожарах следует понимать зоны поражения открытым пламенем и зоны поражения тепловым излучением.

Размер зоны поражения открытым пламенем определяется размером зоны, где возможно его появление. В пределах зоны открытого пламени люди получают смертельное поражение.

Под зоной поражения тепловым излучением понимается зона вдоль границы пожара глубиной, равная расстоянию, на котором будет наблюдаться тепловой поток с заданной величиной[5].

При мгновенном испарении значительной части сжиженных газов, бурном переходе значительной части жидкой фазы в пар/газ происходит возникновение «огненных шаров». Реализация мгновенного испарения возможна при значительном перегреве жидкости в результате попадания емкости в зону пожара, при мгновенном раскрытии емкости из-за внешних воздействий.

Облако пара в воздухе, обогащенное горючим веществом не детонирует, а горит с внешней поверхности, вытягивается и образует «огненный шар», который поднимаясь принимает грибовидную форму. Ножка такого гриба представляет собой восходящий конвективный поток, всасывающий атмосферный воздух и различные легкие горючие предметы, воспламеняя и разбрасывая их в окружающей среде.

Расчет интенсивности теплового излучения «огненного шара» q , кВт/м², в соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-98 проводится по формуле:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau, \quad (5)$$

где E_f – средне поверхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м², определяют на основе имеющихся экспериментальных данных. Допускается принимать E_f – равным 450 кВт/м².

F_q – угловой коэффициент облученности;

τ – коэффициент пропускания атмосферы.

$$F_q = \frac{\dot{I} / D_s + 0.5}{4 \cdot [(H / D_s + 0.5)^2 + (r / D_s)^2]^{1.5}}, \quad (6)$$

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 рассчитывают по формуле:

$$D_s = 5,33 \cdot m^{0.327}, \quad (7)$$

где m – масса горючего вещества, кг.

H – определяют в ходе специальных исследований. Допускается принимать H равной $D_s/2$.

Время существования «огненного шара» t_s , с, рассчитывают по формуле

$$t_s = 0,92 m^{0,303}. \quad (8)$$

Коэффициент пропускания атмосферы τ рассчитывают по формуле:

$$\tau = \exp [-7,0 \cdot 10^{-4}(-D_s / 2)]. \quad (9)$$

Определим время существования «огненного шара» и интенсивность теплового излучения при разрыве баллона с кислородом объемом 40 л. Степень заполнения баллона 80 % ($\alpha = 0,8$).

Находим массу горючего m в «огненном шаре»:

$$m = \rho V \alpha. \quad (10)$$

$$40 \cdot 1,43 \cdot 0,8 = 45,76 \text{ кг.}$$

где ρ – плотность жидкой фазы кислорода $\rho = 1,43 \text{ кг/м}^3$.

Определяем эффективный диаметр «огненного шара» D_s :

$$D_s = 5,33 \cdot 45,76^{0,327} = 18,6 \text{ м.}$$

Принимая $H = D_s/2 = 18,6/2 = 9,3 \text{ м}$, находим угловой коэффициент облученности F_q :

$$F_q = \frac{(9,3/18,6 + 0,5)}{4[(9,3/18,6 + 0,5)^2 + (5/18,6)^2]^{1,5}} = 0,22. \quad (11)$$

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp [-7,0 \cdot 10^{-4}(\sqrt{5^2 + 9,3^2} - 18,6 / 2)] = 0,18.$$

Находим интенсивность теплового излучения:

$$q = 450 \cdot 0,17 \cdot 0,18 = 13,77 \text{ кВт/м}^2.$$

Определяем время существования «огненного шара» t_s :

$$t_s = 0,92 \cdot 45,76^{0,303} = 3 \text{ сек.}$$

Дозу теплового излучения Q , Дж/м², рассчитывают по формуле:

$$Q = q t_s, \quad (12)$$

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

t_s – время существования «огненного шара», с.

Вычисление q и t_s см. ниже.

Доза теплового излучения составит:

$$Q = 13,77 \cdot 3 = 41,31 \text{ Дж/м}^2.$$

Таблица 6 – Предельно допустимая интенсивность теплового излучения

Степень поражения	Интенсивность теплового излучения, кВт/м ²
Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2
Непереносимая боль через 20 – 30 с. Ожог 1-й степени через 15 – 20 с. Ожог 2-й степени через 30 – 40 с. Воспламенение хлопкового волокна через 15 мин	7,0
Непереносимая боль через 3 – 5 с. Ожог 1-й степени через 6 – 8 с. Ожог 2-й степени через 12 – 16 с.	10,5
Воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (влажность 12 %) при длительности облучения 15 мин	12,9
Воспламенение древесины, окрашенной масляной краской по строганой поверхности; воспламенение фанеры	17,0

На основании расчетных данных и данных таблицы 4 можно сделать вывод, что в течение 3 секунд и плотности нахождения людей (42человека) получит ожоги 1-ой степени – 3 человека, и ожоги 2-ой степени – 2 человека, а здание легкие повреждения.

Таблица 7 – Зона действия огненного шара

Интенсивность теплового излучения, кВт/м ²	Радиус действия огненного шара, м	Пострадавшие, человек	Повреждения
13,77	9,3	5	Внутренних перегородок здания, рам, воспламенение дверей.

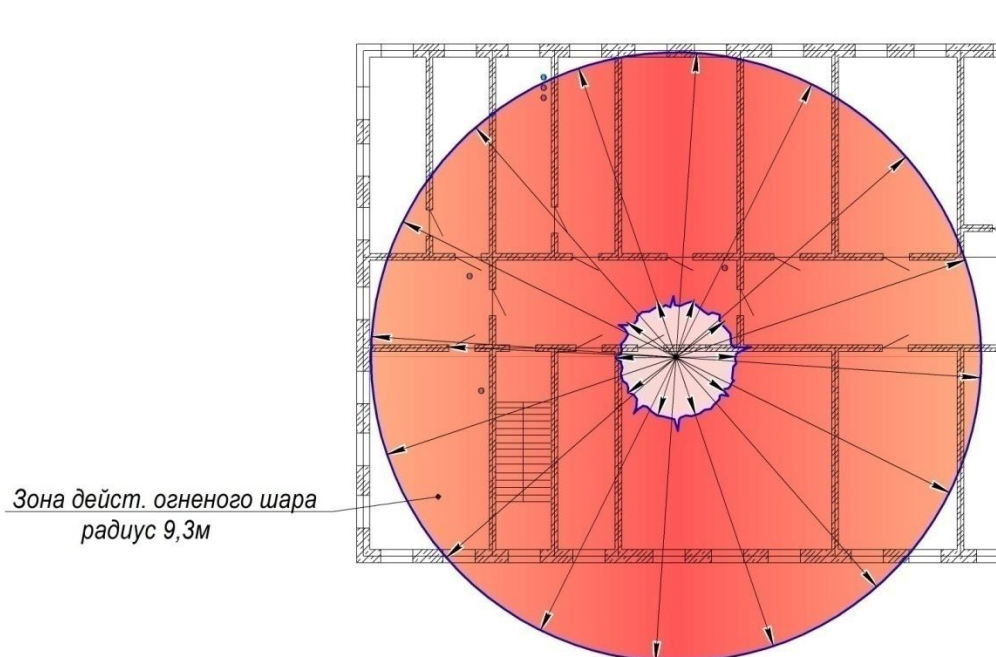


Рисунок 7 – Зона поражения тепловым излучением при горении огненного шара

Исходя из анализа техники безопасности по эксплуатации газокислородного оборудования согласно нормативно-технической документации, анализа взрывов кислородных баллонов, анализа эксплуатации кислородных баллонов в ФГКУ «425 ВГ» МО РФ и произведенных расчетов по ЧС при взрыве кислородного баллона, можно сделать вывод, что эксплуатация газокислородного оборудования и подача кислорода пациентам происходит с грубейшими нарушениями техники безопасности и может привести тяжелым последствиям с угрозой жизни как обслуживающего персонала так и пациентам.

3.4 Разработка кислородной станции

Для обеспечения техники безопасности и устранения ЧС рекомендуется разработать проект кислородной станции на основе баллонных источников кислорода в соответствии с архитектурно-строительными и технологическими решениями по обеспечении техники безопасности.

Исходя из пособия по проектированию учреждений здравоохранения (приложение к СНиП 2.08.02-89) медицинские газы, трубопроводы вакуумной сети и сжатого воздуха:

1. Снабжение медицинским кислородом, медицинской закисью азота, углекислым газом, сжатым воздухом и обеспечение вакуумом потребителей в лечебно-профилактических учреждениях предусматривается централизованным.

2. Снабжение кислородом осуществляется от центральных пунктов в зависимости от количества потребляемого кислорода и местных условий (наличие газообразного или жидкого кислорода).

3. Центральный пункт с 40-литровыми баллонами (давление газа в баллонах 150 атм.) кислорода размещается при количестве баллонов до 10 штук на расстоянии не менее 25 м от здания здравоохранения в одноэтажном отапливаемом (T внутри $+ 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) здании из негорючего материала, со стенами без оконных проемов. Толщина стен: кирпичные – 51 см, железобетонные – 10 см.

Центральный пункт снабжается средствами механизации для разгрузки и размещения баллонов.

Основной компонент системы централизованного медицинского кислородоснабжения – «кислородная станция». Центральный пункт снабжения кислородом состоит из двух рамп, к каждой из них можно подключить по 5 баллонов, внутри шкафа находятся редукторы и автоматическое устройство переключения между рампами. Баллоны можно подсоединять и отсоединять от рампы в любое время, даже при работе остальных баллонов. После опустошения одной рампы автомат подключает вторую рампу к системе кислородоснабжения. Система автоматики и сигнализации информирует персонал от том какая рампа в настоящий момент работает. При полном опустошении двух рамп автомат выдаёт световой сигнал тревоги, и передаёт электрический сигнал на пульт дежурного персонала. На рисунке 8 изображена кислородная рампа перепускная.

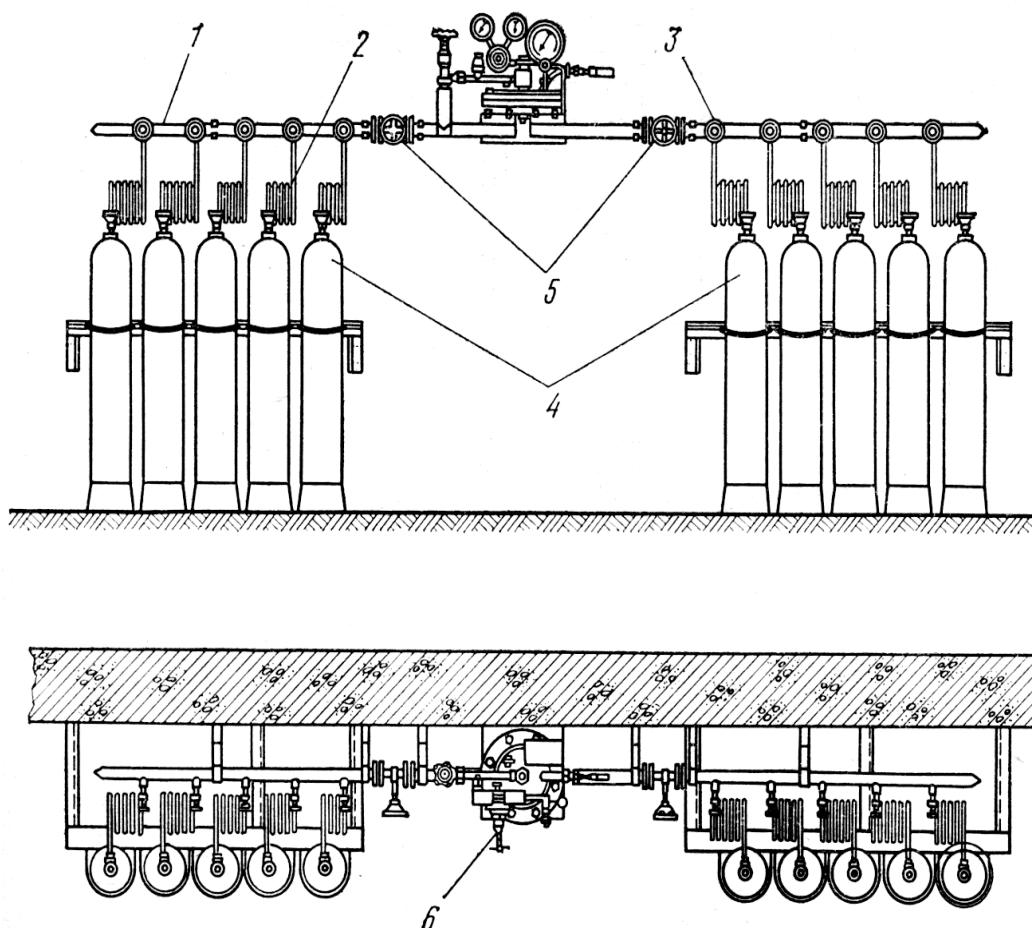


Рисунок 8 - Рампа кислородная перепускная:

1 – коллектор; 2 – трубка; 3 – вентиль; 4 – баллон; 5 – вентиль запорный; 6 – редуктор.

Количество кислорода в баллоне рассчитывают по формуле:

$$V_I = KV_1, \quad (13)$$

где V_1 – емкость баллона, 40 дм³;

V_{II} – объем кислорода в баллоне, м³, приведенный к нормальным условиям (20 °С и 760 мм рт. ст.);

K – коэффициент для приведения объема газа к нормальным условиям, учитывающий сжимаемость кислорода, м³/дм³.

Таблица 8 - Значения коэффициента K для расчета объема газообразного кислорода при нормальных условиях

газа в бал- лоне,	Значение K_1 при избыточном давлении, кгс/см ² (МПа)											
	40 (13,7)	45 (14,2)	50 (14,7)	55 (15,2)	60 (15,7)	65 (16,2)	70 (16,7)	75 (17,2)	80 (17,7)	85 (18,1)	90 (18,6)	95 (19,1)

°C												
50	0,232	0,242	0,251	0,260	0,269	0,278	0,286	0,296	0,303	0,311	0,319	0,327
40	0,212	0,221	0,229	0,236	0,245	0,253	0,260	0,269	0,275	0,284	0,290	0,298
30	0,195	0,202	0,211	0,217	0,225	0,232	0,239	0,248	0,253	0,261	0,267	0,274
20	0,182	0,188	0,195	0,202	0,209	0,215	0,222	0,229	0,235	0,242	0,248	0,255
10	0,171	0,177	0,183	0,189	0,195	0,202	0,208	0,214	0,220	0,226	0,232	0,238
0	0,161	0,167	0,172	0,179	0,184	0,190	0,196	0,201	0,207	0,213	0,219	0,224
10	0,153	0,158	0,163	0,169	0,174	0,180	0,185	0,191	0,196	0,201	0,206	0,211
20	0,145	0,150	0,156	0,160	0,166	0,171	0,176	0,181	0,186	0,191	0,196	0,201
30	0,139	0,143	0,148	0,153	0,158	0,163	0,168	0,173	0,177	0,182	0,187	0,192
40	0,133	0,137	0,142	0,147	0,151	0,156	0,160	0,165	0,170	0,174	0,178	0,183
50	0,127	0,132	0,136	0,141	0,145	0,149	0,154	0,158	0,163	0,167	0,171	0,175

Таким образом, в новом баллоне (150 кгс/см^2 при 20°C) объемом 40 л содержится $6,24 \text{ м}^3$ кислорода при нормальных условиях[13].

Для подключения баллонов к системе кислородоснабжения использовать рампу – труба высокого давления, с отводами, на конце которых расположены штуцеры для соединения баллонов. На выходе рампы расположить редуктор – для снижения давления в системе.

Для подключения потребителей на концах трубопроводов используется автоматический газовый клапан. Поток газа открывается и поступает к потребителю при подсоединении к нему коннектора. В обычном состоянии клапан закрыт. К газовому клапану можно быстро подключить или отключить внешнее оборудование – коннектор для аппаратов ИВЛ, регулятор потока газа с индикатором потока (ротаметр) с ингалятором или увлажнителем, регулятор потока сжатого воздуха.

Газовые клапаны установить на стену. В реанимационных палатах, операционных залах, где используется большое количество кислорода, газовые клапаны встраивать в палатные консоли, или реанимационные колонны, потолочные консоли.

Газовые магистрали для кислорода выполнить из медных труб различного диаметра — от 8 мм до 28 мм. Для прокладки труб в помещениях использовать трубы в виде спирали.

Расчет трубопровода производится на максимальный расход газа и допускаемую потерю давления. Расход газа определяется характером выполняемых работ и числом рабочих мест, питаемых газом через данный трубопровод[45].

Во время проведения наркоза через наркозно-дыхательный аппарат, кислород подается со скоростью 3 л/мин. и давлением не более 5 атмосфер, 10 – 12 мм.водного столба на выходе.

Исходные данные для определения диаметра трубопровода:

l – длина трубопровода 25м;

V_0 – расход газа через трубопровод, приведенный к нормальным условиям (760 мм. рт. ст. и 20 °С), в м³/час; исходя из условия скорости подачи 3л/мин. получим 0,18 м³/час.

ρ – плотность газа по отношению к воздуху, для кислорода $\rho = 1,105$.

p_{cp} – среднее давление газа в трубопроводе:

$$p_{cp} = \frac{736}{760} \cdot \left(\frac{p_H + p_k}{2} \right) + 1 = \frac{736}{760} \cdot \left(\frac{15 + 5}{2} \right) = 9,6 \text{ кг / см}^2, \quad (14)$$

где p_H, p_k – начальное 15 кг/см²; и конечное давление газа в 5 кг/см²;

K – коэффициент пропорциональности, учитывающий трение газа о стенки трубы; для трубопроводов диаметром от 10 до 100 мм принимается:

$$K = 2,5 \cdot 10^5.$$

Для определения потери напора необходимо определить внутренний диаметр трубопровода. Он определяется с учетом средней скорости газа в трубопроводе ω в м/сек:

$$d = \sqrt{\frac{354 \cdot V_0}{\omega \cdot p_{cp}}} = \sqrt{\frac{354 \cdot 0,18}{5 \cdot 9,6}} = 12,8 \text{ мм}. \quad (15)$$

Принимаем диаметр трубопровода по ГОСТ Р 52318 выбираем медную трубу с наружным диаметром 14 мм и толщиной стенки 1мм.

Для трубопроводов низкого и среднего давления средняя скорость газа в трубе должна находиться в следующих пределах:

- для линейных трубопроводов на давление до 0,1 атм. $\omega = 3 - 4$ м/сек.;
- для линейных трубопроводов на давление от 0,1 до 1,5 атм. $\omega = 4 - 8$ м/сек.;

Трубопроводы соединять методом пайки с последующей проверкой на герметичность. При прокладке использовать стоячную систему, когда через все этажи больницы проходит толстый стояк, от которого на каждом этаже отходят магистрали.

В системе сигнализации кислородной станции использовать зонные и центральные сигнальные пульты.

Зонный сигнальный пульт устанавливать в месте контроля газов – в комнате дежурной медсестры по отделению. Он контролирует давление газов непосредственно в данном отделении. При аварийном падении давления пульт включает звуковую и световую сигнализацию. Медсестра тут же может связаться с техническим персоналом.

Центральный сигнальный пульт располагается в арматурной комнате и контролирует все газовые магистрали, а также работу кислородной станции.

В качестве контрольного оборудования использовать магистральный принцип построения системы лечебного газоснабжения, с разделением на локальные отключаемые зоны.

В случае возникновения неполадок в каком-либо отделении больницы, отдельном блоке при использовании зонных вентилей всегда имеется возможность быстро отключить только одно отделение. При этом остальная часть системы остаётся в рабочем состоянии.

Контрольные вентили выполнять в виде шкафов, со съёмной крышкой для перекрытия потока кислорода в отделении.

Вывод: Согласно СНиП 2.08.02-89 центральный пункт кислородоснабжения будет располагаться на расстоянии 25 метров от здания госпиталя в одноэтажном кирпичном отапливаемом здании, без оконных

проемов, толщина стен – 51 см., температура воздуха внутри не ниже + 10 °С. Внутри будут располагаться 10 штук 40-литровых кислородных баллона (давление газа в баллоне 150 атм.). «Кислородная станция» состоит из двух рамп, к каждой из них можно подключить по 5 баллонов, внутри шкафа находятся редукторы и автоматическое устройство переключения между рампами. Баллоны можно подсоединять и отсоединять от рампы в любое время, даже при работе остальных баллонов. После опустошения одной рампы автомат подключает вторую рампу к системе кислородоснабжения. Система автоматики и сигнализации информирует персонал от том какая рампа в настоящий момент работает. При полном опустошении двух рамп автомат выдаёт световой сигнал тревоги, и передаёт электрический сигнал на пульт дежурного персонала.

В одном баллоне содержится 6000 л кислорода, 600 л должен быть не снижаемый остаток, поэтому использоваться будут только 5400 л. Одного баллона с кислородом хватит на 2,5 суток, на одного больного, находящегося на ИВЛ. 10 кислородных баллонов выдадут 54000 литров используемого кислорода, которого будет достаточно для эффективного оказания неотложной помощи и проведения операций с использованием кислорода.

Возникновение чрезвычайной ситуации связанных со взрывом кислородных баллонов влечет за собой гибель людей, большие материальные потери, затраты на восстановление производства, зданий и оборудования. Последствия чрезвычайной ситуации выражаются в стоимости и объеме аварии, а так же воздействию на человека и окружающую среду.

Экономический ущерб от аварии складывается из затрат на локализацию и ликвидацию последствий аварии, а также возмещения ущерба пострадавшим людям и экономике предприятия.

При возникновении чрезвычайной ситуации на производстве погибнет 2 человека, 11 человек получают травмы разной степени тяжести. ЧС произошедшая в госпитале будет иметь объектовый характер, затраты на материально-техническое обеспечение рассчитываются только для спасательных формирований и на эвакуацию персонала и пациентов с территории предприятия домой и в медицинские учреждения.

4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении ЧС в госпитале г. Юрги филиал № 4 ФГКУ «425 ВГ» МО РФ, затрат на локализацию аварии и ликвидацию ее последствий.

К основным показателям, составляющим затраты на ликвидацию ЧС относятся:

- затраты на питание ликвидаторов аварии;
- затраты на оплату труда ликвидаторов аварии;
- затраты на единовременную и ежемесячные выплаты семьям погибших в результате ЧС;
- затраты на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших;

- затраты на топливо и горюче-смазочные материалы;
- затраты на восстановление разрушенных объектов;
- затраты на амортизацию используемого оборудования, технических средств, аварийно-спасательного инструмента.

4.1.1 Затраты на питание ликвидаторов аварии

Затраты на питание рассчитывают, исходя из суточных норм обеспечения питанием спасателей, в соответствии с режимом проведения работ:

$$З_{\text{Псут}} = \sum (З_{\text{Псут } i} \cdot Ч_i), \quad (16)$$

где $З_{\text{Псут}}$ – затраты на питание личного состава формирований в сутки;

$З_{\text{Псут } i}$ – суточная норма обеспечения питанием, руб/(сут. на чел.);

I – число групп спасателей, проводящих работы различной степени тяжести;

$Ч_i$ – численность личного состава формирований, проводящих работы по ликвидации последствий ЧС.

Тогда, общие затраты на питание составят:

$$З_{\text{п}} = (З_{\text{Псут. спас.}} \cdot Ч_{\text{спас}} + З_{\text{Псут. др.ликв.}}) \cdot Д_{\text{н}}, \quad (17)$$

где $Д_{\text{н}}$ – продолжительность ликвидации аварии, дней, в данном случае 1 день.

К работе в зоне ЧС привлекается 12 человек, из них 8 человек выполняют тяжелую работу, а остальные 4 человека – работу средней и легкой тяжести.

В таблице 9 представлены затраты на питание личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести.

Таблица 9 – Затраты на питание личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести

	Работы средней тяжести	Тяжелые работы
--	------------------------	----------------

Наименование продукта	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб/(чел.×сут.)	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб/(чел.×сут.)
Хлеб белый	400	12,0	600	18,0
Крупа разная	80	3,6	100	4,5
Макаронные изделия	30	1,8	20	1,2
Молоко и молокопро- дукты	300	18,0	500	30,0
Мясо	80	32,0	100	40,0
Рыба	40	16,0	60	24,0
Жиры	40	2,8	50	3,5
Сахар	60	4,8	70	5,6
Картофель	400	12,0	500	15,0
Овощи	150	9,0	180	10,8
Соль	25	0,75	30	0,9
Чай	1,5	0,75	2	1,0
Итого	-	113,5	-	154,5

По формуле (2) рассчитываем, что затраты на питание личного состава формирований составят:

$$З_{\text{п}} = (154,5 \cdot 8 + 113,5 \cdot 4) \cdot 1 = 1690 \text{ рублей.}$$

Обеспечение питанием формирований РСЧС осуществляется в столовых и за счет средств ФГКУ «425 ВГ» МО РФ.

4.1.2 Расчет затрат на оплату труда ликвидаторов аварии

Расчет затрат на оплату труда проводят дифференцированно для каждой из групп участников ликвидации последствий ЧС в зависимости от величины их заработной платы и количества отработанных дней.

Расчет суточной заработной платы участников ликвидации ЧС проводят по формуле:

$$\Phi ЗП_{сут i} = (\text{мес. оклад} / 30) \cdot 1,15 \cdot Ч_i, \quad (18)$$

где $Ч_i$ – количество участников ликвидации ЧС i -ой группы.

Время ликвидации аварии составляет одни сутки для пожарных подразделений и трое суток для всех остальных формирований.

Таким образом, суммарные затраты на оплату труда всем группам участникам ликвидации последствий ЧС составят (таблица 10):

Таблица 10 – Затраты на оплату труда участников ликвидации последствий ЧС связанных с разгерметизацией изотермического резервуара

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Численность, чел	$\Phi ЗП_{сут}$, руб./чел.	$\Phi ЗП$ за период проведения работ для i -ой группы, руб.
Пожарные подразделения	14500	3	556	1668
Отряд механизированной группы	16000	2	613	1226
Отряд ручной разборки завалов	15000	2	575	1150
Медицинская служба	13500	3	517	1551
Водители, осуществляющие эвакуацию	10000	2	383	766
ИТОГО:				6361

В результате проведенных расчетов получим, что фонд заработной платы на оплату труда личного состава формирований РСЧС при проведении работ по ликвидации ЧС с учетом периода проведения работ составит 6361 рубль.

4.1.3 Расчет затрат на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших

В результате возникновения ЧС величина санитарных потерь составляет 13 человек, из них:

2 человек – со смертельным исходом;

3 человек – травмы тяжелой степени тяжести;

5 человек – травмы средней степени тяжести;

3 человек – травмы легкой степени тяжести.

Суммарные затраты на лечение пострадавших складываются из затрат на реанимационное, стационарное и амбулаторное лечение, исходя из стоимости одного койко-дня и продолжительности лечения и рассчитываются по следующей формуле:

$$Зл = С_{к. - д.і} \cdot Дн, \quad (19)$$

где $С_{к. - д.і}$ – стоимость одного койко-дня при соответствующем виде лечения, руб.;

$Дн$ – продолжительность лечения, дней.

Расчет затрат на пребывание пострадавших в реанимационном отделении проводят по формуле:

$$З_{рл} = С_{к. - д.р.} \cdot Дн \cdot Ч_{р}, \quad (20)$$

где $Ч_{р}$ – численность пострадавших, проходящих лечение в реанимационном отделении.

$$З_{рл} = 1000 \cdot 5 \cdot 3 = 15000 \text{ рублей.}$$

Расчет затрат на пребывание пострадавших в терапевтическом отделении проводят по формуле:

$$З_{тл} = С_{к.-д.т.} \times Дн \times Ч_{т}, \quad (21)$$

где $Чт$ – численность пострадавших, проходящих лечение в терапевтическом отделении.

$$З_{тл} = 500 \cdot 21 \cdot 5 = 52500 \text{ рублей.}$$

Расчет затрат на пребывание пострадавших на амбулаторном лечении проводят по формуле:

$$Зал = С_{к.-д.а.} \times Дн \times Ча, \quad (22)$$

где $Ча$ – численность пострадавших, проходящих амбулаторное лечение в стационаре.

$$Зал = 250 \cdot 3 \cdot 3 = 2250 \text{ рублей.}$$

Все затраты на лечение пострадавших приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Затраты на лечение пострадавших

Вид лечения	Стоимость одного койко-дня, руб.	Средняя продолжительность лечения, дней	Численность пострадавших, чел.	Суммарные затраты, руб.
Амбулаторное	250	3	3	2250
Терапевтическое	500	21	5	52500
Реанимационное	1000	5	3	15000
ИТОГО				69750

Суммарные затраты на лечение пострадавших при ЧС составляют 69750 рублей.

4.1.4 Расчет затрат на топливо и горюче-смазочные материалы

Затраты на горючие и смазочные материалы определяется по формуле:

$$\begin{aligned} Z_{ГСМ} = & V_{бенз} \cdot Ц_{бенз} + V_{диз. т.} \cdot Ц_{диз. т.} + V_{мот. м.} \cdot Ц_{мот. м.} + \\ & + V_{транс. м.} \cdot Ц_{транс. м.} + V_{спец. м.} \cdot Ц_{спец. м.} + V_{пласт. см.} \cdot Ц_{пласт. м.}, \end{aligned} \quad (23)$$

где – $C_{\text{бенз}}$, $C_{\text{диз. т.}}$, $C_{\text{мот. м.}}$, $C_{\text{транс. м.}}$, $C_{\text{спец. м.}}$, $C_{\text{пласт. м.}}$ – стоимость бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л/рубль.

В таблице № 12 приведены цены в рублях (за 1л) на топливо и горюче-смазочные материалы:

Таблица 12 – Цены на ГСМ

Бензин	30
Дизельное топливо	24
Моторное масло	36
Трансмиссионное масло	55
Специальное масло	23
Пластичные смазки	27

В таблице 13 приведен перечень транспортных средств, используемых при ведении АСДНР на территории филиал №4 ФГКУ «425 ВГ» МО РФ и нормы расхода горюче-смазочных материалов приведенной техники.

Таблица 13 – Техника и нормы расхода горюче-смазочных материалов

Тип автомобиля	ол-во	Базовая норма расхода топлива, л/100км		Расход моторного/транско/спец-го масел, л	Расход смазки, кг
		Бензин	Диз.топливо		
Пожарная автоцистерна Урал 5557		-	40	2,2/0,3/0,1	0,2
Автомобиль скорой помощи Fiat Ducato		20	-	2,1/0,3/0,1	0,25
Автобус Паз-32053		31,6	-	2,1/0,3/0,1	0,3
ОБЩИЕ ЗАТРАТЫ НА ГСМ					3415

На обеспечение техники горюче-смазочными материалами потребуется 3415 руб.

4.1.5 Расчет затрат на амортизацию используемого оборудования и технических средств

Величина амортизации используемого оборудования, технических средств определяется, исходя из их стоимости, нормы амортизации и количества дней, в течение которых это оборудование используется, по следующей формуле:

$$A = [(H_a \cdot C_{ст} / 100) / 360] \cdot D_n, \quad (24)$$

где H_a – годовая норма амортизации данного вида основных производственных фондов (ОПФ), %;

$C_{ст}$ – стоимость ОПФ, руб.;

D_n – количество отработанных дней.

Таблица 14 – Расчет величины амортизационных отчислений для используемой техники

Наименование использованной техники	Стоимость, руб.	Кол-во, ед.	Кол-во отработанных дней	Годовая норма амортизации, %	Аморт. отчисления, руб.
Пожарная автоцистерна	1200000	1	1	10	334
Автомобиль скорой помощи	850000	2	1	10	236
Автобус	425000	1	1	10	118
ИТОГО:					688

Результаты расчетов (таблица 14) затрат за использование оборудования и технических средств, необходимых для локализации пожара и ликвидации ЧС составляют 688 рублей.

4.2 Затраты на единовременную и ежемесячные выплаты семьям погибших в результате ЧС

Погибла медицинская сестра 43-х лет и санитарка 33-х лет.

В семье первой погибшей без кормильца остался 17-летний иждивенец, и ему до окончания учебы в учебных учреждениях по очной форме обучения, но не более чем до 23 лет, полагается ежемесячное пособие в размере среднемесячной зарплаты погибшей.

Годовой заработок $P_{\text{год}} = 300000$ руб.

Среднемесячная зарплата:

$$P = 300000 / 12 = 25000 \text{ руб.}$$

Семье погибшей полагаются следующие выплаты:

- единовременное пособие в размере 10 годовых заработков одному из членов семьи умершей:

$$П.1 = 300000 \times 10 = 3000000 \text{ руб.};$$

- ежемесячные страховые выплаты до 23-летия ребёнка:

$$П.1.2 = P \cdot 12 \cdot (23 - 17),$$

$$П.1.2 = 25000 \cdot 12 \cdot (23 - 17) = 1800000 \text{ руб.}$$

Итого:

$$П.1.3 = 3000000 + 1800000 = 4800000 \text{ руб.}$$

В семье второй погибшей остался ребенок 5-ти лет, ему полагается ежемесячное пособие до 18-ти лет в размере среднемесячной зарплаты погибшей.

Годовой заработок $P_{\text{год}} = 120000$ руб.

Среднемесячная зарплата:

$$P = 120000 / 12 = 10000 \text{ руб.}$$

Семье погибшей полагаются следующие выплаты:

- единовременное пособие в размере 10 годовых заработков одному из членов семьи умершей:

$$П.1 = 120000 \cdot 10 = 1200000 \text{ руб.}$$

- ежемесячные страховые выплаты до 18-летия ребёнка:

$$П. 1.2 = P \cdot 12 \cdot (18 - 5)$$

$$П. 1.2 = 10000 \cdot 12 \cdot (18 - 5) = 1560000 \text{руб.}$$

Итого:

$$П. 1.3 = 1200000 + 1560000 = 2760000 \text{руб.}$$

Итого семьям погибших будет выплачено: 7560000 рублей.

4.3 Определение величины экономического ущерба

Экономический ущерб от взрыва кислородного баллона оценивается остаточной балансовой стоимостью разрушенного здания, оборудования и стоимостью потерянного или пришедшего в негодность сырья и готовой продукции.

Оценочную стоимость производственных фондов определяют по формуле:

$$Ософ = F - F \cdot Z \%, \quad (25)$$

где F – восстановительная стоимость оборудования основных фондов;

Z – процесс износа ОФ за период эксплуатации.

Следовательно, оценочная стоимость для каждого оборудования рассчитывается исходя из срока введения его в эксплуатацию.

После окончания работ по ликвидации последствий аварии, экспертная группа проводит оценку степени разрушения технологического оборудования, зданий и сооружений. На основании экспертных оценок проводят расчет остаточной стоимости поврежденного оборудования, по суммарной величине которой судят о причиненном чрезвычайной ситуацией экономическом ущербе.

Остаточную стоимость технологического оборудования рассчитывают по формуле:

$$С_{\text{Тост}} = Ософ \cdot k, \quad (26)$$

где k – степень разрушения технологического оборудования.

Результаты проведенных в разделе расчетов представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Перечень поврежденного технологического оборудования и строительно-конструктивных повреждений в результате аварии

Наименование оборудования	Стоимость оборудования, руб.	Оценочная стоимость, руб.	Степень разрушения, %	Остаточная стоимость, руб.
Баллон кислородный	6000	4500	100	4500
Аппаратура для подачи кислорода	8000	6100	100	6100
Медицинская аппаратура	48600	35000	40	14000
Стеновые ограждения (трещины, повреждения отделки)	145000	85000	30	25500
Двери	35000	15000	100	15000
Окна	20000	12000	80	9600
Итого:				74700

Экономический ущерб от несоблюдения техники безопасности с газокислородным оборудованием и возникновением чрезвычайной ситуации составляет 74700.

Выводы: В данном разделе были произведены расчеты следующих затрат, показанных в таблице 16.

Таблица 16 - Затраты на ликвидацию ЧС

Затраты на питание ликвидаторов аварии	1690 руб.
Затраты на оплату труда ликвидаторам аварии	6361 руб.
Затраты на единовременную и ежемесячные выплаты семьям погибших в результате ЧС	7560000 руб.
Суммарные затраты на лечение пострадавших	69750 руб.
Затраты на обеспечение техники горюче-смазочными материалами	3415 руб.
Затраты на восстановление разрушенных объектов и оборудования	74700 руб.
Затраты на амортизацию используемого оборудования, технических средств, аварийно-спасательного инструмента	688 руб.
Общий ущерб	7716604руб.

В результате возникновения чрезвычайной ситуации в госпитале города Юрги пострадает 13 человек, из них 2 со смертельным исходом, 3 человека получают тяжелые травмы, 5 человек травмы средней степени тяжести и 3 человека травмы легкой степени. Для локализации и ликвидации

ЧС потребуется 12 человек ликвидаторов последствия ЧС, пожарная автоцистерна, автомобиль скорой помощи, автобус.

Из расчетов видно, что в результате взрыва кислородного баллона в госпитале города Юрги филиала № 4 ФГКУ «425 ВГ» МО РФ пострадают люди, потребуются значительные материальные затраты на ликвидацию последствий аварии и восстановительные работы.

5 Социальная ответственность

5.1 Характеристика объекта исследования

Функциональное назначение отделения анестезиологии и реанимации – осуществление комплекса мероприятий по реанимации и интенсивной терапии больным с расстройством функций жизненно важных органов до стабилизации их деятельности.

Объектом исследования является рабочее место врача анестезиолога – реанимационная палата.

Параметры: ширина – 3 м, длина – 6 м, высота помещения – 3 м.

Потолок помещения свежеекрашенный, стены выложены белой глянцевой плиткой.

Основные работы проводятся на высоте 0,7 м над уровнем пола.

В палате имеется два окна, которые выходят на южную сторону.

Здание, в котором расположена палата, выполнено из кирпича и бетона.

Степень опасности развития пожара определяется строительными нормами и правилами СНиП 2.04.09-84. Из средств пожаротушения в помещении есть ручной порошковый огнетушитель типа ОП-3 и автоматическая установка обнаружения и оповещения источников дыма и возгорания.

5.2 Анализ и выявление вредных факторов производственной среды

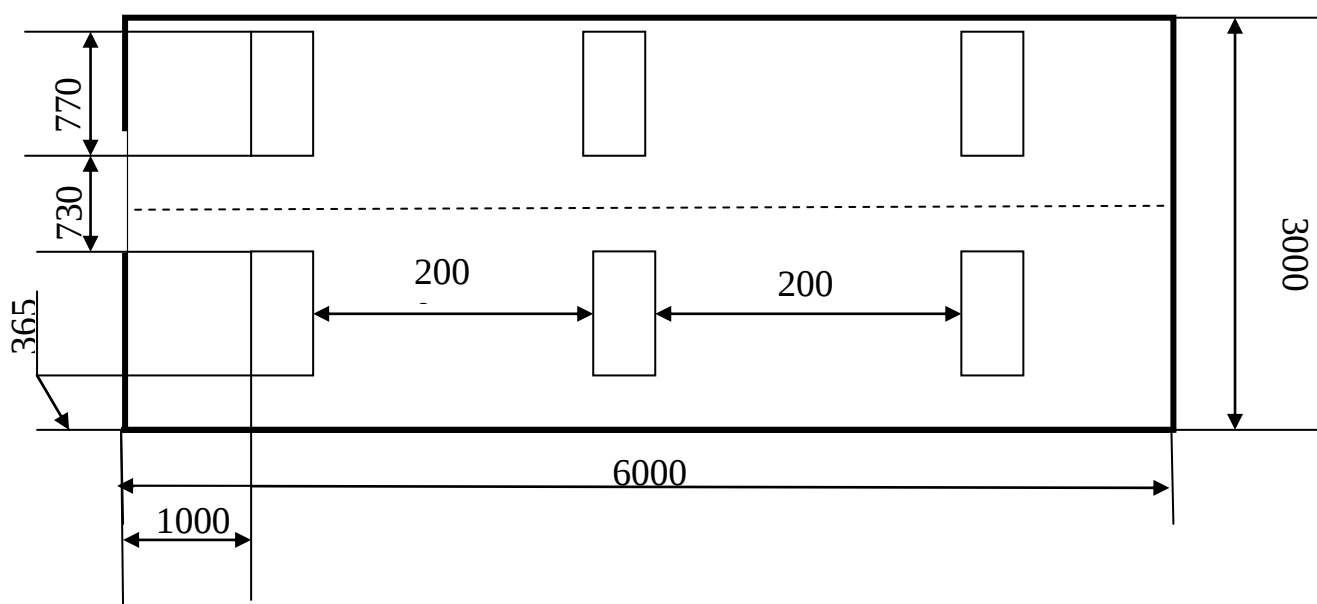
На рабочем месте вредными факторами для сотрудника могут быть:

- недостаточная освещенность;
- ненормированные параметры микроклимата;
- вентиляция;
- чрезмерный шум;
- нервно- психологические перегрузки.

5.2.1 Недостаточная освещенность

Для обеспечения требуемой освещенности необходимо рассчитать новую систему освещения на рабочем месте. Освещение обеспечивается 6 потолочными светильниками, имеющими по 2 люминесцентных лампы, мощностью 13 Вт, каждая. План помещения с указанием расположения светильников представлен на рисунке 9.

Рисунок 9



Для обеспечения нужной освещенности необходимо произвести расчеты освещения рабочего места врача анестезиолога. Выберем систему освещения, тип светильников, источник света, коэффициент запаса, мощность источников и необходимое количество светильников.

Выбираем систему общего равномерного освещения.

Наиболее распространенными источниками света для таких параметров являются люминисцентные лампы. Светильник для такого источника света – ШОД (для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен, допускаются при умеренной влажности и запыленности).

Полученная из СП 52.13330.2011 величина освещенности корректируется с учетом коэффициента запаса.

Значения нормируемой освещенности выбираем $E = 300$ Лк, коэффициент запаса $K = 1,5$.

В зависимости от типа светильников существует выгодное расстояние между светильниками:

$$\lambda = L / h, \quad (27)$$

где L - расстояние между светильниками, h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для светильников ШОД равна 2,5 м, высота рабочей поверхности – 0,7 м. Значение $h = 2,5 - 0,7 = 1,8$ м. Значение λ для светильников ШОД = 1,2. Отсюда, $L = 1,2 \cdot 1,8 = 2,16$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников может рекомендоваться равным $1/3L$. Сопоставляя размеры помещения с полученными данными, определяем число светильников – 6.

Величина светового потока лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta}, \quad (28)$$

где Φ – световой поток каждой из ламп, лм;

$E = 300$ – минимальная освещенность, лк;

$K = 1,5$ – коэффициент запаса;

$S = 18$ – площадь помещения, м²;

$n = 12$ – число ламп в помещении;

$\eta = 0,37$ – коэффициент использования светового потока (в долях единицы);

$Z = 0,9$ – коэффициент неравномерности освещения.

Значение коэффициента η определяется из СП 52.13330.2011. Для определения коэффициента использования светового потока необходимо знать индекс помещения i , значения коэффициентов отражения стен $\rho_{\text{ст}}$ и потолка $\rho_{\text{п}}$ и тип светильника. Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h(A+B)}, \quad (29)$$

где $S = 18$ – площадь помещения, м^2 ;

h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

A, B – стороны помещения, м.

Коэффициент отражения потолка – 50 %,

Коэффициент отражения стен – 30 %.

$$i = \frac{18}{1,8(6+3)} = 1,1.$$

Коэффициент использования светового потока при использовании светильников ШОД и индексе помещения 1,1 равен 0,37.

Коэффициент неравномерности освещения равен 0,9, т.к. используются люминесцентные лампы.

Площадь помещения S равна 18 м^2 ($A = 6$; $B = 3$).

Далее используя все данные, рассчитаем величину светового потока.

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 18 \cdot 0,9}{12 \cdot 0,37} = 1641,9 \text{ Лм}.$$

Исходя из СП 52.13330.2011, выбираем мощность ламп. В нашем случае это люминесцентные лампы мощностью по 13 Вт каждая.

Согласно проведенному расчету освещение палаты должно состоять из 6 светильников, каждая лампа мощностью в 13 Вт, выдающая 400 – 500 Лм светового потока, что в комплексе из 12 ламп составит от 5000 – 6000 Лм, что соответствует нормативным требованиям 52.13330.2011.

5.2.2 Ненормированные параметры микроклимата

Микроклимат – комплекс физических факторов внутренней среды помещений, оказывающий влияние на тепловой обмен организма и здоровье человека. К микроклиматическим показателям относятся температура, влажность и скорость движения воздуха.

Определим оптимальные допустимые нормы микроклимата для рассматриваемого нами помещения с категорией работ 1б. Данные представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для помещений с категорией работ 1б

Период года	Категория работ	Температура воздуха, С°	Относит. влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Допустимы:				
холодный	Легкая 1б	19-24	15-75	0,1-0,2
теплый	Легкая 1б	20-28	15-75	0,1-0,3
Оптимальные:				
холодный	Легкая 1б	21-23	40-60	0,1
теплый	Легкая 1б	22-24	40-60	0,1

В холодный период года температура в рассматриваемом помещении падает до 19 – 22 С°, что соответствует допустимым значениям.

В летний период года в помещении температура (23-26С°) соответствует допустимым нормам.

Влажность(в теплый период года 70%, в холодный – 55%) также соответствует допустимым значениям и СанПиНу 2.2.4.548.96.

5.2.3 Вентиляция

Вентиляция – процесс удаления отработанного воздуха из помещения и замена его наружным.

Системы вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха должны обеспечивать оптимальные условия микроклимата и воздушной среды реанимационной палаты. Скорость движения воздуха в палатах и лечебно-диагностических кабинетах принимается от 0,1 до 0,2 м/сек., согласно СанПиНу 2.1.3.2630-10.

В здании используется естественная система вентиляции, что является недостаточным в данных условиях работы. Так как в реанимационной палате чаще всего находятся на лечении пациенты с ограниченным постельным режимом, используется наркозно-дыхательная аппаратура, используются синтетические дезинфицирующие средства для обеззараживания аппаратуры, инструментов, горизонтальных поверхностей, необходимо установить вытяжную вентиляцию, обеспечивающую трехкратный воздухообмен, дающую безопасную норму концентрации газов. Длительная работа в плохо проветриваемом и вентилируемом помещении может привести к быстрой утомляемости и впоследствии к проблемам со здоровьем. Для дополнительной очистки воздуха в палатах используется аппарат «Аэролайф», проводится кварцевание не реже 3 раз в день и проветривание.

5.2.4 Чрезмерный шум

Шум – беспорядочное сочетание различных по силе и частоте звуков, может оказывать неблагоприятное воздействие на организм.

Источником шума является наркозно-дыхательная аппаратура. Уровень шума в палате не превышает 50 дБ, что является допустимым. Соблюдение допустимого уровня шума очень важно для нормальной работы врача-анестезиолога с пациентами.

5.2.5 Нервно-психологические перегрузки

Еще один вредный фактор – это нервно-психологические перегрузки.

Психофизиологические производственные факторы – это факторы, обусловленные особенностями характера и организации труда, параметров рабочего места и оборудования. Они могут оказывать неблагоприятные воздействия на функциональное состояние организма человека, его самочувствие, эмоциональную и интеллектуальную сферы и приводить к стойкому снижению работоспособности и нарушению состояния здоровья.

Постоянная ответственность за жизнь и здоровье пациентов, сложность в индивидуальном подходе к каждому пациенту, постоянное взаимодействие с людьми их проблемами и страданиями приводит к высокому уровню психического напряжения врача-анестезиолога.

Для снижения психологической нагрузки в госпитале была создана физкультурная комната, комната отдыха персонала, проводятся психологические семинары.

5.3 Анализ и выявление опасных факторов производственной среды

5.3.1 Электроопасность

Источником электроопасности в исследуемом помещении является находящаяся в палате медицинская аппаратура: дефибриллятор, наркозо-дыхательный аппарат, аппарат ЭКГ и др. Вся аппаратура заземлена.

5.3.2 Пожаровзрывоопасность

Пожарная безопасность объекта:

- Степень огнестойкости здания – II.
- Степень долговечности здания – II.
- Класс функциональной пожарной опасности здания – Ф1.1.
- Класс конструктивной пожарной опасности – С2 в соответствии со

СНиП 21-01-97*, МДС 21-1.98

Пожарная нагрузка в палате представляет собой: медицинская аппаратура, кровати для пациентов, мебель.

Взрывоопасность – совокупность факторов, обуславливающих возможность образования взрывоопасной среды в объеме, превышающем 5 % свободного объема помещения, и ее воспламенения. Такими факторами служат горючее вещество, окислитель и источник воспламенения. Понятие взрывоопасности относится к объектам, в которых возможны образование газо-, паро- или пылевоздушной взрывоопасной среды и взрыв, приводящие к разрушению.

Взрывоопасность рабочего места представляют кислородные баллоны, объемом 40 литров 150 атм., расположенные в непосредственной близости от палаты.

Баллоны с кислородом должны располагаться на безопасном расстоянии от здания госпиталя в одноэтажном отапливаемом кирпичном здании (температура воздуха не ниже 10 °С и не выше 35 °С) без оконных проемов. Подача кислорода должна производиться централизованно.

В нашем случае хранение кислородных баллонов не соответствует нормативным документам.

5.4 Охрана окружающей среды

5.4.1 Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы)

В отделении анестезиологии и реанимации ведется сбор медицинских отходов по СанПиН 2.1.7.2790-10. Медицинские отходы разделяются на: Неопасные (класс А), Опасные (класс Б), Чрезвычайно опасные (класс В), Медицинские отходы по составу близкие к промышленным(токсикологически опасные) (класс Г), Радиоактивные отходы(класс Д). Утилизация медицинских отходов осуществляется в зависимости от их класса. К отходам различных классов предъявляются свои требования по их сбору, хранению,

транспортированию и утилизации. Не разрешается смешение отходов различных классов. Утилизация опасных медицинских отходов включает в себя следующие этапы:

1. Дезинфекция обеззараживание/обезвреживание медицинских отходов.
2. Сбор внутри отделения.
3. Перемещение из отделения в пункт временного хранения на территории госпиталя.
4. Транспортирование с территории госпиталя.
5. Захоронение или уничтожение медицинских отходов.

Отходы классов Б и В после их обеззараживания(дезинфекции) могут накапливаться, временно храниться, транспортироваться, уничтожаться и захораниваться совместно с отходами класса А. Упаковка обеззараженных медицинских отходов классов Б и В должна иметь маркировку, свидетельствующую о проведенном обеззараживании отходов.

5.4.2 Анализ воздействий объекта на гидросферу (сбросы)

Очистка и обеззараживание сточных вод от лечебных учреждений должна осуществляться согласно СанПиН 2.1.3.1375-03. В госпитале сточные воды перед сбросом в наружную канализацию обеззараживаются с соблюдением норм и правил.

5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях природного характера

Наиболее возможными стихийными бедствиями в нашей области являются: ураганы, сильная метель, снегопады, сильные дожди (ливни), крупный град, лесные пожары.

Снегопады, продолжительность которых может быть от 16 до 24 ч, сильно воздействуют на хозяйственную деятельность населения. Отрицательное влияние этого явления усугубляется метелями(пургой,

снежными буранами), при которых резко ухудшается видимость, прерывается транспортное сообщение как внутригородское, так и междугороднее, может повлечь за собой гибель животных и даже людей.

Выпадение снега с дождем при пониженной температуре и ураганном ветре создает условия для обледенения линий электропередач, связи, контактных сетей электротранспорта, а также кровли зданий, различного рода опор и конструкций, что нередко вызывает их разрушение.

Во время продолжительного снегопада движение транспорта затрудняется, вследствие чего медперсонал не имеет возможности добраться до своего рабочего места. Также становится невозможным вызов сан.авиации для транспортировки тяжело больных в узкопрофильные учреждения.

В непосредственной близости от здания госпиталя находятся военные склады с боеприпасами, испытательный полигон боевой техники и боеприпасов. В случае возникновения неконтролируемого взрыва снарядов, боеприпасов на этих объектах госпиталь оказывается в зоне прямого поражения и вследствие чего может пострадать целостность здания, окон и привести к человеческим жертвам, ущербу здоровья пациентов и медработников, находящихся на территории госпиталя.

Целесообразно в случае возникновения подобного ЧС иметь бомбоубежище, в котором могут укрыться вся смена госпиталя и пациенты, находящиеся на лечении.

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно Постановлению Правительства РФ от 29 октября 2002 г. № 781 медицинским работникам отделения анестезиологии и реанимации полагается 15% доплаты за вредность производственной среды, стаж идет 1 год за 1,5 и отпуск 49 календарных дней.

5.7 Заключение по разделу «Социальная ответственность»

Исследуемое помещение соответствует требованиям безопасности почти по всем параметрам.

Основными недостатками являются: Пожаровзрывоопасность, нервно-психологические перегрузки, отсутствие бомбоубежища.

Создание комнаты психологической разгрузки приведет к снижению риска нервно-психологической перегрузки. Чтобы уменьшить риск взрыва кислородного баллона следует поместить его в специализированное помещение, находящееся за пределами самого здания. Создание бомбоубежища уменьшит число человеческих жертв при неконтролируемом взрыве снарядов на полигоне или месте их хранения.

Заключение

Несоблюдение требований охраны труда приводит к авариям, несчастным случаям, которые чаще всего происходят по причине нарушения техники безопасности.

Ликвидация последствий ЧС достаточно часто требует огромных экономических затрат.

Экономические потери предприятия, которые влекут за собой травматизм, складываются из ряда статей на возмещение принесенного ущерба пострадавшим, которые являются причинами серьезных экономических потерь и значительных убытков для предприятия.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Выявлено, что в филиале № 4 ФГКУ «425 ВГ» МО РФ эксплуатация газоокислородного оборудования и подача кислорода пациентам происходит с нарушениями техники безопасности.

2. Анализ литературных источников и нормативной документации показал, что основными исходами взрыва кислородного баллона являются: «огненный шар» и взрыв облака.

3. Расчет параметров ударной волны при взрыве кислородного баллона показал, что в радиусе 10 м – пострадавших 13 человек; расчет зоны поражения тепловым излучением в радиусе действия огненного шара 9,3м – пострадавших 7 человек.

4. Разработан проект кислородной станции на основе 10 баллонных источников кислорода.

5. Рассчитан общий ущерб от последствий взрыва кислородного баллона который составил 7716604 рублей.

Список публикаций

1. Сенченко М. С. Медицина катастроф при чрезвычайных ситуациях // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 27-28 Ноября 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - С. 372-376
2. Потапова (Гуменюк) С. А. , Сенченко М. С. Принципы и средства экономического регулирования качества окружающей среды // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 9-11 Апреля 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - С. 743-745
3. Сенченко М. С. , Старицина Е. И. , Родионов П. В. Анализ техносферной безопасности предприятия ООО «Континент-Сервис» г. Томск // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. В 2-х томах, Томск, 5-6 Ноября 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - Т. 2 - С. 193-198
4. Сенченко М. С. , Логаш А. А. Исследование земель Кемеровской области с экологической точки зрения // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. В 2-х томах, Юрга, 5-6 Ноября 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - Т. 1 - С. 432-435

Список используемой литературы

1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В.Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков [и др.]; под общ.ред. С.В. Белова; 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 448 с.
2. РД 03-409-01 Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей. – М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2001. – 32 с.
3. РД 03-418-01 Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов; 2-е изд., испр. и доп. – М.: Госгортехнадзор России, 2001. – 26 с.
5. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 80 с.
4. ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 90 с.
5. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение/ М.В. Бесчастнов. – М.: Химия, 1991. – 432 с.
6. СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1999. – 21 с.
7. НПБ 107-97. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий наружных установок по пожарной опасности. – М.: ВНИИПО, 1997. – 12 с.
8. О противопожарном режиме: Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 06.04.2016) (вместе с «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации») [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129263/

Дата обращения: 13.05.2016.

9. ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1976. – 40 с.

10. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 25.11.2013) [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/

Дата обращения: 30.05.2016.

11. Типовая инструкция по технике безопасности при использовании в научных учреждениях и предприятиях АН СССР сжатых, сжиженных и растворенных газов. М.: Академия наук, 1971. – 25 с.

12. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 25 с.

13. ГОСТ 5583-78 (ИСО 2046-73) Кислород газообразный технический и медицинский. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1978. – 20 с.

14. ГОСТ 27751-88 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 30 с.

15. ГОСТ России 949-73 Баллоны стальные малого и среднего объема для газов на $P_{р\phi}$ 19,6 МПа (200 кгс/см²). Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 15 с.

16. РД 09-536-03 Методические указания о порядке разработки плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС). – М.: Российская газета, 2002. – 50 с.

17. О бюджете фонда социального страхования Российской Федерации на 2010 год и на плановый период 2011 и 2012 годов: Федеральный закон N 292-ФЗ от 28.11.2009(действующий). [Электронный ресурс] / Нормативно-правовая система «КонсультантПлюс». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_94248/

Дата обращения: 08.05.2016.

18. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федеральный закон N 68 от 11.11.1994(в редакции от 15.02.2016): [Электронный ресурс] / Нормативно-правовая система «КонсультантПлюс». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/

Дата обращения: 24.04.2016

19. Сафонов, А.Л. Охрана труда: учебное пособие для руководителей бюджетных учреждений. В 4-х частях. Часть 4. Социальная защита пострадавших на производстве / А.Л. Сафонов. – М.: НАЦОТ, 2005. – 304 с.

20. Анализ причин взрывов кислородных баллонов. [Электронный ресурс] Журнал «Технические газы». – 4/2004. – Режим доступа: <http://kislород.in.ua/index.php?catid=3:2010-06-21-07-26-47&id=6:-q->

Дата обращения: 22.04.2016.

21. Инструкции по охране труда при обслуживании кислородных и ацетиленовых баллонов(утв. Минтрудом РФ 14.05.2004): [Электронный ресурс] / Нормативно-правовая система «КонсультантПлюс». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_88509/

Дата обращения: 23.04.2016.

22. «Рекомендации по безопасной эксплуатации кислородных баллонов, систем кислородопроводов и обращению с ними у потребителей».

(утв.Пр.Минздрав Республики Татарстан № 621). Р.Т. – 1997. – 16 с.

23. ПБ 11-544-03 Правила безопасности при производстве и потреблении продуктов разделения воздуха. – М.: Российская газета, 2003. – 16 с.

24. СанПиН 2.1.3.2630-10 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 10 с.

25. ГОСТ Р ИСО 7396-1-2011 Национальный стандарт Российской Федерации. Системы трубопроводные медицинских газов. – М.: Изд-во стандартов, 2011. – 14 с.

26. ГОСТ Р ИСО 10083-2011 Системы подачи с концентраторами кислорода для использования в трубопроводных системах медицинских газов. – М.: Стандартиформ, 2011. – 12 с.

27. ГОСТ Р 52318 Трубы медные круглого сечения для воды и газа. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2005. – 30 с.

28. Об утверждении руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах». Приказ Фед. Сл. По экологическому, технологическому и атомному надзору, от 11. 04. 2016. N 144 [Электронный ресурс] / Нормативно-правовая система «КонсультантПлюс». Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=196804&fld=134&dst=100006&from=181643-0&rnd=211977.7700582270677219&>

Дата обращения: 22.04.2016.

29. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 N 3388) (ред. от 20.06.2000) [Электронный ресурс] / Нормативно-правовая система «КонсультантПлюс». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136698/

Дата обращения: 20. 04. 2016.

30. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защищенное заземление, зануление. – М.: ИПК Изд. стандартов, 1981. – 26 с.

31. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 2007. – 20 с.

32. Каталог государственных стандартов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/cat0/0-0.htm>

Дата обращения: 15. 04. 2016.

33. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. М.: Стандартинформ, 2011. – 40 с.
34. Сербии С.М. Методические указания к изучению темы «Чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами и взрывами» / С.М. Сербии, Г.А. Колупаев. – М.: Высш. шк., 1999. – 100 с.
35. ГОСТ Р 22.0.202-94 Организации аварийно-спасательных и других неотложных работ. – М.: Изд. стандартов, 1994. – 48 с.
36. Сахно И.И. Медицина катастроф (организационные вопросы)/ И.И. Сахно, В.И. Сахно – М.: ГОУ ВУНМ, 2002 - 560 с.
37. Мастрюков, Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебник для студентов высших учебных заведений / Б.С. Мастрюков. – М.: Академия, 2008.- 200 с.
38. Карауш С.А. Учебное пособие «Оценка параметров промышленных взрывов» /С.А. Карауш. – Т.: Издательство ТГАСУ, 2014 – 94 с.
39. ГОСТ Р 22.0.01-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения. М.: Изд-во стандартов, 1994. – 36 с.
40. МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения Российской Федерации. – М.: Медицина, 2008. – 60 с.
41. Вишняков Я.Д. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях»: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /Я.Д. Вишняков, В.И. Вагин, В.В. Овчинников. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 – 304 с.
42. Бобок С.А. Чрезвычайные ситуации: защита населения и территорий / С.А. Бобок, В.И. Юртушкин. – М.: Скифия, 2004 – 350 с.
43. Хван Т.А. Безопасность жизнедеятельности / Т.А. Хван. - Ростов н/Д: Феникс, 2000. – 352 с.
44. Мешкова Ю.В. Безопасность жизнедеятельности / Ю.В. Мешкова. – М.: Нова, 2001. – 257 с.

45. ВСН 10-83 Рекомендации по реконструкции систем кислородопроводов. – Черкассы: Минхимпром, 1983. – 45 с.

46. Авдеев. С.Н. «Длительная кислородотерапия при хронической дыхательной недостаточности» / С.Н. Авдеев – М.: «ФГУ НИИ Пульмонологии Росздрава», 2011 – 11 с.

47. Быков Л. Т. «Лечение больных острой сердечной и легочной недостаточностью методом гипербарической оксигенации» / Л.Т. Быков, М.С. Егоров, П.В. Тарасов. – М.: Военномедицинский журнал № 7, 1975 – 62 с.

48. Исаков П. К. «Новый комплекс аппаратов кислородной терапии» / П.К. Исаков, Мед. Техника. – М.: 1971. – 55 с.

49. Жиронкин А.Г. «Кислород. Физиологическое и токсическое действие»/ А.Г. Жиронкин. – Л.: «Наука», 1972. – 172 с.

50. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» Приказ Фед. Сл. По экологическому, технологическому и атомному надзору, от 25. 03. 2014. N 116 [Электронный ресурс] / Нормативно-правовая система «КонсультантПлюс». Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=163796&fld=134&dst=100011&from=43647-0&rnd=211977.5173672594622563&>

Дата обращения: 01.06.2016.

Приложение А

Таблица 1 – Анализ взрывов кислородных баллонов

Дата, место взрыва	Описание взрыва и основные причины, число пострадавших и принесенный ущерб
4 июня 2003 г., г. Каменск-Уральский, на территории литейного завода в компрессорном цехе. Взрыв кислородных баллонов.	Взрыв произошел во время погрузки кислородных баллонов на кислородной станции предприятия. Взорвались два кислородных баллона. Во время погрузки один из баллонов упал, и от его удара взорвались две другие емкости. В результате взрыва начался пожар. Причиной взрыва стало нарушение техники безопасности при проведении работ на кислородной подстанции. Погибли 6 человек, 2 получили ранения. Из-за силы взрывной волны, с находившегося неподалеку крана упал человек, вылетели стекла в зданиях, расположенных за территорией литейного завода. Здание цеха полностью разрушено.
25 мая 2004 г., Украина, г. Винница, Предприятие «Техногаз», ОАО «Ламповый завод», взорвался кислородный баллон. Фирма «Техногаз» занимается заправкой и поставкой кислородных баллонов для промышленных предприятий и всех больниц области.	В здании цеха наполнения кислородных баллонов предприятия «Техногаз» произошел взрыв баллона с последующим возгоранием. Сдетонировал один или несколько кислородных баллонов. Причина взрыва – грубейшие нарушения техники безопасности и правил эксплуатации при наполнении баллонов кислородом. Погиб работник предприятия. Огнем полностью уничтожено здание цеха.
27 октября 2006 г., Грузия г. Тбилиси, район Исани-Самгори. ООО «Блиц 44». Взорвался цех по изготовлению и наполнению кислородных	При проведении автозаправочных работ, произошел взрыв. Причина взрыва – нарушение техники безопасности и технических норм при эксплуатации кислородных баллонов. Погибли 7 человек, 1 ранен. Здание заправки полностью разрушено. В близлежащих домах выбиты стекла. Взрывная волна нанесла повреждения зданиям в радиусе одного километра.

баллонов.	
9 июня 2009 г., г. Санкт-Петербург, Московский район, ул. Гастелло, на территории больницы № 20. Взрыв кислородного баллона.	Взрыв произошел в тот момент, когда водитель грузовика присоединял шланг от цистерны, наполненной жидким кислородом к шлангу больничной кислородной установки. По одной из версий была нарушена техника безопасности со стороны перевозчика, защитные перчатки специалиста были не идеально чистыми. Пострадал водитель грузовой машины, предназначенной для перевозки кислородных баллонов. В результате взрыва водителю оторвало кисть руки и ногу, он получил серьезные криоожоги и переохлаждение.
18 января 2010г., Украина, г. Луганск, 7-я городская больница, реанимационное отделение. Взрыв кислородных баллонов.	В реанимационном отделении произошел взрыв одного кислородного баллона, от детонации разрушился второй баллон, который находился рядом. Причина взрыва – нарушение правил использования кислородных баллонов, нарушение техники безопасности при работе с кислородными баллонами. Погибло 16 человек, здание больницы разрушено с пятого по третий этажи.
16 ноября 2010 г., Украина, г. Херсон, детский сад. Взрыв кислородного баллона в установке для приготовления кислородных коктейлей.	При замене пустого кислородного баллона на полный, медицинская сестра не обезжирила руки. В результате контакта кислорода с не обезжиренными руками, произошел взрыв кислородного баллона. Причина взрыва – нарушение техники безопасности и инструкций по обращению с кислородными баллонами, и недостаточная квалификация работницы детского сада. Пострадали медицинская сестра, готовящая коктейли и двое детей, один из которых получил сильные ожоги лица и рук, 3 степени.
РИГА, 2 августа. 2013 г. Пожар в Рижской университетской клинике им. Паула Страдиня. Взрыв 23-х баллонов.	Возгорание произошло в корпусе, где расположена реанимация кардиологического отделения, в подвальном помещении 7-этажного здания прогремел взрыв, после чего возник пожар. Площадь возгорания составила 50 кв м. Причиной возгорания, вероятнее всего, стал взрыв баллонов с кислородом, в погребе обнаружили 66 баллонов с кислородом, 23 из них взорвались. Всего из помещений было эвакуировано более 170 человек, еще семеро спасены сотрудниками ГПСС. В результате происшествия пострадали два технических сотрудника больницы.

21 августа 2013 г., г. Бердск, по улице К.Маркса дом №22, корпус 1. Здание принадлежит Бердскому отделению ДОСААФ. Цех, в котором произошел взрыв, арендовала фирма по ремонту холодильников. Взорвался кислородный баллон.	Во время заправки баллона кислородом, произошел взрыв. Баллон разорвало на части. Взрыв баллона произошел из-за неисправного оборудования, лопнул шланг, соединяющий большой и маленький баллоны. Пострадал 1 человек, серьезная открытая травма живота.
10 июня 2015 г., г. Таганрог, улица Социалистическая, № 152Д, на пункте приема металлолома. ООО «Клевер». Взрыв кислородного баллона.	Во время работ по ремонту станка, выполнялись газосварочные работы с использованием кислородного баллона. Произошел взрыв паровоздушной смеси, в результате разгерметизации кислородного баллона. Причина взрыва – не соблюдение техники безопасности при обращении с кислородными баллонами. Погибли 2 человека, 3 человека получили ранения. Обрушилась верхняя часть стены здания, площадью около 15 квадратных метров.
Центральная больница Языванского района Ферганской области Узбекистана 4 августа 2015 г. – взрыв кислородного баллона.	Две операционные снабжались кислородом из больших кислородных баллонов, находившихся на этаж ниже самих операционных – в подвале здания больницы. Каждый из двух баллонов был соединен с кислородным регулятором, позволяющим снижать давление в баллоне (137 атм.) до давления в разводке кислорода (4 атм.). Два регулятора были соединены с разводкой, снабжающей операционные кислородом, посредством манометра. Кислород поступал из одного баллона до тех пор, пока он не становился пустым, после чего подключался второй баллон, а пустой баллон заменялся. Неисправность кислородного регулятора обнаружилась несколько раньше описываемого случая. После обнаружения неисправности, регулятор был отправлен в сервисную службу. Следует отметить тот факт, что сервис мог быть осуществлен техническим персоналом, незнакомым с подобным оборудованием и техникой безопасности при работе с ним. После сервисного обслуживания кислородный регулятор был вновь установлен на полный баллон со

	100 % кислородом. Кислород был включен, в результате чего последовал взрыв, полностью уничтоживший регулятор вследствие удара о потолок. Взрыв сопровождался возникновением вспышки огня, в результате чего анестезиолог, производивший смену баллона, получил ожоги. Его рубашка сгорела полностью, на туловище были ожоги второй степени, кроме того, он получил множественные поверхностные повреждения металлическими осколками. Более серьезно были повреждены руки врача. Причиной взрыва послужило масло, которое было использовано в качестве смазки у данного кислородного регулятора. Тот факт, что масло, при его контакте с кислородом взрывоопасно, хорошо известен, кроме того, это написано на самом кислородном регуляторе. Тем не менее, несмотря на предостерегающие надписи, масло продолжает применяться при обслуживании подобного оборудования. Газ, проходящий через механизм регулятора, разбрызгивает масло. Комбинация высокого давления, 100 % кислорода и этой аэрозоли формирует взрывоопасную смесь. Достаточно трудно выделить какой-либо конкретный механизм, приводящий к взрыву. Тем не менее, окисление и взрыв могут происходить одновременно, не требуя присутствия искры или другого стимула. 1 человек получил множественные поверхностные ранения металлическими осколками, ожоги второй и третьей степени.
--	--

