

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Повышение эффективности использования аварийно-спасательного оборудования

УДК 614.842.6:614.841.242:665.65.013

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Штенцов Денис Гериханович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД	Сечин А.И.	Д.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А..	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М	Д.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		

**Результаты освоения образовательной программы по направлению
20.04.01 Техносферная безопасность**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или интересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
Р1	<i>Использовать на основе глубоких и принципиальных знаний необходимое оборудование, инструменты, технологии, методы и средства обеспечения безопасности человека и окружающей среды от техногенных и антропогенных воздействий в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений</i>	Требования ФГОС (ПК-3–7; ОПК-1–3, 5; ОК-4–6) ¹ , Критерий 5 АИОР ² (пп.5.2.1, 5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р2	Проводить <i>инновационные</i> инженерные исследования опасных природных и техногенных процессов и систем защиты от них, включая <i>критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности</i> с применением <i>глубоких и принципиальных</i> знаний и <i>оригинальных</i> методов в области современных информационных технологий, современной измерительной техники и методов измерения.	Требования ФГОС (ПК-8–13; ОПК-1–3, 5; ОК-4, 9, 10, 11, 12), критерии АИОР Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.2, 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р3	Организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания и безопасному размещению и применению технических средств в регионах, осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях, находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области техносферной безопасности	Требования ФГОС (ПК-4, 6, 14–18; ОПК-1–5; ОК-1, 7, 8), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5, 5.3.1–2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р4	Организовывать мониторинг в техносфере, составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития ситуации на основе его результатов с	Требования ФГОС (ПК-2, 19, 21, 22; ОПК-1–5; ОК-2), Критерий 5

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВО (направление 20.04.01 – Техносферная безопасность).

² Критерии АИОР (Ассоциации инженерного образования России) согласованы с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

	использованием <i>глубоких фундаментальных и специальных</i> знаний, аналитических методов и <i>сложных</i> моделей в условиях <i>неопределенности</i> , анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности	АИОР (п.5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов, аудит систем безопасности, осуществлять мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой	Требования ФГОС (ПК-20, 23–25; ОПК-1–3, 5), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5–6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P6	Работать в интернациональной профессиональной среде, включая разработку документации, презентацию и защиту результатов <i>инновационной</i> инженерной деятельности <i>с использованием иностранного языка</i>	Требования ФГОС (ОК-5, 6, 10–12; ОПК-3), Критерий 5 АИОР (п.5.3.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P7	Эффективно работать индивидуально, а также в качестве <i>руководителя группы</i> с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области техносферной безопасности, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам, понимать необходимость и уметь <i>самостоятельно учиться</i> и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1-3, 5, 8, 11, 12, ОПК 1-4, ПК-18) Критерий 5 АИОР (пп.5.3.3–6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
 Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 20.04.01 Техносферная безопасность

Ю.В. Анищенко

10.03.2020 г.

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ81	Штенцову Денису Герихановичу

Тема работы:

Повышение эффективности использования аварийно-спасательного оборудования

Утверждена приказом директора (дата, номер)

18.05.2020. 139-46/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

09.06.2020 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p align="center">Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – Работа двигателей внутреннего сгорания в условиях содержания в атмосфере продуктов горения, и с низким содержанием кислорода. Система функционирования аварийно-спасательного оборудования, оснащенного двигателями внутреннего сгорания в критических условиях задымленных помещений.</p>
<p align="center">Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработать математическую модель горения топливных систем в условиях пожара. 2. Экспериментально определить область горения топливных систем.

<p>техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p>3. Определить область устойчивой работы двигателей внутреннего сгорания в задымленных помещениях.</p> <p>4. Разработать способ подачи воздуха из баллонов СВ в карбюраторную систему ДВС.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Рисунок. 1. Схема бензодвигателя работающего по циклу Отто, и его индикаторная диаграмма.</p> <p>Рисунок. 2. , V-диаграмма идеализированный цикл Отто</p> <p>Рисунок 3. Индикаторная диаграмма и схема двигателя, выполняющего работу по циклу Дизеля.</p> <p>Рисунок. 4. Связанность η_t цикла Отто от ϵ для $k = 1,40$.</p> <p>Рисунок.5. Условия горения топлива в многокомпонентных парогазовых системах.</p> <p>Рисунок.6. Установка по исследованию критических условий распространения пламени в газо- и паровоздушных смесях.</p> <p>Рисунок 7.Камера сгорания</p> <p>Рисунок 8. Устройство подачи воздуха в ДВС.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Федорчук Юрий Митрофанович</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Маланина Вероника Анатольевна</p>
<p>На иностранном языке</p>	<p>Пономарева Анна Николаевна</p>

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:
Internal combustion engines.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.03.2020 г.
---	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД	Сечин А.И.	д.т.н.		10.03.2020 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Штенцов Денис Гериханович		10.03.2020 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
 Уровень образования магистратура
 Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения весенний семестр 2019/2020 учебного года
 Форма представления работы:

магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
23.03.2020 г.	Разработка разделов Литературный обзор. Основные понятия рабочих процессов в четырехтактных поршневых ДВС.	20
06.04.2020 г.	Разработка разделов Основные физические превращения в топливах. Термическая конвекция, или общий нагрев всей окружающей среды на месте пожара.	10
20.04.2020 г.	Разработка разделов Практический метод. Моделирование закономерности нароста нагара на стенках камеры сгорания по причине поступления в камеру загрязненного и обедненного сгорания (неполное сгорание).	25
04.05.2020 г.	Разработка раздела Устройство подачи воздуха в двигатель внутреннего сгорания.	15
11.05.2020 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
25.05.2020 г.	Оформление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД	Сечин А.И.	д.т.н.		10.03.2020

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		10.03.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1EM81	Штенцов Денис Гериханович

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	Физических методов и приборов контроля качества
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	20.03.01/20.04.01 Техносферная научная специальность

Тема дипломной работы: Повышение эффективности аварийно-спасательного оборудования.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Целью данной работы является: Разработка установки подачи воздуха в топливную систему ДВС установленных на аварийно-спасательном оборудовании, для без перебойной работы ДВС в условиях низкого содержания кислорода .

1. Рассмотрение рабочего места газоспасателя на предмет наличия:
 - вредных факторов;
 - опасных факторов.
2. Экологическая безопасность (Последствия разливов углеводородов на окружающую среду).
3. Безопасность в ЧС (мероприятия по противопожарной защите оперативного гаража газоспасательного отряда).
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при проведении газоспасательных работ.
5. Расчет освещения учебного класса ГСО Томск, ООО«ПРОМГАЗСЕРВИС».

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность:	<p style="text-align: center;">Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - недостаточная освещенность рабочей зоны; - отклонение показателей микроклимата рабочей зоны; - повышенный уровень шума в рабочей зоне; - загрязнение воздушной среды в рабочей зоне. <p style="text-align: center;">Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вероятность взрыва; - вероятность пожара; - высокий уровень давления в оборудовании; - наличие повышенного напряжения в электрической цепи; - наличие подвижных частей и механизмов.
2. Экологическая безопасность:	Последствия разливов углеводородов на окружающую среду. Методы утилизации отходов при ликвидации аварии.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: 3.1 Ч.С. Природного характера; 3.2 Ч.С. Техногенного характера.	Мероприятия по предотвращению негативного воздействия на объект исследования.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Нормативно-правовая документация при ликвидации аварий на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса (Федеральные

	законы, ГОСТы, Уставы, СНиПы, ПБ и т.д.).
5.Расчет освещения учебного класса ГСО к, ООО«ПРОМГАЗСЕРВИС».	Расчет системы общего рабочего освещения для ного класса ГСО Томск, ООО«ПРОМГАЗСЕРВИС».
Перечень графического материала:	1) План размещения светильников на потолке ного класса ГСО Томск, ООО«ПРОМГАЗСЕРВИС». 2) План эвакуации при пожаре в ГСО Томск, «ПРОМГАЗСЕРВИС».

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.02.2020г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю. М.	д.т.н.		15.02.2020г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Штенцов Денис Гериханович		15.02.2020г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1EM81	Штенцов Денис Гериханович

Школа	ИШНКБ	Отделение	Контроля и диагностики
Уровень образования	Магистратура	Направление / специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема дипломной работы: Повышение эффективности аварийно-спасательного оборудования

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p>	<p>Работа с информацией, представленной в электронных ресурсах компаний, занимающихся поставками изолирующих воздушных дыхательных аппаратов</p>
<p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	
<p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НИИ</i></p>	<p>- Анализ конкурентных технических решений</p>
<p>2. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i></p>	<p>- Расчет затрат на реализацию проекта - Расчет экономической эффективности проекта</p>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Рисунок 1. Сегментирование рынка услуг.

Таблица 1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Таблица 2 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Таблица 3 - Временные показатели проведения научного исследования.

Таблица 4 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

Таблица 5 - Материальные затраты.

Таблица 6 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ.

Таблица 7 - Расчет основной заработной платы.

Таблица 8 - Баланс рабочего времени.

Таблица 9 - Расчёт основной заработной платы.

Таблица 10 - Отчисления во внебюджетные фонды.

Таблица 11 - Расчет бюджета затрат НИИ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	одпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Штенцов Денис Гериханович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 107 с., 8 рис., 1 табл., 19 источников, 3 прил.

Ключевые слова: Двигатель внутреннего сгорания, топливно-воздушная смесь, горючее, задымление, бензоинструмент, изолирующий воздушный дыхательный аппарат, ресивер.

Объектом исследования является работа двигателей внутреннего сгорания в условиях содержания в атмосфере продуктов горения, и с низким содержанием кислорода. Система функционирования аварийно-спасательного оборудования, оснащенного двигателями внутреннего сгорания в критических условиях задымленных помещений.

Цель работы – Повышение эффективности аварийно-спасательного оборудования, оснащенного двигателями внутреннего сгорания.

В процессе исследования проводились натурные полигонные испытания устройства подачи воздуха в двигатель внутреннего сгорания, с составлением акта технического освидетельствования.

В результате исследования поставленная цель - повышение эффективности аварийно-спасательного оборудования, оснащенного двигателями внутреннего сгорания, достигнута.

–Обоснована необходимость и возможность применения двигателей внутреннего сгорания в задымленных помещениях (на основе баллонов со сжатым воздухом);

–Разработана математическая модель горения топливных систем в условиях пожара;

–Экспериментально установлено, что область горения топливных систем в задымленных помещениях составляет 15-20% объемных;

–Разработано устройство подачи воздуха в ДВС, для бесперебойной работы аварийно-спасательного оборудования, оснащенного ДВС;

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: к проведению газоспасательных работ и используемому специальному оснащению и оборудованию предъявляются требования устава газоспасательной службы, требования технической эксплуатации аварийно-спасательного оснащения и оборудования.

Степень внедрения: применимо к профессиональным аварийно-спасательным формированиям аттестованным на проведение газоспасательных работ, нештатным аварийно-спасательным формированиям опасных производственных объектов, аттестованным на проведение газоспасательных работ, противопожарным службам.

Область применения: аварийно-технические, аварийно-спасательные работы.

Экономическая эффективность/значимость работы эффективность качественного проведения работ, является применение качественного оснащения. Наиболее качественными, технически и экономически выгодными являются воздушные изолирующие дыхательные аппараты MSA AUER AirMax

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.

ДВС – двигатель внутреннего сгорания;

ТВС – топливно-воздушная смесь;

ТД – тепловые двигатели;

СВ – сжатый воздух;

Т – температура;

ГС – горючая смесь;

ИДА – изолирующий дыхательный аппарат;

КПД – коэффициент полезного действия;

АСБИ – аварийно-спасательный бензиновый инструмент;

РАС – распылитель сорбента;

АСР – аварийно-спасательные работы;

АСФ – аварийно-спасательное формирование

ВВЕДЕНИЕ.....	18
1.ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	20
1.1 Двигатели внутреннего сгорания.....	20
1.2 Классификация и принципы работы ТД	26
1.3 Двигатели с принудительным воспламенением (бензиновые).....	26
2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В ЧЕТЫРЕХ ТАКТНЫХ ПОРШНЕВЫХ ДВС.....	30
3.ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ТОПЛИВАХ.....	33
3.1 Испарения топлива.....	33
3.2 Воспламеняемость и горение топлива.....	35
3.3 Изменение состава и свойств под воздействием температуры	37
4. ТЕРМИЧЕСКАЯ КОНВЕКЦИЯ, ИЛИ ОБЩИЙ НАГРЕВ ВСЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА МЕСТЕ ПОЖАРА.....	40
4.1 Недостаточность кислорода и связанная с этим неустойчивость работы ДВС.....	40
5. ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕТОД.....	43
5.1. Метод экспериментального определения пределов распространения пламени по газо- и паровоздушным смесям.....	43
5.2 Описание установки.....	43
5.3.Подготовка и проведение испытаний.....	44
6. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАРОСТА НАГАРА НА СТЕНКАХ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ПО ПРИЧИНЕ ПОСТУПЛЕНИЯ В КАМЕРУ ЗАГРЯЗНЕННОГО И ОБЕДНЕННОГО ВОЗДУХА (НЕПОЛНОЕ СГОРАНИЕ).....	46
7.УСТРОЙСТВО ПОДАЧИ ВОЗДУХА В ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	48
7.1. Устройство подачи воздуха в двигатель внутреннего сгорания.....	48
7.2. Сборка устройства подачи воздуха в двигатель внутреннего сгорания..	49

7.3. Принцип работы устройства подачи воздуха в двигатель внутреннего сгорания.....	49
7.4. Вывод.....	50
8. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	51
8.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	51
8.2. Анализ конкурентных технических решений.....	54
8.3. Планирование научно-исследовательских работ.....	55
8.3.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	55
8.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	57
8.4. Разработка графика проведения научного исследования.....	58
8.5. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	61
8.5.1. Расчет материальных затрат НТИ.....	61
8.5.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	63
8.5.3. Основная заработная плата исполнителей темы.....	63
8.5.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	66
8.5.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	66
8.5.6. Накладные расходы.....	67
8.5.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	68
9. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	69
9.1 Производственная безопасность.....	70
9.1.1 Вредные факторы.....	70
9.1.2 Опасные факторы.....	75
9.2 Экологическая безопасность.....	78
9.2.1 Методы утилизация нефтешламов.....	78
9.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	79

9.3.1 Ч.С. Природного характера.....	79
9.3.2 Ч.С. Техногенного характера.....	81
9.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	82
9.5 Расчет освещения учебного класса ГСО ТОМСК ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС».....	83
9.6 Графический материал.....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	99
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	103

ВВЕДЕНИЕ

Большая часть (статистика) проводимых аварийно-спасательных работ, таких как, тушение пожаров и газоспасательные работы, проводятся в непригодной для дыхания атмосфере. Содержание, в воздухе рабочей зоны спасателей, большого количества продуктов горения и недостаток кислорода, ограничивают применение аварийно-спасательного оборудования, оснащенного двигателями внутреннего сгорания, что может затруднить выполнение задач по спасению людей.

При ведении аварийно-спасательных работ по тушению лесных пожаров, и газоспасательных работ на крупных опасных производственных объектах, возникает риск попадания оперативного автотранспорта в зоны с высоким содержанием загрязняющих веществ и с низким содержанием кислорода, что так же ограничивает применение автотранспорта и создает дополнительную угрозу жизни самих спасателей.

По этому возникает необходимость в специальном оснащении для аварийно-спасательного оборудования с двигателями внутреннего сгорания, позволяющем применять его в любых условиях атмосферы.

Цель проекта:

Повышение продуктивности применения аварийно-спасательного инструмента, на котором установлены двигатели внутреннего сгорания, в условиях содержания в атмосфере продуктов горения, и с низким содержанием кислорода.

Идея проекта:

Заключается в использовании двигателей внутреннего сгорания совместно с баллонами со сжатым воздухом (СВ), путем подачи воздуха в карбюраторную систему.

Задачи исследования:

-Обосновать необходимость и возможность применения двигателей внутреннего сгорания в условиях содержания в атмосферы продуктов горения, и в условиях с низким содержанием кислорода.

-Создать математическую модель горения топливных систем в пожарных условиях.

-Опытным путем определить область горения топливных систем

-Установить зону бесперебойной работы двигателей внутреннего сгорания в условиях загрязненной атмосферы.

-Разработать способ подачи воздуха из баллонов СВ в карбюраторную систему ДВС.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Двигатели внутреннего сгорания.

ДВС широко используются практически во всех видах техники, от автомобильной до сельскохозяйственной.

Главные составляющие каждого двигателя - это поршень и цилиндр, сочетающиеся при помощи кривошипно-шатунной конструкции, с потребителем работы, находящимся с наружи. Для всасывания горючей смеси или воздуха, и выброса, когда цикл завершен, цилиндр оснащен двумя отверстиями с клапанами.

Отличают два главных типа циклов поршневых двигателей внутреннего сгорания:

цикл Отто (сгорание при $V = \text{const}$);

цикл Дизеля (сгорание при $P = \text{const}$);

Разберем цикл Отто (именованный именем немецкого конструктора Н.А. Отто, реализовавшего данный цикл в 1876 году.).

Схема бензодвигателя, работающего по циклу Отто, и индикаторная диаграмма данного бензодвигателя показаны на рисунке 1.

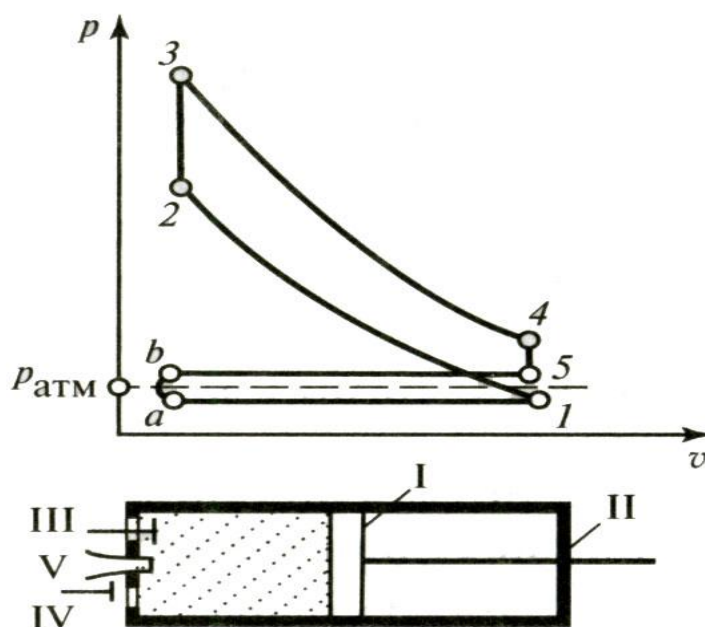


Рисунок 1. Схема бензодвигателя который работает по циклу Отто, и его индикаторная диаграмма.

Поршень I осуществляет возвратно-поступательное передвижение в цилиндре II, оборудованном выхлопным IV и всасывающим III клапанами. В процессе а-1 поршень совершает движение слева направо, в цилиндре образуется разрежение, вскрывается всасывающий клапан III и внутрь цилиндра поступает горючая смесь, произведенная в специальном приборе - карбюраторе. В цикле Отто, горючей смесью является воздух, совмещенный с определенным количеством паров топлива.

После достижения поршнем крайнего правого положения, заканчивается процесс наполнения цилиндра горючей смесью, и закрывается всасывающий клапан, поршень начинает двигаться в обратное направление - справа налево. При этом сжимается горючая смесь в цилиндре, и давление ее возрастает (процесс 1-2). После того как достигается определенное значение давления в цилиндре, соответствующее точке 2 на индикаторной диаграмме, производится поджигание горючей смеси с помощью электрической свечи V. Сгорание смеси осуществляется почти мгновенно, поршню не хватает времени перенестись, и потому процесс сгорания считается изохорным. В процессе сгорания происходит выделение тепла, из за которого нагревается рабочее тело, находящееся в цилиндре, и давление его возрастает до значения, которое соответствует точке 3 на индикаторной диаграмме. Поршень вновь перемещается вправо, под действием этого давления, и совершает работу расширения, которая передается внешнему потребителю. Когда поршень доходит до правой мертвой точки, открывается выхлопной клапан IV, с помощью специального устройства, и снижается давление в цилиндре до значения, несколько превышающего атмосферное (процесс 4-5); при этом из цилиндра выходит часть газа. Затем, выталкивая из цилиндра в атмосферу оставшуюся часть отработавших газов, поршень вновь движется влево, (Как мы можем наблюдать из индикаторной диаграммы, в процессе всасывания, давление в цилиндре несколько меньше, а в процессе выхлопа, оно, в результате аэродинамического сопротивления обоих клапанов и соответствующих подводящих патрубков, несколько больше атмосферного).

Далее происходит следующий цикл - всасывается следующая порция горючей смеси и так далее.

Подобным образом, поршень в цилиндре работающего по циклу Отто двигателя, совершает четыре хода (такта), в течение одного цикла - вбирание, сжатие, расширение после прогорания смеси, и вытеснение в атмосферу продуктов горения. Термодинамический разбор цикла Отто практически проводить, разбирая идеализированный цикл, совпадающий с рассмотренной индикаторной диаграммой. Данный идеализированный цикл Отто показан в p, v -диаграмме на рисунке 2, составленной для единицы массы рабочего тела.

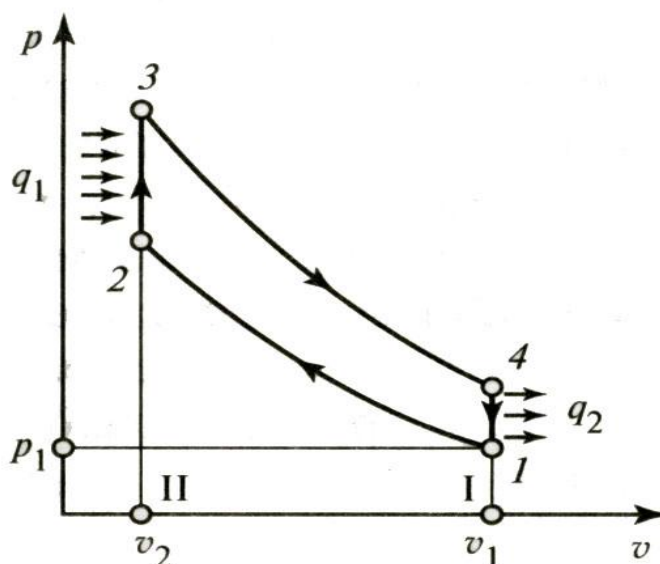


Рисунок 2. V -диаграмма идеализированный цикл Отто

Разомкнутый цикл – это реальный цикл двигателя внутреннего сгорания. Рабочее тело втягивается снаружи, и выбрасывается в атмосферу по окончании цикла; следовательно, в каждом новом цикле принимает участие следующая порция рабочего тела. Потому как в ,подаваемой в цилиндр двигателя, горючей смеси, по сравнению с количеством воздуха, количество топлива сравнительно невелико, для удобства исследования можно принять, что цикл двигателя внутреннего сгорания является сомкнутым, воздух является рабочим телом цикла, величина которого в двигателе остается неизменной, а подведение тепла q_1 к рабочему телу производится от наружного горячего источника, через стенку

цилиндра, в изохорном процессе 2-3, и соответствующе отведение тепла q_2 , к холодному источнику от рабочего тела - в изохорном процессе 4-1.

По отношению термодинамического разбора, подобный замкнутый цикл не отличается от разомкнутого цикла Отто. [6]

Так как в этом цикле процессы сжатия 1-2 и расширения 3-4 совершаются за очень непродолжительные промежутки времени, в течение которых заметного теплообмена с окружающей средой произойти не успевает, с хорошим приближением данные процессы позволяет считать адиабатными.

Подобным образом, замкнутый идеализированный цикл, эквивалентный термодинамически циклу Отто, состоит из двух адиабат - адиабата сжатия 1-2, и адиабата расширения 3-4, и из двух изохор - изохора подведения тепла 2-3 и изохора отведения тепла 4-1. Работа, производимая двигателем за один цикл, отображается площадью 2-3-4-1-2.

Если сжимать не горючую смесь, а чистый воздух, и потом после завершения процесса сжатия внедрять в цилиндр горючее, степень сжатия ϵ , в цикле, может повышаться. Собственно на данном принципе и основывается цикл Дизеля

Индикаторная диаграмма и схема этого двигателя, выполняющего работу по циклу Дизеля, и изображены на рис. 3.

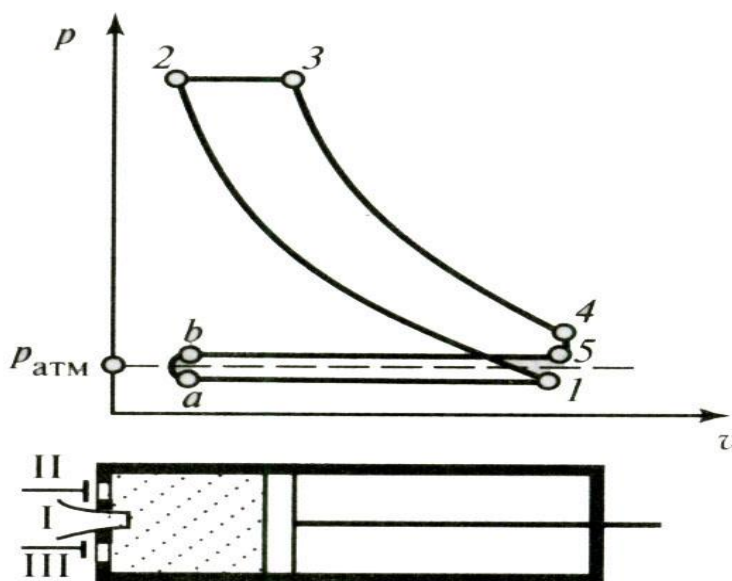


Рисунок 3. Индикаторная диаграмма и схема двигателя, выполняющего работу по циклу Дизеля.

В процессе а-1 в цилиндр двигателя втягивается чистый воздух из атмосферы; в процессе 1-2 выполняется адиабатное сжатие данного воздуха до показания давления p_2 . После чего происходит начало процесса расширения воздуха и синхронно впрыскивается топливо, через специальную форсунку. Из за повышенной температуры сжатого воздуха топливо загорается и сгорает при неизменном давлении, что обеспечивается расширением газа от v_2 к v_3 при $p = \text{const}$. Следовательно цикл Дизеля именуют циклом со сгоранием при неизменном давлении.[3]

Вслед за тем как процесс введения топлива в цилиндр завершается (точка 3), последующее расширение рабочего тела протекает по адиабате 3-4.

В положении, совпадающим с точкой 4, выхлопной клапан цилиндра открывается, давление в цилиндре падает до атмосферного (по изохоре 4-5) и газ вытесняется из цилиндра в атмосферу (линия 5-b); следовательно, цикл Дизеля - это цикл четырехтактный.

$$\eta_T = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \quad (1)$$

Связанность η_T цикла Отто от ε для $k = 1,40$ показана на рисунке 4.

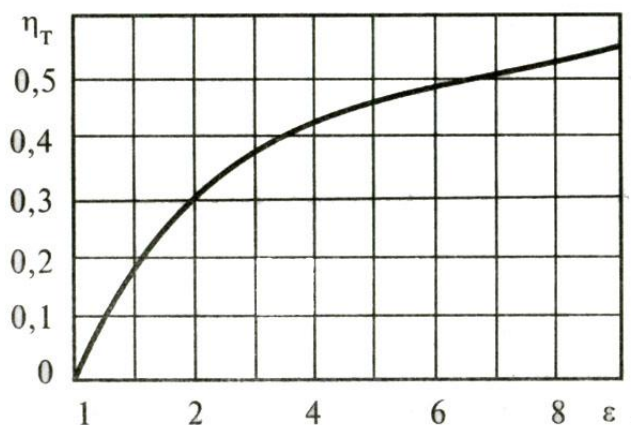


Рисунок 4. Связанность η_T цикла Отто от ε для $k = 1,40$.

Заключение о том, что термический КПД двигателя повышается по причине применения предварительного сжатия рабочего газа, очень важно; в дальнейшем

буде показано, что это заключение справедливо для всяких двигателей внутреннего сгорания.

Если говорить о циклах двигателей внутреннего сгорания, то нужно в этом случае отметить двигатель, спроектированный в 1859 году, французским изобретателем Этьеном Ленуаром. В данном цикле сгорания топлива (светильного газа) в камере сгорания происходит при атмосферном давлении. Термический КПД данного двигателя был очень маленький (3-4 %).

Заключение о том, что использование предварительного сжатия воздуха разрешит сильно повысить термический КПД двигателя, было большим скачком вперед в эволюции теории двигателей внутреннего сгорания. Важно указать, что первым идею о целесообразности предварительного сжатия воздуха перед тем как подать его в камеру сгорания, высказал один из создателей термодинамики, французский физик и математик Сади Карно еще в 1824 году. В первый раз, схему двигателя со сжатием воздуха и при горении с постоянным объемом предложил в 1862 году Бо де Роше; в дальнейшем Отто собрал двигатель, в котором был произведен данный цикл.

Таким образом, для повышения η_t выигрышно различно повышать степень сжатия. Впрочем практически выполнить сжатие до очень больших значений ε , сопровождающееся большим повышением температуры и давления, не получается по тому, что когда достигается определенное значение ε , как правило еще до достижения поршня левого крайнего положения, совершается самовозгорание горючей смеси, зачастую, данный процесс имеет характер детонации и подвергает разрушению части двигателя. Именно потому показатель сжатия в простых карбюраторных двигателях не бывает больше 7-12. Показатель сжатия напрямую зависит от того, какого качества топливо, улучшаясь с повышением его противодетонационных качеств, характеризуемых показателем октанового числа.

Карбюраторные двигатели, которые работают по принципу цикла Отто, массово применяются в различной технике: а именно в легковых и многих грузовых автомобилях, в авиации.[3]

1.2 Принцип работы и классификация тепловых двигателей

Предназначение тепловых двигателей – это превращение энергии тепла, вырабатываемой во время сгорания топлива, в механическую энергию.

ТД делятся на машины внешнего сгорания (турбины и паровые машины) и двигатели внутреннего сгорания (ДВС).

Самыми распространенными из тепловых двигателей стали ДВС.

Данные двигатели широко используются, практически во всех видах транспорта: автотранспорте, на железной дороге, речном и морском, воздушном, ну и конечно же в сельскохозяйственной отрасли, в строительстве и так далее.

ДВС делятся на:

- двигатели с периодическим горением топлива (поршневые);
- двигатели с непрерываемым горением топлива.

Одна часть ДВС, не посредственно подразделяется :

- 1) на двигатели с принудительного воспламенения, а именно бензиновые.
- 2) двигатели с самовозгоранием - быстроходные и тихоходные дизельные.

Другая часть ДВС делится:

1) на реактивные, а именно на ракетные двигатели и воздушно - реактивные двигатели.

б) турбины газовые (стационарные и транспортные)

Отсюда следует, что нас интересует первая группа ДВС, а именно двигатели с принудительным возгоранием (бензиновые).

1.3 Двигатели с принудительным возгоранием (бензиновые)

Возгорание смеси бензина с воздухом в таких двигателях осуществляется благодаря внешнему источнику - электрической свечи (свечи), а процесс смешивания бензина с воздухом осуществляется не в цилиндре, а в специальном приспособлении - карбюраторе (или во впускном трубопроводе либо в камере сгорания, куда бензин впрыскивается при помощи форсунок).

Карбюратор выполняет функцию дозировки и распыления, неполного испарения и смешивания топлива с воздухом.

Произведенная карбюратором горючая смесь (ГС) подается внутрь цилиндра во время такта впуска. Вслед за этим ГС проходит процедуру сжатия (до $\varepsilon = 7 - 9$), наряду с этим топливо совершенно испаряется, смешивается и разогревается.

В финале сжимания, в камеру сгорания свечей вырабатывается электрическая искра, благодаря которой смесь возгорается и сгорает.

В итоге очень быстро возрастает температура и давление над поршнем. В результате действия давления, поршень передвигается внутри цилиндра (рабочий ход) и прделывает полезное действие. В след за этим поршень вытесняет продукты горения в атмосферу (это действие называется выпуск).

Рабочие такты двигателя настраиваются при помощи выпускных и впускных клапанов.

В четырехтактном двигателе, рабочий такт прделывается благодаря энергии горения топливной смеси. Другие такты рабочего цикла производятся благодаря энергии маховика, находящемся на коленчатом валу.

Для поддержания устойчивой работы ДВС, в одном блоке размещают не один, а несколько цилиндров, их поршни, через шатуны, начинают вращать коленчатый вал. Прогорания и рабочие циклы в цилиндрах происходят попеременно, данное действие создает условие устойчивой и безперебойной работы двигателя.

В современном машиностроении за границей и в нашей стране налажено производство новых моделей легковых автомашин, на которых устанавливаются безкарбюраторные двигатели с электронным впрыскиванием топлива (16 - ти клапанные – преимущество которых это – экономичный расход топлива, благодаря равномерному распределению впрыска топлива и меньшей возможности детонации потому что топливо контактирует с воздухом).

Не смотря на то, что у двухтактных двигателей имеется некоторое количество преимуществ перед четырехтактными ДВС, все же есть и несколько значительных недостатков.

Основные преимущества двухтактных двигателей над четырехтактными, заключаются в таких показателях как:

Не смотря на то, что у двухтактного и четырехтактного двигателя одинаковый литраж и одинаковая частота вращения коленчатого вала, мощность двухтактного все же более четырехтактного на 50-60 процентов, не зависимо от увеличения числа циклов в два раза, потому что из за того что осуществляется газообмен, идет потеря до 25-ти процентов рабочего хода поршня.

Можно уменьшить размеры и вес силовой установки на 50-60 процентов, заменив четырехтактный двигатель на двухтактный такой же мощности.

Из-за того, что в двухтактном двигателе, один цикл происходит за один оборот коленчатого вала, потери на трении становятся значительно ниже.

По этой причине у двухтактного двигателя, на частичных режимах, механический и очень часто эффективный КПД, выше чем в четырехтактном двигателе такой же мощности.

Конструкция двигателя с кривошипно-камерной продувкой на много проще, чем такой же мощности четырехтактные, и естественно дешевле.

По этим причинам, двухтактные двигатели, с кривошипно-камерной продувкой имеют преимущество в применении, в малой механизации, мототехнике и т.п.

Большее количество вращения коленчатого вала с таким же количеством цилиндров.

Отрицательные моменты двухтактных двигателей сравнительно с четырехтактными двигателями обуславливаются такими факторами как:

-больше температурное напряжение частей двигателя из-за двойной частоты рабочих циклов, и соответственно, более высокие требования к материалам из которых выполнены детали двигателя;

-более интенсивно изнашиваются детали цилиндров - поршневой группы , и соответственно, уменьшаются сроки работы;

-более высокие потери масла с отработавшими газами;

-необходимо специальное нагнетание для принудительного продувания

цилиндра;

Большие затраты мощностей для привода нагнетателя, что уменьшает механический, а соответственно и продуктивный КПД двухтактного двигателя, для чего требуется применение сложных агрегатов для регулировки давления нагнетания в зависимости от нагрузки.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В ЧЕТЫРЕХТАКТНЫХ ПОРШНЕВЫХ ДВС

Рабочий цикл ДВС - цепь циклически повторяющихся процессов в цилиндре двигателя, каких химическая энергия топлива превращается в механическую (либо в электроэнергию в водородном двигателе).

Такт двигателя - это происходящий в цилиндре, за один ход поршня, тепловой процесс.

Ход поршня (L) – это промежуток между верхней мертвой точкой (ВМТ) цилиндра и нижней мертвой точкой (НМТ)

Объем камеры сгорания (V_c) - объем участка между дном поршня, располагающегося в ВМТ, и головкой блока цилиндров.

Рабочий объем цилиндра (V_p) - объем, заполняемый газами при передвижении цилиндра от ВМТ до НМТ.

Полный объем цилиндра (V_{π}) - объем цилиндра под поршнем, тогда, когда находится в НМТ:

$$V_{\pi} = V_p + V_c \quad (2).$$

Литраж двигателя (V_l) – общая сумма всех рабочих объемов всех цилиндров, отраженных в литрах:

$$V_l = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{Ln}{10^3} \quad (3)$$

где D - диаметр цилиндра, см

n - количество цилиндров.

Величина сжатия двигателя (ϵ) - эквивалентность полного объема цилиндра к объему камеры сгорания $\epsilon = V_{\pi}/V_c$.

Частота (скорость) циркуляции коленчатого вала выражается количеством его оборотов ($n_{об}$) в минуту.

Угол поворота коленчатого вала (φ) за полный один оборот насчитывает (φ) = 360°.

Полный рабочий процесс в четырехтактном двигателе осуществляется за 2 оборота коленчатого вала.

Коэффициент заполнения цилиндра и наддув.

Вслед за тактом впуска в цилиндре остается какое то количество отработавших газов. Из за этого порция новой горючей смеси (либо воздуха в дизелях), всасываемой в цилиндр, станет менее V_p . Это находит выражение коэффициентом наполнения цилиндра, который составляет 75-90 % в зависимости от условий внешнего давления (в условиях высокогорья или полета самолетов). Для поднятия мощности ДВС, рабочая смесь (либо воздух) может впускаться под давлением (двигатели с наддувом).

Соотношение воздух - топливо - важный саморегулирующийся параметр, выражается, в зависимости от количества оборотов коленчатого вала, так называемым, коэффициентом излишеством воздуха (α).

Коэффициент α - это соотношение между фактическим и теоритическим, требующимся для полного прогорания топлива, объемом воздуха. При излишке воздуха, когда $\alpha > 1$, горючая смесь именуется обедненной, а при его недостаточном количестве, когда $\alpha < 1$, идет речь о богатой смеси.

Для оценки рабочих процессов поршневых двигателей применяют индикаторные диаграммы двух видов:

-свернутой диаграммой зависимости давления (P , МПа) или температуры (T) отхода поршня;

-развернутой диаграммой от угла поворота коленчатого вала.

В рабочий цикл четырехтактного ДВС входят такты пуска, сжатия, расширение и выпуска.

Такт впуска. В ДВС с искровым зажиганием возникновении тепловоздушной смеси образуется не в цилиндре двигателя, а в карбюраторе, или во впускной трубке, в системах со впрыском топлива.

Во время движения поршня от ВМТ к НМТ, в цилиндре над поршнем возникает разрежение (0,7:0,95 кг/см) и горючая смесь при открытом впускном канале попадает в цилиндр. В момент подхода поршня до НМТ, впускной клапан закрывается. В результате этого температура горючей смеси из-за предоставления тепла от стенок блока цилиндров поднимается до 80 – 130⁰ С.

Такт сжатия происходит при запертых клапанах в движении поршня от НМТ к ВМТ.

Сжимание рабочей смеси представляется политропическим процессом, в результате которого соразмерно степени сжатия поднимаются давление и температура и в цилиндре по уравнению:

$$P_k = P_{нач} \cdot e^k; T_k = T_{нач} \cdot e^{k-1}, \quad (4)$$

где k - индекс адиабаты (k~1,35);

$P_{нач}$, $T_{нач}$, P_k , T_k - первичные и финальные показатели давления и температуры в цилиндре.

Опережение зажигания. Двигатели с зажиганием рабочей смеси от искры, наращивает наибольшую мощность в том случае, в котором поджигание смеси немного ранее ВМТ.

Угол опережения зажигания (θ) подчиняется числу оборота коленчатого вала ($n_{об}$), длительности горения рабочей смеси и свойствам горючего.

С возрастанием ($n_{об}$) наилучший показатель (θ) повышается.

Это определено тем, что скорость горения рабочей смеси медлительнее в сравнении с числом оборотов ($n_{об}$).

3.ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРЩЕНИЯ В ТОПЛИВАХ

3.1 Испарения топлива.

От испаряемости топлива зависит результативность смесеобразовательных процессов, воспламеняемости, полноты сгорания в двигателях. Надлежит не забывать об утратах топлива при изготовлении, перевозках, хранении, а так же и в процессе испарения.

Перед процессом горения происходит процесс испарения, затем образовывается топливно-воздушная смесь, и возгорание топлива. Испарение происходит с поверхностей капель распыляемого топлива.

Внутри камеры сгорания пары топлива, с поверхности капель, моментально насыщаются, и после этого в результате конвективной диффузии разлетаются в окружающую среду. Конвективный массообмен представляется уравнением Фика с прибавленным членом:

$$i = D_v \times \text{grad}C + WC, \quad (5)$$

где:

- i - удельный поток паров топлива;
- D_v - коэффициент диффузии пара;
- C - массовая концентрация паров;
- W - скорость перемещения среды.

Интенсивность испарения горючего (dm/dt) обуславливается разностью парциальных давлений паров горючего около поверхности испарения (S):

$$dm = \beta \times S \times (P_s - P_o) dt, \quad (6)$$

где:

- m - масса паров;
- β - показатель диффузии;
- t - время.

Давление насыщенных паров обусловлено фракционным и химическим составом горючего и повышается, или понижается в зависимости от температуры (Т) горючего:

$$P = A \times e^{-b/T}, \quad (7)$$

Где:

-А, В – неизменные коэффициенты.

Что бы увеличить скорость испарения, увеличивается размер площади поверхности испарения.

Обычный диаметр капель (d) топлива обуславливается поверхностностью натяжения топлива, (σ) и скоростью потока воздуха (V) в нутрии камеры сгорания либо в карбюраторе:

$$d = K \times \sigma / V^2, \quad (8)$$

где К - неизменные коэффициенты.

Свойства испарения топлива обуславливается давлением насыщенных паров горючего.

Для таких видов горючего, как бензины, следует брать в расчет воздействие фракционной составляющей на пусковые свойства, возможность образовывания пробок в топливной системе, время приемистости.

Для дизельного топлива – свойства испаряемости

Образование смеси обуславливается испаряемостью и эффективностью смешивания паров горючего с воздухом, в конкретном соотношении.

Для того, чтобы полностью сгорел один килограмм углеводородного горючего, с образованием CO₂ и H₂O, теоретически, необходимо около 15 кг. воздуха.

Отношение фактического количества воздуха в смеси, к теоретически необходимого количества, записывается обозначением α .

Стехиометрические топливовоздушные смеси характеризуются величиной $\alpha = 1$, богатые смеси $\alpha < 1$, бедные $\alpha > 1$.

Во время запуска в двигателе повышают подачу топлива внутрь потока воздуха, для того чтобы получить богатую смесь с $\alpha = 0.4-0.6$.

Прогревание двигателя и его работа на холостых оборотах при небольших нагрузках производится на смесях состава $\alpha = 0.6 - 0.8$.

Основное эксплуатационное время двигатель функционирует питаясь обедненными горючими смесями $\alpha = 1.05-1.1$.

На сегодняшний день применяется два способа образования бензино-воздушной смеси: с помощью карбюратора (применяется высоко испаряемый бензин) и прямое впрыскивание с помощью форсунок (одинаково ровное распространение бензина по цилиндрам, благодаря чему возможно использование бензинов с к.к. до 215 0С ,ГОСТ Р 51105-97).

Пусковые характеристики бензинов обуславливаются содержанием в них легких фракций, оценка осуществляется по показаниям давления наполненных паров и состояния температуры перегонки 10%, либо по количеству легких фракций, которые выкипают до 70°С.

Пусковые характеристики бензина становятся хуже вместе с тем как уменьшается $P_{\text{нас.пар}}$ и при $P = 34$ кПа содержание паров бензина в рабочей области настолько низкое, что пуск двигателя оказывается недостижим.

Минимальный показатель давления наполненных паров меняется от 35-ти (класс 1), до 80-ти (класс 5), а максимальный - от 70-ти (класс 1), до 100 кПа (класс 5).

3.2 Воспламеняемость и горение топлива

Окислительные процессы топлива и горюче-смазочных материалов складываются из двух этапов:

-жидкой фазы окисления с возникновением преимущественно жидких (смола) и твердых продуктов окисления (кокса, лаков, осадков);

-газовой фазы окисления, воспламенения и горения топливно-воздушной

смеси.

Фаза 2 относится преимущественно к превращению топлив.

Всего лишь малая часть смазочных материалов попадает в камеру сгорания, прогорает в составе смеси с топливом, но в действительности не влияет, ни на процессы горения горючего, ни на содержание продуктов сгорания.

Происходящее, в бензиновых двигателях, воспламенение, или происходящее, в дизельных двигателях, самовоспламенение – это экзотермические процессы окисления, которые самоускоряются, и завершают образование очага пламени.

В результате последующего протекания данных процессов происходит резкий скачок температуры и пламя распространяется с выделением продуктов полного окисления CO_2 , H_2O и неполного окисления CO , C , SO_2 , NO и др. (всего до 200 соединений).

До воспламенения и горения происходит процесс испарения топлива и образуется топливно-воздушная смесь. Осуществление испарения возможно как в статическом, так и в динамическом порядке. В тепловых установках и двигателях протекает динамическое испарение, термическая диффузия, тепловая передача.

Количество вещества (G) которое испаряется с поверхности жидкости, находится с помощью уравнения:

$$dG = k_c S (C_1 - C_0) d\tau = k_p S (P_1 - P_0) d\varphi, \quad (9)$$

Где:

- k_c и k_p - показатели испарения;

- S – плоскость испарения;

- C_0 и P_0 - концентрация и давление паров топлива в окружающей среде;

- C_1 и P_1 - то же самое над поверхностью топлива.

Интенсивность испарения топлива: $W = k_c (C_1 - C_0) = k_p (P_1 - P_0)$. (10)

В основном интенсивность, с которой испаряется топливо, обуславливается размером капель, вязкостью и поверхностью натяжения.

Вместе с тем, как увеличиваются степени распыления топлива в камере сгорания, размер капель становится меньше, поверхность испарения увеличивается, время их прогрева становится короче, и, вместе с тем, повышается скорость испарения. Когда увеличивается вязкость и поверхностное натяжение, качество распыла ухудшается, размер капель увеличивается.

3.3. Изменения состава и свойств от воздействия температуры

Высокотемпературные преобразования.

Высокотемпературные преобразования топлива протекают в большом диапазоне температур:

- при небольших, (100-110°C)
- при повышенных (110 -350°C).

Протекающие при этом процессы окисления топлив оказывают мощное воздействие на их качественные характеристики. Происходит образование нерастворимых и растворимых продуктов окисления, такие как твердые осадки, смолы, кислоты.

Низкотемпературные преобразования.

Диапазон температур от 0 до 60°C. Обуславливаются преобразования, в данном интервале температур, нахождением воды, также н - алканов (топлива), твердых углеводов и полициклических аренов (масла).

Когда горючее хранится в зимнее время, когда охлаждается в авиационных баках, температура может понижаться до 40 - 50 °С., ниже нуля.

Обусловленность динамической вязкости температурой, скажем, реактивного топлива представляется эмпирическими уравнением:

$$\eta = A/(T + a)^n \quad (11)$$

Где:

- η - динамическая вязкость;
- T - температура;

-K, A, a, n - постоянные, значения для топлив типа Т-1 в интервале от -50 до +10 °С составляет 18,2; 70,0 и 1,58.

Воспламенение горючего - это окислительный процесс составляющих горючего, который сопровождается тепловыделением, пламенеобразованием и убыстрением термохимических преобразований ТВС(топливно-воздушной смеси).

В таблице 1 представлены температуры вынужденного вспыхивания и самовозгорания топлив, существенно отличающихся .

Таблица 1 - Условия и температура воспламенения топлив.

Топливо	Температура, °С	
	Вспышка (в закрытом тигле)	Самовоспламенения
Бензины	-30 до -40	350-360
Реактивные топлива	30-60	340-350
Дизельные топлива	30-40	310-320

Действие температурных характеристик:

Постоянная скорости протекания окислительной реакции (K) обусловлена (T) согласно экспоненциальной функции - уравнение Аррениуса:

$$K = A \cdot e^{-E/RT}, \lg K = \lg A - \frac{E}{2,303RT} \quad (12)$$

Где:

-E - энергия активации;

-A - предэкспоненциальный множитель;

-R - газовая постоянная.

Из данного уравнения становится видно, что температура оказывает существенное влияние на скорость окисления.

Как показали эксперименты, когда температура вырастает на каждые 10°C вырастает и скорость протекания окислительной реакции, в два, а то и в четыре раза.

Воздействие насыщенности кислородом и углеводородами.

Скорость окисления, обусловленная концентрацией реагентов, подчинена законам кинетики химических реакций и закону действующих масс.

Время протекания простых гомогенных реакций (W) взаимозависимо от результатов концентрации реагентов и подчинено закону действующих масс и законам кинетики химических реакций.

Время окислительной реакции зависит от концентрацией оксидных радикалов.

Если в масле перекисных радикалов $R^* = O_2 \rightarrow RO_2$ концентрации кислорода не высокие, то скорость реакции медленнее, нежели остальные стадии окисления углеводородов. Процесс полимеризации непредельных соединений, возникновение осадков и смол, возможно и без доступа кислорода в следствии влияния температуры.

Воздействие металлов. Стенки из металла, емкостей, узлов ДВС, соли и оксиды, на этих стенках, могут стать ускорителями окислительных реакций.

4. ТЕРМИЧЕСКАЯ КОНВЕКЦИЯ, ИЛИ ОБЩИЙ НАГРЕВ ВСЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА МЕСТЕ ПОЖАРА

Помимо воздействия теплового излучения очага пожара следует также учитывать термоконвекцию или, если помещения являются относительно закрытыми, общий нагрев всей окружающей среды в месте пожара.

При этом может иметь место перегрев организма, сопровождающийся отравлением СО и ухудшением переносимости пониженных концентраций кислорода во вдыхаемом воздухе. Надо также помнить о возможности существенного увеличения объема дыхания в единицу времени (более учащенного и глубокого дыхания вследствие активации дыхательного центра) и вытекающей отсюда повышенной опасности ингаляционной интоксикации в результате гипервентиляции.

Теплокровный организм переносит комнатные температуры свыше 60 °С лишь в течение короткого времени, так как 60 °С — это приблизительная температура свертывания крови. При температурах свыше 100 °С вследствие перегрева, коагуляции белка и вызванных этими явлениями нарушений микроциркуляции крови в течение нескольких минут наступает смерть.

4.1. Недостаточность кислорода и связанная с этим неустойчивость работы ДВС.

Мы знаем, когда запускается двигатель, в воздушную струю начинается впуск горючего, в результате этого образуется богатая смесь с $\alpha = 0.4-0.6$.

Небольшие нагрузки во время прогрева ДВС, и холостые обороты, производятся на бедных составах смеси - $\alpha = 0.6 - 0.8$.

Основное время использования ДВС происходит на обедненных смесях - $\alpha = 1.05-1.1$.

Прежде всего, обратимся к вопросу о недостаточности кислорода и связанной с этим неустойчивой работы ДВС.

Снижение содержания кислорода вблизи очага пожара зависит от количества и быстроты сгорания тлеющего или горящего материала.

Из литературного обзора, предельная величина концентрации кислорода во вдыхаемом воздухе равна приблизительно 15 объемным процентам. При концентрации кислорода ниже этой величины эффективность смешивание паров топлива с воздухом в ДВС уменьшается вплоть до полного прекращения.

Таким образом, область снижения окислителя ограничивается 15 объемными процентами, следовательно, мы можем говорить об области проведения исследований по горению топлива: от 20,8 до 15 %. В тот же момент мы можем учитывать следующий фактор – увеличение содержания в газовой фазе других компонентов

На рисунке 5 показано условия горения топлива в многокомпонентных парогазовых системах

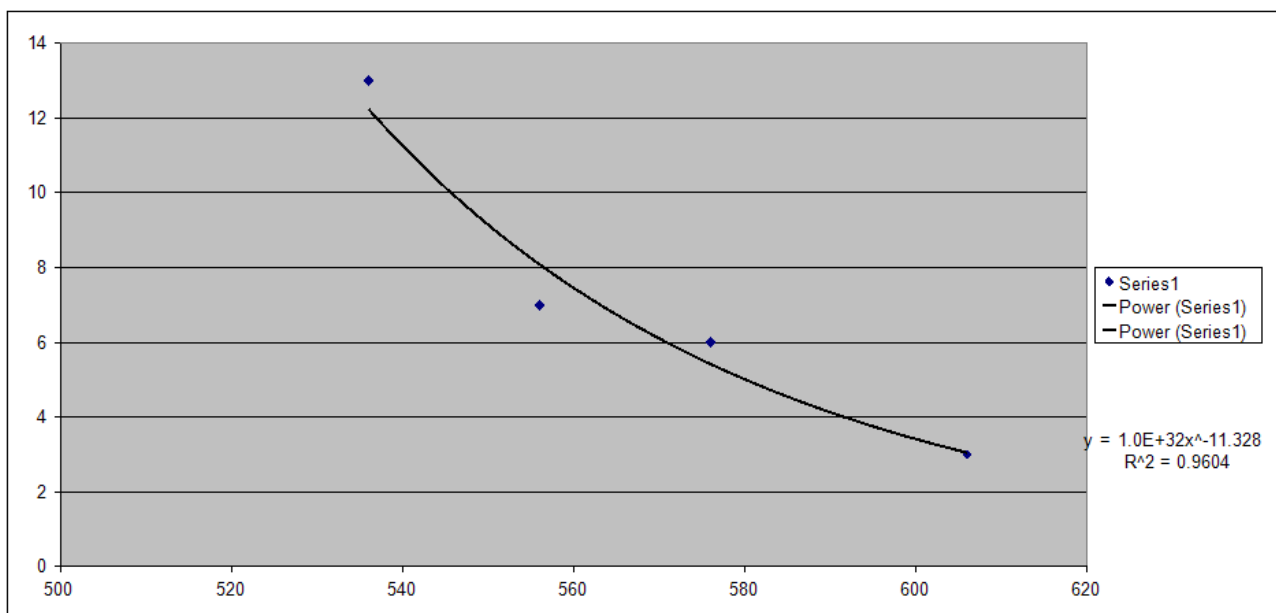


Рисунок 5. Условия горения топлива в многокомпонентных парогазовых системах.

Критических условий распространения пламени в многокомпонентных парогазовых системах следует рассматривать как функцию снижения концентрации кислорода в горючей смеси .

Таким образом, из рассмотренного материала следует:

при развитии пожара образуются продукты сгорания 1-го класса опасности и др. менее опасные;

наблюдается общее падение содержания O₂ в окружающей атмосфере, эта величина может составлять до 15 % объемных;

в этих условиях находятся и спасатели и спасательное оборудование, надежность работы которого и требуется установить.

5. ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕТОД

5.1. Метод экспериментального определения пределов распространения пламени по газо- и паровоздушным смесям

Метод применим для определения концентрационных пределов распространения пламени (далее — пределов) при атмосферном давлении и температуре от 15 до 150 °С.

Метод не применим для определения пределов холодных пламен, а также веществ:

- околопредельные смеси которых чувствительны к детонации;
 - склонных к термическому разложению или полимеризации при температурах испытаний;
 - способных вызвать в результате самопроизвольных химических реакций изменение состава смеси или ее взрыв до момента зажигания;
 - высоковязких типа клея, лаков, красок и т. д. с растворенными или взвешенными в них твердыми компонентами;
 - парциальное давление которых в смеси, соответствующей расчетному пределу, больше, чем половина давления насыщенного пара при температуре испытания;
 - температура самовоспламенения которых меньше величины $(t_i + 20)$ °С, где t_i — температура испытания.
- Пределы, полученные по данному методу, не могут быть использованы для обеспечения взрывобезопасности трубчатых агрегатов с диаметром труб менее 50 мм.[5]

5.2 Описание установки

Экспериментальная установка по исследованию критических условий распространения пламени в многокомпонентных парогазовых системах (Рис.6)

содержит герметичный реакционный сосуд 1, представляющий собой медный цилиндр высотой 530 мм и внутренним диаметром 80 мм со смотровым окном 2 по всей высоте сосуда. Сосуд сверху закрывается крышкой 3, на которой установлены вентилятор 4 для перемешивания реакционной массы и вакуумметр 5. Он также имеет жестко закрепленную нижнюю крышку 6 и электроды зажигания 7, установленные внутри сосуда в нижней его части и соединенные проводами с зажигающим устройством 8. Реакционный сосуд сообщен трубопроводами 9, 10 соответственно с вакуум-насосом 11 и испарителями для компонентов испытуемой смеси 12, а также имеет воздухопровод 13 для подачи окислителя. На стенках реакционного сосуда расположены датчики регистрации скачка температуры 15, 14, подающие сигнал на блок регистрации 16.[4]

5.3. Подготовка и проведение испытаний

Проверяют исправность зажигающего устройства 8 путем замыкания цепи и подачи искры на концы электродов 7.

Реакционный сосуд 1 вакуумируют до остаточного давления 10 Па с помощью вакуумного насоса 11 и проверяют сосуд на герметичность. Контроль за повышением давления осуществляется с помощью вакуумметра 5. Реакционный сосуд считают герметичным и пригодным к работе, если повышение давления за счет натечек не превышает 10 Па за 30 минут. Затем в реакционный сосуд поочередно подают пар из испарителей 12 в расчетном объеме. После этого через воздухопровод 13 подают воздух (окислитель).

Контроль за количеством каждого поданного горючего компонента и воздуха осуществляется вакуумметром 5. Производят перемешивание компонентов смеси в реакционном сосуде с помощью вентилятора 4 в течение 0.2 минуты, затем выключают вентилятор 4, перекрывают вакуумметр 5 и поджигают смесь с помощью зажигающего устройства 8 и электродов 7. Наблюдение за пламенем проводят визуально через смотровое окно 2. Скорость распространения пламени измеряют датчиками регистрации скачка температуры 14,15.

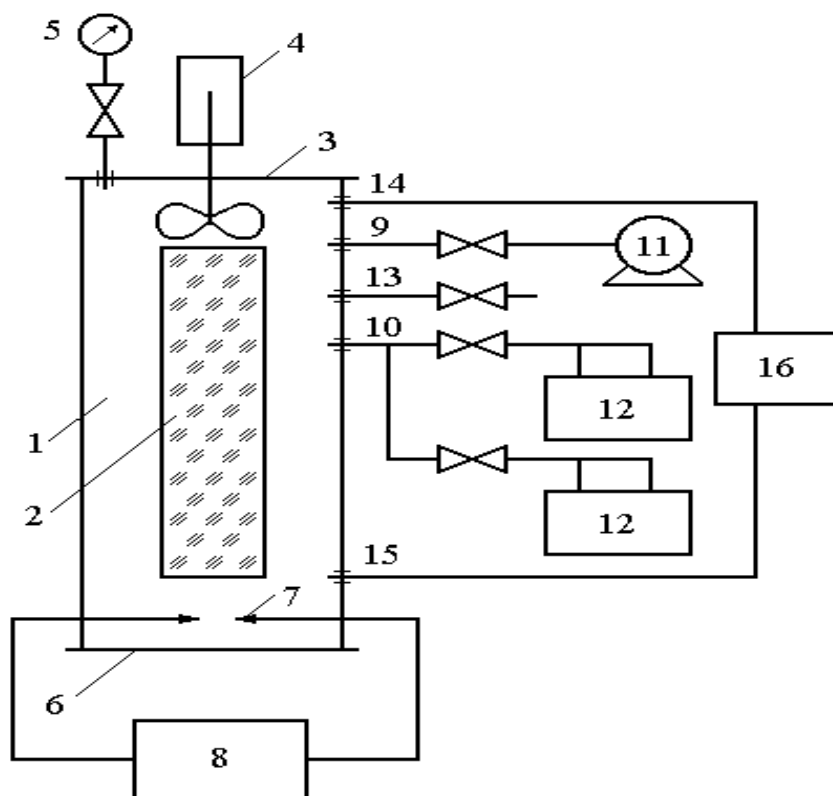


Рисунок 6. Установка по исследованию критических условий распространения пламени в газо- и паровоздушных смесях:

1 - реакционная камера; 2 – смотровое окно; 3 – верхняя крышка; 4 – вентилятор; 5 – вакуумметр; 6 – жестко закрепленная нижняя крышка; 7 – электроды зажигания; 8 – зажигающее устройство; 9, 10 – соединительные трубопроводы; 11 – вакуумный насос; 12 – испарители для компонентов смеси; 13 – воздуховод для подачи окислителя; 14, 15 – датчики регистрации скачка температуры; 16 – блок регистрации

-Установка решает задачи определения концентрационных пределов распространения пламени в модельных смесях при давлениях от 0 до 0,3 МПа и определение нормальной скорости распространения пламени.[4]

Погрешность определения концентрационных пределов составила 15 %.

6. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАРОСТА НАГАРА НА СТЕНКАХ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ПО ПРИЧИНЕ ПОСТУПЛЕНИЯ В КАМЕРУ ЗАГРЯЗНЕННОГО И ОБЕДНЕННОГО ВОЗДУХА (НЕПОЛНОЕ СГОРАНИЕ)

Если известна скорость поступления смеси в камеру сгорания, то можно определить тот промежуток времени, в течение которого на стенках камеры сгорания нарастает нагар, который при достижении опасных пределов остановит работу двигателя.

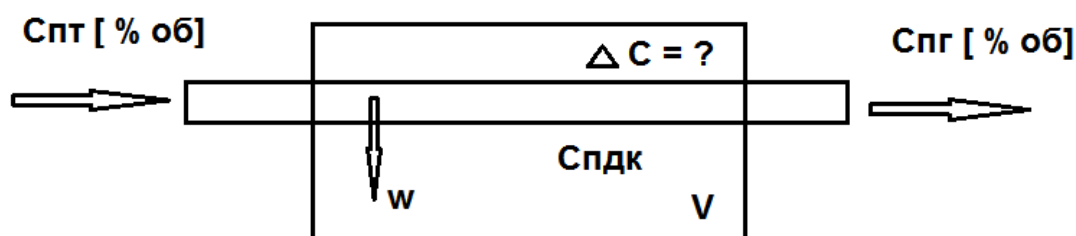


Рисунок 7.Камера сгорания.

$C_{пт}$ – объем поступающего топлива на сгорание, г/м³, % об;

$C_{пг}$ – объем образовавшихся продуктов сгорания, г/м³, % об;

ΔC – объем образовавшегося нагара, г/м³, % об;

V – объем камеры сгорания, м³;

В общем виде длительность нарастания опасной концентрации нагара ΔC будет зависеть, кроме $C_{пдк}$, от объема камеры V , объем поступающего топлива на сгорание, объем образовавшихся продуктов сгорания.

$$\Delta C = F(C_{нпг}, V, C_{пт}, C_{пг}) \quad (13)$$

В этом случае количество опасного вещества, выходящего наружу из оборудования за промежуток времени dC , должно быть равно приращению количества горючего вещества в камере сгорания за тот же промежуток времени dC , что и выражается:

$$qd\tau = VdC, \quad (14)$$

где q – количество вещества, выходящего наружу в единицу времени;

V – объем камеры сгорания;

dC – приращение концентрации опасного вещества за время $d\tau$.

Проинтегрировав это уравнение (14), получим:

$$q \int_0^{\tau(C_{НКПВ})} \Delta\tau(\Delta C) = V \int_{C_{нз}}^{C_{нт}} d\Delta C \quad (15)$$

$$q\tau(C_{НКПВ}) = V(C_{нт} - C_{нз}) \quad (16)$$

Выражаем время, тогда окончательно будем иметь

$$\tau(C_{НКПВ}) = \frac{V(C_{нт} - C_{нз})}{q}, \quad (17)$$

$C_{пт}$ – объем поступающего топлива на сгорание, г/м³, % об;

$C_{пг}$ – объем образовавшихся продуктов сгорания, г/м³, % об; - имеется ввиду количество вещества не прореагировавшего в процессе горения.

ΔC – объем образовавшегося нагара, г/м³, % об;

V – объем камеры сгорания, м³;

q – количество вещества, выходящего наружу в единицу времени, после сгорания топлива в камере – имеется ввиду суммарный объем; [7]

Для замкнутой системы

$$V \int_{C_{нт}}^{C_{вкпв}} dC = V(C_{вкпв} - C_{нт}) \quad (18)$$

$$V(C_{вкпв} - C_{нт}) = 0 \quad (19)$$

$$V(C_{вкпв} - C_{нт}) = V\Delta C \quad (20)$$

7. УСТРОЙСТВО ПОДАЧИ ВОЗДУХА В ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.

7.1. Устройство подачи воздуха в двигатель внутреннего сгорания

Устройство подачи воздуха в двигатель внутреннего сгорания предназначено для обеспечения устойчивой работы аварийно-спасательного бензоинструмента и бензотехники, в любых условиях загрязнения атмосферы, и в условиях с недостаточным содержанием кислорода, в зоне проведения аварийно-спасательных работ.

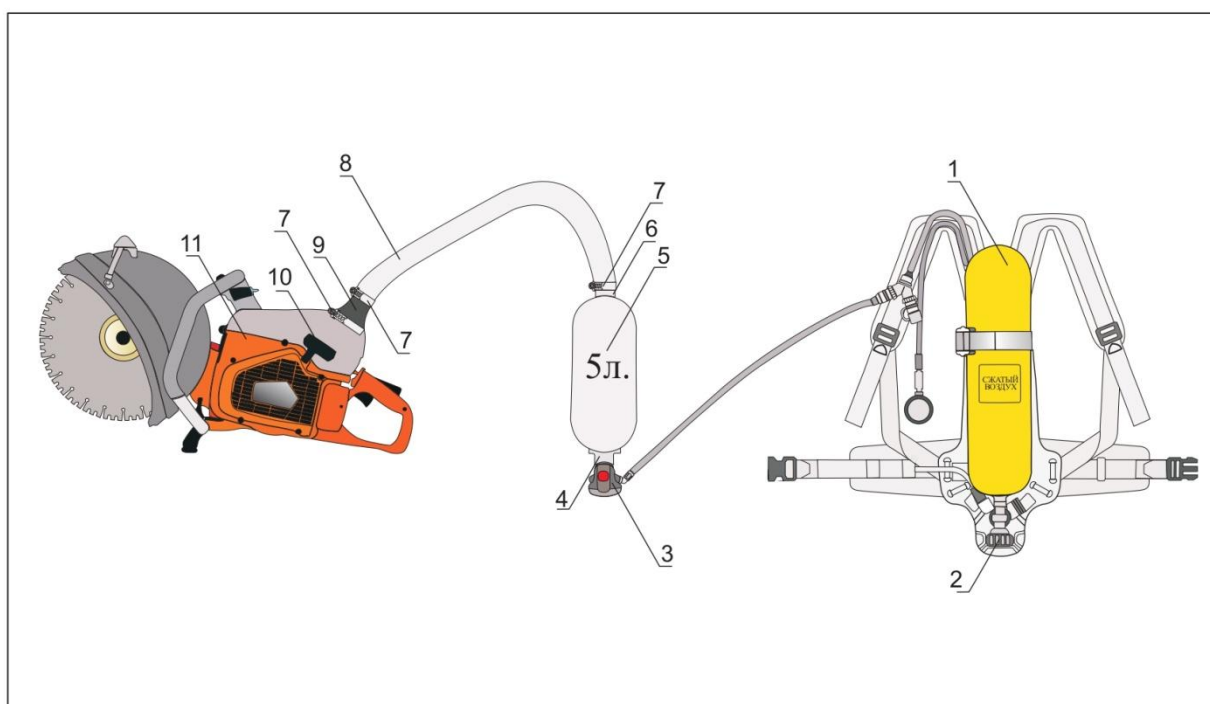


Рисунок 8. Устройство подачи воздуха в ДВС.

1-изолирующий воздушный дыхательный аппарат; 2-вентиль баллона; 3-легочный автомат; 4-входное отверстие ресивера со штуцерным соединением; 5-ресивер; 6-выходное отверстие ресивера; 7-винтовой нержавеющий хомут; 8-воздушный питающий шланг; 9-резиновый хомут; 10-ручной стартер; 11-аварийно-спасательный инструмент.

7.2. Сборка устройства подачи воздуха в двигатель внутреннего сгорания

Воздушный питающий шланг-8, с одной стороны крепится к выходному отверстию ресивера-6, винтовым хомутом-7, с другой стороны, винтовым хомутом-7 крепится резиновый рукав-9. Резиновый рукав-9, одевается на коробку воздушного фильтра двигателя и так же крепится винтовым хомутом-7. В входное отверстие ресивера со штуцерным соединением-4, вставляется легочный автомат ИДА-3.

7.3. Принцип работы устройства подачи воздуха в двигатель внутреннего сгорания

Открывается вентиль баллона ИДА-2, запускается двигатель АСБИ-10, легочный автомат включается при создаваемым двигателем воздушным разрежением. Воздух из ИДА-2, под избыточным давлением 4 мБар, поступает в ресивер-5, который предназначен для компенсации увеличения потребления воздуха, при увеличении числа оборотов ДВС. Из ресивера-5, воздух в нужном объеме поступает, через воздушный питающий шланг, в двигатель АСБИ-10, тем самым обеспечивая бесперебойную работу двигателя в любых условиях загрязнения атмосферы, и в условиях с недостаточным содержанием кислорода.

Для устранения эффекта турбонаддува, создаваемым избыточным давлением ИДА, на входе в ресивер устанавливается дроссельная шайба с отверстием, за счет которого снижается давление в ресивере-5, тем самым нормализуя смесеобразование в системе питания топливом ДВС.

7.4.Вывод

В результате проделанной работы:

- Поставленная цель – Повышение эффективности аварийно-спасательного оборудования, оснащенного двигателями внутреннего сгорания, достигнута.
- Обоснована необходимость и возможность применения двигателей внутреннего сгорания в задымленных помещениях (на основе баллонов со сжатым воздухом).
- Разработана математическая модель горения топливных систем в условиях пожара.
- Экспериментально установлено, что область горения топливных систем в задымленных помещениях составляет 15-20% объемных.
- Разработано устройство подачи воздуха в ДВС, для бесперебойной работы аварийно-спасательного оборудования, оснащенного ДВС.
- Проведены натурные полигонные испытания устройства подачи воздуха в ДВС, с составлением акта технического освидетельствования.(Приложение 1)

8. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

8.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В ходе работы был проведен анализ условий применения аварийно-спасательного оборудования оснащенного двигателями внутреннего сгорания.

В результате анализа были выявлены такие неблагоприятные условия, как, высокое содержание продуктов горения в атмосфере и низкое содержание кислорода.

Для решения проблемы устойчивой работы аварийно-спасательного оборудования в условиях с низким содержанием кислорода, была разработана установка снабжения воздухом топливной системы двигателей внутреннего сгорания.

Основным элементом, на базе которого создана установка, является изолирующий воздушный дыхательный аппарат.

Изучение широкого спектра моделей автономных изолирующих дыхательных аппаратов на сжатом воздухе, представленных на российском рынке, знакомство с этапами их создания и модернизации позволило определить основные тенденции развития и совершенствования современных ИДА.

Дыхательный аппарат RA 94 Plus Basic со сжатым воздухом, имеют очень легкую конструкцию. Незаменим и удобен в работе в средах с содержанием дыма, токсичных веществ и в средах с недостатком кислорода.

Аппарат RA-94 Plus имеет высоконадежную пневматику фирмы «Dräger», что создает наилучшие параметры потока в редукторе и снижает периодичность обслуживания (раз в 6 лет).

Благодаря новейшим технологиям конструкция аппарата спроектирована из высокопрочного углекомпозитного полиамида с высокими химическими и

ударными показателями, а анатомические свойства конструкции позволяют распределить вес аппарата таким образом, что весь вес сосредоточен на бедрах, это снижает нагрузки на спину и усталость.

Аппарат имеет следующие недостатки: отсутствие возможности увеличения количества баллонов за счет конструктивных особенностей; меньшая обзорность маски, чем у аппарата AirMax.

Аппараты AirMaXX – аппараты на сжатом воздухе, в конструкции которых применен модульный принцип

- возможность подбирать комплектность дыхательного аппарата, в соответствии с потребностями пользователя;
- высокопрочный, штампованный, эргономичный ложемент с возможностью установки поворотного поясничного упора и регулируемой длиной (аппарат AirMaXX);
- различные варианты ремней (обычные, подмягченные и их сочетания);
- возможность вариантной комплектации аппарата в зависимости от:
 - типа вентиля;
 - типа маски;
 - типа подвесной системы;
 - наличия и типа спасательного устройства;
 - наличия устройства для дозарядки;
 - наличия чехлов для металлокомпозитных баллонов

Единственным недостатком является высокая стоимость аппарата.

Дыхательный аппарат ПТС Базис со сжатым воздухом применяется для защиты дыхательных органов человека и зрения от пагубного воздействия вредной и непригодной для дыхания задымленной и токсичной газовой среды во время тушения пожаров в сооружениях, в зданиях, на производственных площадях и других объектах различных отраслей при температуре среды от - 40 до +60оС.

Преимуществом аппарата является относительно низкая стоимость, недостаток: более низкие технические характеристики, чем у импортных производителей.

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар или услуга.

Сегментирование рынка воздушных изолирующих дыхательных аппаратов осуществляется по следующим критериям:

		Модель воздушного изолирующего аппарата		
		ПТС	Drager	AirMaxx
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Рисунок 1. - Сегментирование рынка услуг.

8.2. Анализ конкурентных технических решений

При анализе конкурентных технических решений будем использовать такие характеристики как: - Обзорность маски; Практичность быстроразъемных соединений; Удобство подвесной системы; Возможность увеличения количества баллонов за счет конструктивных особенностей; Техническое обслуживание; х-Конкурентоспособность аппаратов; Стоимость.

Анализ конкурентных технических решений представлен в таблице 1

Таблица 1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерии оценки	вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		ragtr	irMaxx	TC	ragtr	irMaxx	TC
1							
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Обзорность маски.	,2				,8		,8
2. Практичность быстроразъемных соединений.	,2				,8		,6
3. Удобство подвесной системы.	,1				,5	,4	,3
4. Возможность увеличения количества баллонов за счет конструктивных особенностей.	,1				,3	,5	,3
5. Техническое обслуживание.	,1				,5	,4	,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность аппаратов.	,1				,4	,5	,3
2. Стоимость.	,2				,6	,6	
Итого					,9	,4	,6

Анализ конкурентных технических решений:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (1)$$

Где:

K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Вывод:

В результате проведенного анализа конкурентных технических решений, мы выяснили, что наиболее конкурентоспособной разработкой на рынке воздушных изолирующих дыхательных аппаратов на сегодняшний день являются аппараты AirMax. Основным плюсом данного производителя является надежность и удобство применения.

8.3. Планирование научно-исследовательских работ

8.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей приведен в таблице 2

Таблица 2 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	аб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания		Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
Выбор направления исследований		Выдача задания по тематике проекта	Научный руководитель, магистр
		Постановка задачи	Научный руководитель, студент
		Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Магистр
Теоретические и экспериментальные исследования		Подбор литературы по тематике работы	Магистр
		Сбор материалов	Магистр
		Проведение теоретических обоснований	Магистр
		Проведение теоретических расчетов	Магистр
Обобщение и оценка полученных результатов		Анализ полученных результатов	Магистр
	0	Согласование полученных данных с науч. рук.	Научный руководитель, магистр
	1	Оценка эффективности полученных результатов	Магистр
	2	Работа над выводами	Магистр
	3	Составление пояснительной записки к работе	Магистр

8.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (2)$$

Где:

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (3)$$

Где:

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

8.4. Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot K_{\text{кал}} \quad , \quad (4)$$

Где:

T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$K_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad , \quad (5)$$

Где:

$T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году = 365 дн.;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году = 104 дн.;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году = 14 дн.

$$K_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1.477 = 1.5$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу.

Таблица 3 - Временные показатели проведения

научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях
	t_{mini}	t_{maxi} , Чел/дни	$t_{ож}$			
Составление и утверждение темы проекта	1	3	1.8	Научный руководитель	1.8	3
Выдача задания по тематике проекта	1	1	1	Научный руководитель Магистр	0.5	1
Постановка задачи	1	2	1.4	Научный руководитель Магистр	0.7	1
Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	3	5	3.8	Магистр	3.8	6
Подбор литературы по тематике работы	5	10	7	Магистр	7	11
Сбор материалов	3	5	3.8	Магистр	3.8	6
Проведение теоретических обоснований	7	10	8.2	Магистр	8.2	12
Проведение теоретических расчетов	15	20	17	Магистр	17	26
Анализ полученных результатов	3	5	3.8	Магистр	3.8	6
Согласование полученных данных с науч. рук.	1	2	1.4	Научный руководитель Магистр	0.7	1
Оценка эффективности полученных результатов	2	3	2.4	Магистр	2.4	4
Работа над выводами	1	2	1.4	Магистр	1.4	2
Составление пояснительной записки к работе	7	10	8.2	Магистр	8.2	12

На основе Таблицы 3 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе Таблицы 4 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на

графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 4 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

	Вид работ	Исполнители	Т _{кв} , кал. дн	Продолжительность выполнения работ												
				февраль			март			апрель			май			
1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель	3	■												
2	Выдача задания по тематике проекта	Научный руководитель Магистр	1	■												
3	Постановка задачи	Научный руководитель Магистр	1	■												
4	Определение сроков разработки проекта	Магистр	6		■											
5	Подбор литературы по тематике работы	Магистр	11			■										
6	Сбор материалов	Магистр	6				■									
7	Проведение теоретических обоснований	Магистр	12					■								
8	Проведение теоретических расчетов	Магистр	26						■							
9	Анализ полученных результатов	Магистр	6									■				
10	Согласование полученных данных с науч. рук.	Научный руководитель Магистр	1										■			
11	Оценка эффективности результатов	Магистр	4											■		
12	Работа над выводами	Магистр	2												■	
13	Составление пояснительной записки к работе	Магистр	12													■



- Научный руководитель;
- Научный руководитель и магистр;
- Магистр.

8.5. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

8.5.1. Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + K_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i} , \quad (6)$$

Где:

m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхи}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

K_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.(15%)

Для разработки данного научного проекта необходимы следующие материальные ресурсы: Ноутбук «HP», компьютерная мышь «Logitech», принтер «HP», писчая бумага формат А4 1 пачка, картридж для принтера.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 5

Таблица 5 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Цена за ед./руб.	Затраты на материалы Z_m /руб.
Компьютерная мышь «Logitech»,	1 шт.	500	500
Картридж для принтера	1 шт.	500	500
Писчая бумага формат А4 - 1 пачка	1 шт.	250	250
Канцтовары	1 шт.	250	250
ИТОГО			1500

8.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблицу 6

Таблица 6 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование оборудования	Единица измерения	Цена за ед./руб.	Затраты на материалы Z_m /руб.
Ноутбук «НР»	1 шт.	28000	28000
Принтер «НР»	1 шт.	6500	6500
ИТОГО			34500

8.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Научный руководитель (оклад) - 38000р.

Магистр (инженер) (оклад) – 17000 р.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad , \quad (7.)$$

Где:

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} \quad , \quad (8.)$$

Где:

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 3);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad , \quad (9.)$$

Где:

$Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 7.)

Научный руководитель ($Z_{\text{дн}}$) – 1517,06 р.

Магистр (инженер) ($Z_{\text{дн}}$) – 678,14 р.

Таблица 7. - Баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Магистр (инженер)
Календарное число дней	6	88
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	104 14	104 14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	365	365

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{ТС} \cdot (1 + K_{пр} + K_d) \cdot K_p, \quad (10.)$$

Где:

$Z_{ТС}$ – заработная плата, руб.;

$K_{пр}$ – премиальный коэффициент = 0;

K_d – коэффициент доплат и надбавок = 0;

K_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Научный руководитель (Z_M) - 49440р.

Магистр (инженер) (Z_M) – 22100 р.

Расчёт основной заработной платы приведён (в табл. 8.)

Таблица 8. - Расчёт основной заработной платы.

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Средневзвешенная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд основной з/платы, руб.
Научный руководитель	9440 ⁴	1517,06	6	1,3	11833,07
Магистр (инженер)	2100 ²	678,14	88	1,3	77579,22
Итого:			94		89412,29

8.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{дон} = K_{дон} \cdot Z_{осн} \quad , \quad (11.)$$

Где:

$K_{дон}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Научный руководитель ($Z_{дон}$) = 0,12 • 11833,07 = 1419,97 р.

Магистр (инженер) ($Z_{дон}$) = 0,12 • 77579,22 = 9309,51 р

8.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad , \quad (12.)$$

Где:

$K_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 9.)

Таблица 9. - Отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнители	Научный руководитель	Магистр (инженер)
Заработная плата, руб.	13253,04	86888,73
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30.2%	30.2%
ИТОГО	4002,42	26240,40

8.5.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 / 7) \cdot K_{нр} \quad , \quad (13.)$$

Где:

$K_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

8.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен (в табл. 10.)

Таблица 10. - Расчет бюджета затрат НИИ.

Наименование статьи	Сумма , руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	1500	Пункт 4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	34500	Пункт 4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	89412,29	Пункт 4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	10729,48	Пункт 4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	30242,80	Пункт 4.5
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	
7. Контрагентские расходы	0	
8. Накладные расходы	26621,53	в размере 16%.
9. Бюджет затрат НИИ	193006,1	Сумма

Затраты на разработку составили 193006,1рублей.

Данная сумма включает:

- Материальные затраты НИИ;
- Затраты на оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- Затраты по основной заработной плате исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды;
- Накладные расходы.

9.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В разделе ВКР «Социальная ответственность» рассматриваются вредные и опасные производственные факторы на рабочем месте газоспасателя, при проведении газоспасательных работ. Данный раздел выполнен на основе Федеральных Законов, ГОСТов, и положений по охране труда и окружающей среды.

Основные факторы, определяющие категорию повышенной опасности объектов нефтегазового комплекса это: недостаточная освещенность рабочей зоны; отклонение показателей микроклимата рабочей зоны; повышенный уровень шума; высокий уровень давления в технологическом оборудовании; загрязнение воздушной среды в рабочей зоне; наличие повышенного напряжения в электрической цепи; наличие подвижных частей и механизмов.

9.1.Производственная безопасность

Опасные и вредные факторы при выполнении газоспасательных работ приведены (в табл. 1.1)

Таблица 1.1 - Опасные и вредные факторы при выполнении газоспасательных работ.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)	
	Вредные	Опасные
Аварийно-спасательные работы: 1) Проведение разведки в загазованной зоне; 2) Локализация и ликвидация разливов нефти; 3) Спасение пострадавших из загазованной зоны.	1. недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. отклонение показателей микроклимата рабочей зоны; 3. повышенный уровень шума в рабочей зоне; 4. загрязнение воздушной среды в рабочей зоне;	1. вероятность взрыва; 2. вероятность пожара; 3. высокий уровень давления в технологическом оборудовании; 4. наличие подвижных частей и механизмов; 5. наличие повышенного напряжения в электрической цепи.

9.1.1.Вредные факторы

К вредным факторам технологического и организационного происхождения можно отнести:

- Наличие повышенного уровня шума на рабочем месте

(В процессе аварийно-спасательных работ оборудование, используемое для данных видов работ, издаёт повышенный уровень шума.)

ПДУ звукового давления на рабочем месте равно 82 дБ.

К средствам коллективной защиты (СКЗ) от повышенного уровня шума относятся устройства: оградительные; звукоизолирующие, звукопоглощающие; глушители шума; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ): беруши, наушники, шлемофоны;

- Наличие повышенного уровня вибрации

(Различного рода оборудование, используемое при аварийно-спасательных работах, издаёт различного рода вибрацию.)

ПДУ производственной вибрации равно 8000 Гц.

К средствам защиты (СКЗ) от повышенного уровня вибрации относятся устройства: оградительные; виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие; автоматического контроля и сигнализации; дистанционного управления.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ): СИЗ с использованием пористых материалов - защитные перчатки, рукавицы, прокладки, вкладыши, защитная обувь, стельки и подметки.

- Физические перегрузки

(Аварийно-спасательные работы зачастую связаны с применением физического труда, повышенных физических нагрузок.);

- Психологические перегрузки

(При проведении аварийно-спасательных работ, спасатели зачастую сталкиваются с травмами и гибелью пострадавших.);

- Параметры микроклимата на рабочем месте

Нормы производственного микроклимата установлены в СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» и ССБТ ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

В соответствии с пунктом 4.3 Санитарных правил микроклимат производственного помещения измеряется при помощи заранее установленных показателей. К их числу относятся такие показатели, как:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;

Таблица 1.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	21 - 23	20 - 24	60 - 40	0,1
	IIa (175 - 232)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	17 - 19	16 - 20	60 - 40	0,2
	III (более 290)	16 - 18	15 - 19	60 - 40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	IIa (175 - 232)	20 - 22	19 - 23	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	III (более 290)	18 - 20	17 - 21	60 - 40	0,3

Таблица 1.3 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более **
Холодный	Ia (до 139)	20,0 - 21,9	24,1 - 25,0	19,0- 26,0	15 - 75 *	0,1	0,1
	Iб (140 - 174)	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0- 25,0	15 - 75	0,1	0,2
	IIa (175 - 232)	17,0 - 18,9	21,1 - 23,0	16,0- 24,0	15 - 75	0,1	0,3
	IIб (233 - 290)	15,0 - 16,9	19,1 - 22,0	14,0- 23,0	15 - 75	0,2	0,4
	III (более 290)	13,0 - 15,9	18,1 - 21,0	12,0- 22,0	15 - 75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	21,0 - 22,9	25,1 - 28,0	20,0- 29,0	15 - 75 *	0,1	0,2
	Iб (140 - 174)	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0- 29,0	15 - 75 *	0,1	0,3
	IIa (175 - 232)	18,0 - 19,9	22,1 - 27,0	17,0- 28,0	15 - 75 *	0,1	0,4
	IIб (233 - 290)	16,0 - 18,9	21,1 - 27,0	15,0- 28,0	15 - 75 *	0,2	0,5
	III (более 290)	15,0 - 17,9	20,1 - 26,0	14,0- 27,0	15 - 75 *	0,2	0,5

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия:

-системы местного кондиционирования воздуха;

-воздушное душирование;

-компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого;

-спецодежда и другие средства индивидуальной защиты;

-помещения для отдыха и обогрева;

-регламентация времени работы, в частности перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы.

Вредные производственные факторы, связанные с загрязнением воздушной среды в рабочей зоне.

Нефть и нефтепродукты – это химически сложные смеси углеводородов. В каждом нефтепродукте присутствует растворенный газ, который выделяется при попадании нефтепродукта на открытый воздух. Данные вредные вещества, выделяющиеся в атмосферу, оказывают негативное воздействие на человека и экосистему в целом.

Пары нефти и нефтепродуктов относятся к веществам со слабо выраженным токсическим действием. Данные вещества поражают центральную нервную систему. Явными признаками отравления являются: головокружение, головная боль, тошнота, учащенное сердцебиение, а при больших дозах – остановка дыхания.

В состав Томского нефтехимического комбината входят производства карбамидных смол, в качестве сырья используется формальдегид, и метанол.

Формальдегид – класс опасности 2, ПДК формальдегида в воздухе рабочей зоны составляет 0,5 мг/м³. Оказывает раздражающее действие на слизистые

оболочки глаз и дыхательных путей. Первые признаки поражения: слезотечение, резь в глазах, насморк, кашель, одышка, удушье, головная боль, нарушение координации движений, судороги. При вдыхании высоких концентраций развивается острый конъюнктивит, ринит, бронхит, отек в области легких и глотки. Смерть может наступить при концентрации 20 мг/м^3 в течение 30 минут. Средняя пороговая токсодоза $0,6 \text{ мг}\cdot\text{мин/л}$.

Средства индивидуальной защиты: изолирующие противогазы или дыхательные аппараты и средства защиты кожи (костюмы Л-1, КИХ-4, КИХ-5, Трелчем лайт, Трелчем супер). На удалении от источника химического заражения более 400 м. средства защиты кожи можно не использовать, а для защиты органов дыхания используют фильтрующие промышленные противогазы большого габарита с коробкой марки А, при малых концентрациях респираторы РУ-60М с коробкой марки А.

Метанол – класс опасности 3, бесцветная ядовитая жидкость, действующая на нервную и сосудистую системы. При вдыхании паров вызывает кашель, головокружение, головную боль, тошноту, слабость, нарушение зрения. Может проникать через кожу.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) содержания метанола (CH_3OH) в воздухе рабочей зоны - 5 мг/м^3

В помещениях, где используется или хранится метанол, должны иметься дежурные противогазы марки А, резиновые перчатки и резиновые фартуки, инструкция по охране труда при работе с метанолом.

В настоящее время, для всех вредных веществ установлена ПДК, при которой не происходит вредного воздействия на организм человека (ГОСТ 12.1.005-01 «Воздух рабочей зоны» (Действующий)).

Средства коллективной защиты от воздействия химических факторов:

- оградительные устройства;
- устройства автоматического контроля и сигнализации;

- герметизирующие устройства;
- устройства для вентиляции и очистки воздуха;
- устройства для удаления токсичных веществ;
- устройства дистанционного управления; знаки безопасности.

9.1.2 Опасные факторы

К опасным факторам можно отнести такие факторы как:

- механические опасности;
- термические опасности;
- высокий уровень давления в технологическом оборудовании.
- наличие повышенного напряжения в электрической цепи

Механические опасности.

К механическим опасностям при работе спасателя можно отнести:

- различного рода падения, соскальзывания;
- неаккуратное использование шанцевого инструмента;
- различного рода механизмы;
- движение техники.

Для того чтобы избежать механических травм необходимо:

- знать и соблюдать технику безопасности при работе с инструментом и оборудованием;
- с аккуратностью работать возле машин и аппаратов, следить за наличием защитных кожухов;
- знать маршруты и время движения техники.
- оборудовать сигнальными устройствами опасные подвижные части при приближении к препятствию или человеку.

Термические опасности.

Термические опасности могут возникнуть в результате пожаров и взрывов и могут привести к таким травмам как:

- ожоги и ошпаривания, вызванные высокой температурой;

- общему перегреву организма.

Первая помощь при ожогах заключается в устранении поражающего фактора, охлаждении места ожога и наложении чистой повязки.

Средствами коллективной защиты от вредных факторов пожара являются:

- пожарная сигнализация;
- противопожарное водоснабжение;
- молниеотвод;
- заземление;
- спринклерные установки;
- дренчерные системы.

При спасении людей используют средства индивидуальной защиты, включая защиту органов дыхания и зрения. Используемые средства должны в течение времени, которое необходимо для эвакуации людей в зону безопасности, обеспечивать эту безопасность. Средства для защиты применяются не только для тех, кого спасают, но и для защиты тех, кто спасает, т.е. для защиты пожарных.

Средства по защите органов дыхания индивидуального назначения бывают фильтрующие и изолирующие.

К фильтрующим средствам относят такие приспособления, которые с помощью фильтров очищают вдыхаемый воздух от продуктов горения. Исходя из их конструктивных особенностей, они подразделяются на промышленные респираторы и противогазы.

Изолирующие средства защиты – к ним относятся кислородно-изолирующие противогазы.

Огнестойкие специальные накидки предотвращают возгорание одежды и защищают тело человека. Используют их для безопасной эвакуации, во время которого на тело человека может воздействовать открытое пламя, повышенные температуры и тепловое излучение. Накидка также может быть использована в качестве первичного средства пожаротушения, в качестве носилок для транспортирования пострадавших. Для этой цели в её составе находятся

усилительные элементы, позволяющие использовать средство в качестве покрывала и носилок. Накидка имеет простую конструкцию, и любой человек без предварительной подготовки может ей воспользоваться.

Наличие повышенного напряжения в электрической цепи.

Наличие большого количества электрооборудования и электроустановок.

К средствам защиты (СКЗ) от поражения электрическим током относятся: оградительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; устройства защитного заземления и зануления; устройства автоматического отключения; устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения; устройства дистанционного управления; предохранительные устройства; молниеотводы и разрядники; знаки безопасности.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ): диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, изолирующие и токоизмерительные клещи, монтерский инструмент с изолирующими рукоятками, токоискатели, к дополнительным - диэлектрические галоши, коврики, изолирующие подставки;

Рабочие помещения относятся ко второй категории по степени опасности поражения электрическим током – помещения с повышенной опасностью, поскольку в помещениях находится сырые с относительной влажностью воздуха более 75%; жаркие с температурой воздуха, длительно превышающей +30°C; с полами из токопроводящих материалов; с большим количеством выделяющейся токопроводящей технологической пыли, оседающей на проводах и проникающей внутрь электроустановок; с размещением электроустановок с металлическими корпусами, имеющих соединение с землей, металлоконструкций зданий и технологического оборудования, допускающих одновременное соприкосновение с ними. Безопасные номиналы $I \leq 0,1\text{A}$, $U \leq 36\text{В}$, $R_{\text{заземления}} \leq 40\text{Ом}$.

9.2. Экологическая безопасность

Развитие нефтяной промышленности и увеличение объемов добычи нефти приводят к различного рода авариям. Наиболее часто встречаются разливы нефти и нефтепродуктов. Разлив нефти – это чрезвычайная ситуация вызванная проникновением нефти в окружающую среду в результате действия человека (разливы на месторождениях, аварии танкеров, аварии на трубопроводах и т. д.) По данным экологической организации Гринпис, в России, в результате деятельности нефтяной промышленности в окружающую среду ежегодно попадает до 30 млн. баррелей нефти.

Крупнейшей мировой катастрофой с разливом нефти на сегодняшний день является авария на нефтедобывающей платформе Deepwater Horizon. (20 апреля 2010г.) Выброс составил около 5 млн. баррелей нефти. Площадь нефтяного пятна составила 75 тыс. кв. км.

9.2.1 Методы утилизации нефтешламов.

В связи с широким спектром физико-химических свойств нефтешламов, существует несколько способов утилизации нефтешламовых загрязнений. К ним относятся:

- термические методы;
- химические методы;
- биологические методы;
- электромагнитные методы;
- использование нефтешлама в качестве вторичного сырья.

С точки зрения минимизации загрязнения окружающей среды наиболее перспективным направлением следует считать использование нефтешлама в качестве вторичного сырья.

Нефтешлам можно использовать в нефтяной промышленности в качестве смазочной добавки к буровому раствору вместо сырой нефти. Также нефтешлам можно использовать при производстве теплоизоляционных материалов и

керамзита. В дорожном строительстве можно применять нефтешлам как добавку снижающую влагопоглощение дорожного полотна.

9.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

9.3.1 Ч.С. Природного характера.

К чрезвычайным ситуациям природного характера можно отнести работу газоспасателей в условиях низких и высоких температур.

При ведении газоспасательных работ в условиях низких температур необходимо применять теплое нательное белье, шерстяные носки, перчатки и подшлемники, а также костюмы-накидки дополнительной защиты от низкой температуры.

Для исключения возможного общего переохлаждения спасателей, допустимое время работы в ИСИЗ-ОД, совместно с изолирующими костюмами, ограничено значениями, приведенными в специальном приложении.

Для обеспечения безотказной и надежной работы изолирующих дыхательных аппаратов в условиях отрицательных температур необходимо:

- хранить и транспортировать изолирующие дыхательные аппараты в обогреваемых салонах автомобилей или в утепленных гнёздах (ящиках);
- после работы тщательно просушить воздухопроводную систему аппарата.

При предстоящей работе в условиях отрицательной температуры воздуха стекло лицевой части воздушных дыхательных аппаратов защищается специальными средствами.

Все газоспасательные работы в условиях низких температур воздуха должны производиться с обеспечением максимального уровня безопасности при движении (работе) на обледенелых участках, представляющих угрозу падений и разгерметизации, в результате этого, костюмов и дыхательных аппаратов.

Должны быть приняты все возможные меры по предупреждению переохлаждения пострадавшего.

Для исключения возможного общего перегрева спасателей, допустимое время работы в ИСИЗ-ОД совместно с изолирующими

костюмами, ограничено, значениями, приведенными в специальном приложении.

Высокой температурой воздуха в месте ведения газоспасательных работ, способной вызвать дискомфорт спасателя, работающего в ИСИЗ органов дыхания и кожных покровов, следует считать плюс 27 °С и выше.

Отделение, направляемое в зону высокой температуры воздуха (плюс 27 °С и выше), должно быть проинструктировано об особенностях выполнения задания, возможных осложнениях, режиме работы, мероприятиях по обеспечению безопасности спасателей.

При входе в зону высокой температуры воздуха, командир отделения замеряет температуру и сообщает результат замера на базу. База фиксирует время, определяет продолжительность работы, периодически сообщает отделению допустимое время работы, предупреждает о прекращении работы и выходе на чистый воздух.

Замеры температуры воздуха производятся через каждые 5 минут. При резком возрастании температуры на 3°С и более за 5 минут отделение прекращает работу и выходит из зоны действия высоких температур.

Для безопасности работ в условиях высокой температуры должны быть приняты все возможные меры по её снижению (водяные завесы, охлаждающие экраны).

Во избежание тепловых поражений при ведении аварийно-спасательных работ в герметичных костюмах при высокой окружающей температуре необходимо применять:

- защитные костюмы с поддувом;
- теплоотражающие костюмы или накидки;
- обливание водой костюмов.

Спасатели, выполняющие газоспасательные работы в зоне с высокой температурой воздуха, должны быть обеспечены проводной или радиосвязью с базой или командным пунктом.

При выборе возможного применения ИСИЗ органов дыхания и кожи должны учитываться пределы их допустимого использования в высокой и низкой температурах воздуха.

9.3.2 Ч.С. Техногенного характера.

К чрезвычайным ситуациям техногенного характера можно отнести несанкционированное проникновение посторонних к месту расположения оборудования газоспасателей и возможный вандализм или диверсия посторонних лиц.

Для исключения различного рода диверсий, доступ к техническим помещениям аварийно-спасательного формирования, для посторонних лиц запрещен. В подразделении аварийно-спасательного формирования ведется круглосуточное дежурство, а также установлена система видеонаблюдения.

Для исключения пожара, в гараже оперативного автотранспорта ГСО, установлена охранно-пожарная сигнализация. Так же в гараже имеется пожарный инвентарь: ящик с песком, пожарный щит, огнетушители ОП-8 и ОУ-5.

При проведении газоспасательных работ оборудование находится под строгим наблюдением водителя оперативного автомобиля.

9.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Основным источником права, устанавливающим для аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований и спасателей обязательные правила поведения, являются Конституция, Федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации.

В главном документе Российской Федерации - конституции Р.Ф. написано что: “Каждый имеет право на жизнь” и “Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением”.

Это говорит о том, что наше государство гарантирует нам безопасность и помощь при различных чрезвычайных ситуациях.

Основными Федеральными законами регламентирующими действия при авариях на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса являются:

1) Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (последняя редакция) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".

2) Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 29.07.2018) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"

3) Федеральный закон от 22.08.1995 N 151-ФЗ (ред. от 03.07.2019) "Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей"

4) Федеральный закон от 30.12.2001 N 197-ФЗ "Трудовой кодекс Российской Федерации" (ред. от 16.12.2019)

5) Устав аварийно-спасательных формирований по организации и ведению газоспасательных работ.

6) ГОСТ Р. 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

7) ГОСТ Р. 22.0.02-94 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий" от 22.12.1994 г. N 327.

8) ГОСТ Р 22.9.05-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Комплексы средств индивидуальной защиты спасателей. Общие технические требования (принят в качестве межгосударственного стандарта ГОСТ 22.9.05-97)

9) СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1).

10) ПБ 09-170-97. «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств». Утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 22.12.1997 г. № 52.

9.5.Расчет освещения учебного класса ГСО ТОМСК ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС»

Рассчитать систему общего рабочего освещения для учебного класса ГСО Томск ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС», в качестве светильников принять люминесцентные лампы.

Рабочая поза	Характер выполняемой работы (минимальный размер объекта наблюдения, мм)	Характеристика помещения по количеству пыли, пожароопасности	Размеры помещения, м
Сидя-стоя	0,8	большое	12×5×3

Решение:

1). Основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей изложены в СНиП 23-05-95. Выбор освещённости осуществляется в зависимости от размера объёма различения (толщина линии, риски, высота буквы), контраста объекта с фоном, характеристики фона. В нашем случае имеем только минимальный размер объекта наблюдения, таким образом, принимаем $E_n = 200$ лк (работы средней точности).

2). Световой поток люминесцентной лампы светильника определяется по формуле:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z \cdot 100 / (n \cdot \eta),$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма), пыли. Для помещений с большим выделением пыли $K_3 = 2$;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp}/E_{min} . Для люминесцентных ламп при расчетах берется равным 1,1;

n – число ламп;

η – коэффициент использования светового потока, %.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

3). Индекс помещения определяется по формуле

$$i = S / h(A+B) = 12 \cdot 5 / 1,9 \cdot (12+5) = 1,9$$

где A и B – ширина и длина помещения, м;

h – высота подъема светильника над рабочей поверхностью, м.

Высоту h определяют из выражения:

$$h = H - h_p - h_{cb} = 3 - 0,8 - 0,3 = 1,9 \text{ м.}$$

где H – высота помещения;

h_p – высота рабочей поверхности, м;

h_{cb} – расстояние от потолка до светильника.

Высота рабочей поверхности стола h_p при работе сидя принимается равной 0,8 м, при работе стоя – 1 м. Расстояние от потолка до светильника для помещений высотой 4–8 м с целью исключения блескости принимают равной 0,3 – 0,8 м.

Коэффициенты отражения оцениваются субъективно – $\rho_{\text{п}} = 50\%$, $\rho_{\text{ст}} = 50\%$.
Для помещения с большим выделением пыли выбираем двухламповые светильники ПВЛ.

Значение коэффициента использования светового потока η светильников ПВЛ с люминесцентными лампами для наших условий: $\eta = 28\%$.

4). Расстояние между светильниками L определяется как:

$$L = \lambda \cdot h = 1,5 \cdot 1,9 = 2,85 \text{ м.}$$

где λ – интегральный критерий оптимальности расположения светильников, для ПВЛ – $\lambda = 1,5$;

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3 = 2,85/3 \approx 1$.

Исходя из заданных размеров помещения принимаем число рядов:

$$(5 - 2 \cdot 1) / 2,85 + 1 = 2$$

Размещаем светильники в ряде сплошной полосой, тогда с учетом параметров светильника число в ряде:

$$(12 - 2 \cdot 1) / 1,23 = 8 \text{ шт.}$$

Общее число светильников $2 \times 8 = 16$ шт.

5). Находим световой поток лампы в светильнике ПВЛ:

$$\Phi_{\text{л}} = 200 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 100 / (32 \cdot 2 \cdot 28) = 1473 \text{ лм.}$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, выбираем лампу ЛБ30 (1700). Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона (-10÷20%), то корректируется число светильников либо высота подвеса светильников.

Проверяем:

$$\Delta = (\Phi_{\text{св}} - \Phi_{\text{л}}) / \Phi_{\text{л}} \cdot 100\% = (1700 - 1473) / 1473 \cdot 100\% = +15\%$$

Условие выполняется, пересчет не требуется, оставляем выбранную схему размещения

План помещения учебного класса ГСО Томск ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС» и размещения светильников с люминесцентными лампами представлен на рисунке 5.1

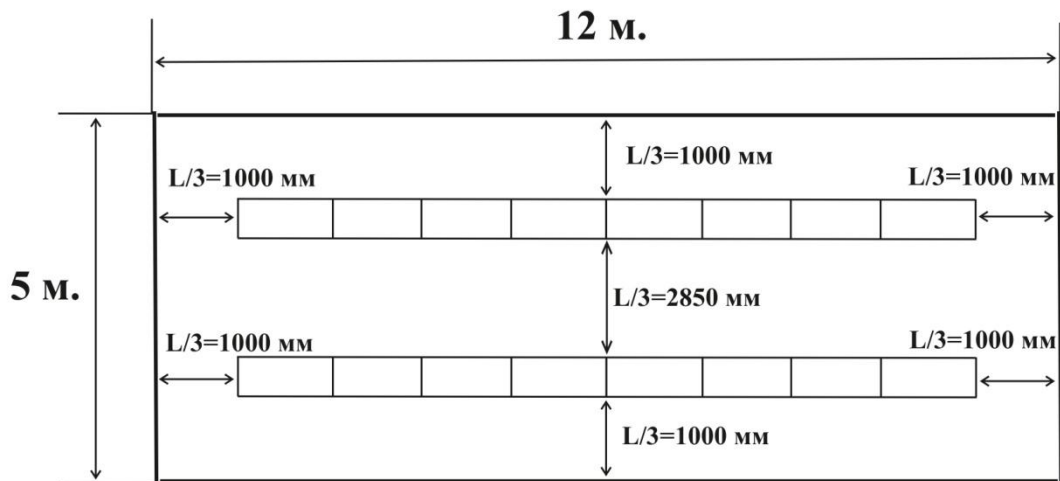


Рисунок 9 План помещения учебного класса ГСО Томск ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС» и размещения светильников с люминесцентными лампами.

9.6.Графический материал

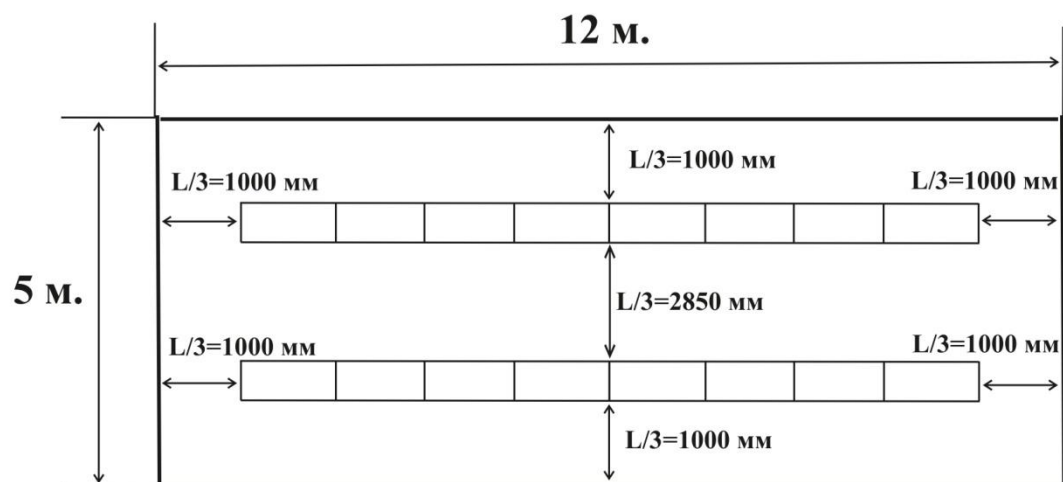


Рисунок 9. План помещения учебного класса ГСО Томск ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС» и размещения светильников с люминесцентными лампами



Рисунок 10. План эвакуации при пожаре ГСО Томск ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС»

Приложение А

Раздел 1

Theoretical part

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM81	Штенцов Денис Гериханович		

Консультант ОКД:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		

Консультант ОИЯ ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Панамарёва Анна Николаевна	К. филол. н.		

INTRODUCTION

According to the statistics most of the fire-fighting and rescue operations of fire-fighting units take place in a breathless environment. In the rescue area, the presence of a large quantity of combustion products in the air and the lack of oxygen limit the use of emergency and rescue equipment with internal combustion engines, which can make it difficult to carry out rescue tasks.

In the case of forest fire rescue and gas rescue operations in major hazardous industrial facilities, there is a risk that operational transport will enter areas with high pollutant content and low oxygen content, which also limits the use of motor vehicles and poses an additional threat to the lives of the rescuers.

Therefore, there is a need for special rig for rescue equipment with internal combustion engines, allowing it to be used in all atmospheric conditions.

1. LITERATURE REVIEW

1.1 Internal combustion engines.

Internal combustion engines (piston type) are widely used in engineering (in cars, tractors, aircraft of old types, etc.).

The main element of any piston engine is a cylinder with a piston, which is connected to an external consumer by slider-crank mechanism. The cylinder is provided with two openings with valves, one of which is used for ingestion (air or combustible mixture) and the other is used for emission at the end of the cycle.

Two main types of reciprocating engine cycles are distinguished:

Otto cycle (combustion at $V = \text{const}$);

Diesel cycle (combustion at $P = \text{const}$);

Consider the Otto cycle (named after the German constructor N.A. Otto, who performed this cycle in 1876).

The engine diagram of the Otto cycle and the engine indicator diagram are shown in Figure 1.

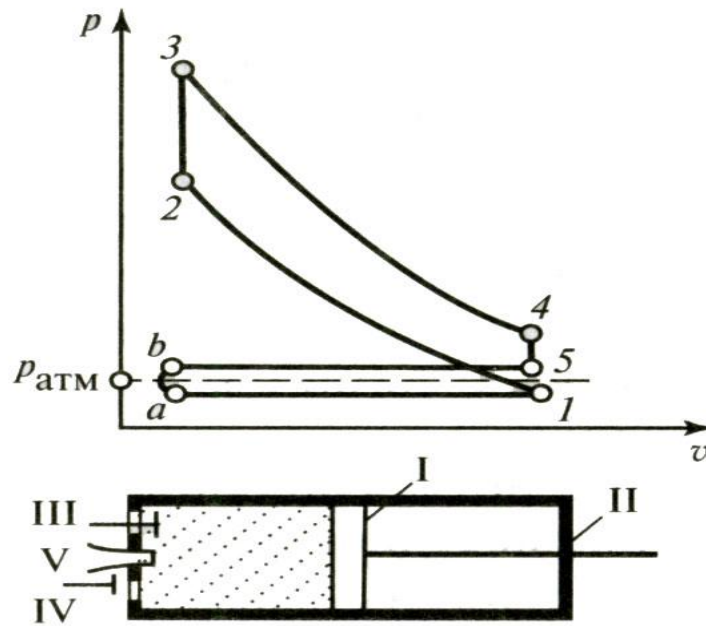


Figure 1. Otto cycle engine diagram and engine indicator diagram.

Piston I performs a reciprocating motion in cylinder II, which is provided with an intake III and exhaust IV valves. In the process a-1 the piston moves from left to right, a vacuum is created in the cylinder, an intake valve III is opened and a combustible mixture, prepared in a carburetor, is fed into the cylinder. The combustible mixture in the Otto cycle is air mixed with some vapour of gasoline (or other fuel).

Once the piston reaches the extreme right position, the cylinder is filled with a combustible mixture and the intake valve is closed, and the piston starts to move backwards from right to left. The combustible mixture in the cylinder is compressed and its pressure is increased (process 1-2). After the pressure of the mixture in the cylinder reaches a certain value corresponding to point 2 in the indicator diagram, the combustible mixture is ignited with an electric candle V. The process of mixture combustion is almost immediately, the piston does not have time to move, and therefore the combustion process can be considered isochoric. During the combustion process, heat is released, by which the working medium in the cylinder is heated and its pressure is increased to a value corresponding to point 3 on the display diagram. Under this pressure, the piston again moves to the right, while

performing the work of expansion given to an external consumer. Once the piston reaches the right dead end, a special device opens the exhaust valve IV and the cylinder pressure is reduced to a value slightly higher than atmospheric pressure (process 4-5); part of the gas exits the cylinder. The piston then moves back to the left, pushing the rest of the exhaust gas out of the cylinder into the atmosphere.

According to the indicator diagram, the pressure in the cylinder is slightly lower during the intake process and slightly higher during the exhaust as a result of the aerodynamic drag of both valves and the corresponding delivery pipes.

A new cycle is then initiated - the intake of the next portion of the combustible mixture, etc.

Thus, the piston in the cylinder of the engine running on the Otto cycle performs four strokes per cycle (stroke) - ingestion, compression, expansion after combustion of the mixture, ejection of the combustion products into the atmosphere.

Thermodynamic analysis of the Otto cycle is convenient, considering an idealized cycle corresponding to the indicator diagram examined. This idealized Otto cycle is presented in p, v -diagram in figure 2, constructed for the unit mass of the working medium.

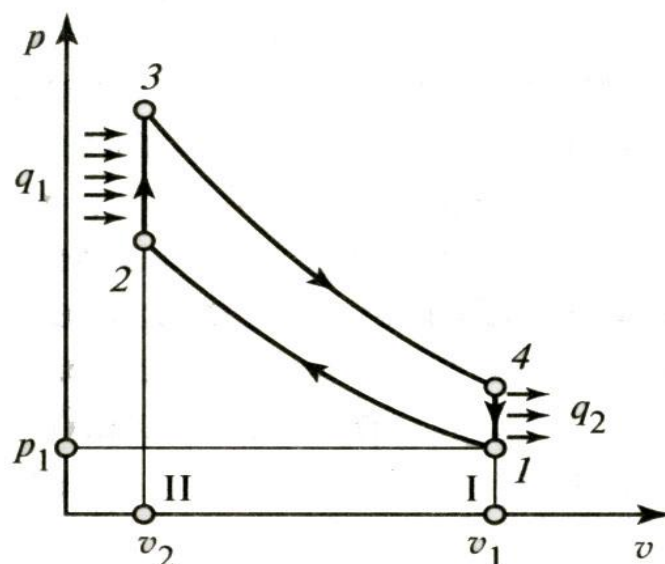


Figure 2.

The real cycle of the internal combustion engine is an open cycle. The working body is taken from the outside and discharged into the atmosphere at the end of the

cycle. Thus, a new portion of the working medium is involved in each cycle. Since the fuel mixture supplied to the engine cylinder (air + fuel) is relatively small compared to the amount of air, for ease of analysis, the internal combustion engine cycle can be considered closed, the operating body of the cycle is the air which remains constant in the engine, and the heat q_1 to the working body is transferred from the external hot source through the cylinder wall in the isochoric process 2-3 and, accordingly, the heat q_2 is removed from the working medium to the cold source in the isochoric process 4-1.

For thermodynamic analysis, this closed cycle is no different from the open Otto cycle.

Because the compression (1-2) and expansion (3-4) processes in this cycle take place in very short periods of time, during which there is no appreciable heat exchange with the environment, these processes can be considered adiabatic with good approximation.

Thus, an idealized closed cycle, thermodynamically equivalent to the Otto cycle, consists of two adiabates (a compression adiabat 1-2 and an extension adiabat 3-4) and two isochores (a heat supply isochore 2-3 and a heat transfer isochore 4-1). The work produced by the engine in one cycle is represented by the area 2-3-4-1-2.

The compression ratio ϵ in the cycle can be increased by compressing clean air instead of the combustible mixture, and then injecting fuel into the cylinder after the compression process. It is this principle that underlies the Diesel cycle (named after the German engineer R. Diesel, who built the engine running this cycle in 1897).

The engine diagram of the Diesel cycle and the engine indicator diagram are presented in Figure 3.

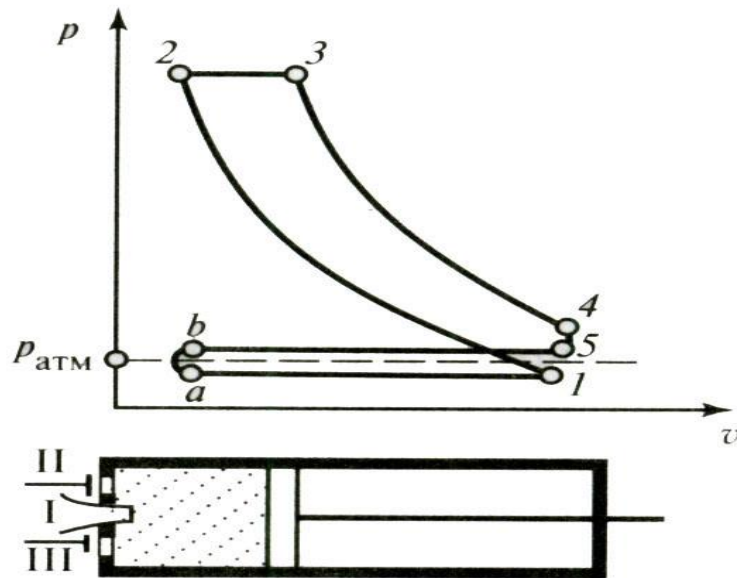


Figure 3

During the a-1 process, clean atmospheric air is added to the engine cylinder. In the 1-2 process, this air is under the adiabatic compression to a pressure of p_2 (the compression ratio of Diesel cycle engines is usually $\varepsilon = 15 \div 16$). Then the air expands and the fuel (kerosene, solar oil) is injected simultaneously through a special injector. Due to the high temperature of the compressed air, the fuel is ignited and burned at a constant pressure, which is provided by the expansion of the gas from v_2 to v_3 at $p = \text{const}$. Therefore, the Diesel cycle is called a constant-pressure combustion cycle.

Once the process of injecting fuel into the cylinder is complete (point 3), further expansion of the working medium occurs along adiabat 3-4.

The cylinder exhaust valve shall be opened at point 4, the cylinder pressure shall be lowered to atmospheric pressure (isochore 4-5) and the gas shall be ejected from the cylinder into the atmosphere (line 5-b). Thus, the Diesel cycle is a four-stroke cycle.

$$\eta_T = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \quad (1)$$

The η_T dependence of the Otto cycle on ε for $k = 1,40$ is presented in Fig. 4.

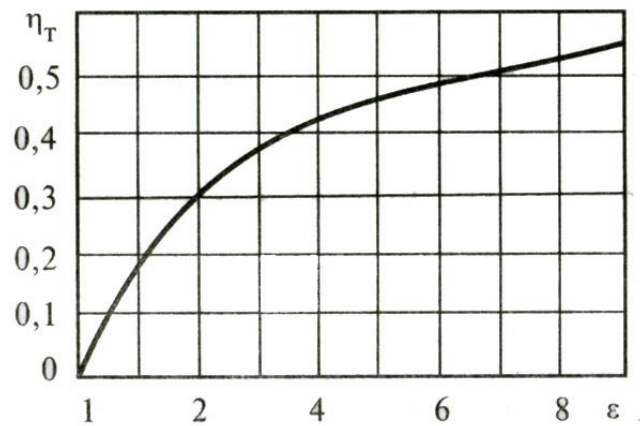


Figure 4

The conclusion that the application of pre-compression of the working gas increases the thermal efficiency of the engine is important. This conclusion is then shown for any internal combustion engines.

Concerning internal combustion engine cycles, we should mention the engine developed by French inventor E. Lenoir in 1859. In this cycle, the combustion of the fuel (light gas) in the combustion chamber was carried out at atmospheric pressure. The thermal efficiency of this engine was very low (3-4%).

The conclusion that the application of air precompression would dramatically increase the thermal efficiency of the engine was a huge step forward in the development of the theory of internal combustion engines. It is interesting to note that for the first time the idea of the usefulness of pre-compression of air before it is fed to the combustion chamber was made by S. Carnot back in 1824. For the first time, Bo de Roche proposed an engine diagram with compression of air and constant-volume combustion in 1862. Otto subsequently built the engine that carried out this cycle.

Therefore, to increase η_T , it is advantageous to increase the compression ratio in every way. However, it is not feasible to compress to too high ϵ values, accompanied by a significant increase in temperature and pressure, that when a certain value of ϵ is reached, a spontaneous combustion of the combustible mixture often occurs before the piston enters the left extremity. In general, this process is detonating and it destroys engine components. Therefore, the compression ratio of

conventional carburettor engines is less than 7÷12. The compression rate depends on the quality of the fuel, increasing with the improvement of its antidote properties characterized by octane number.

Carburettor engines running on the Otto cycle are widely used in engineering. They are used in cars and many trucks, on aircraft (with piston engines).

1.2 Classification and operating principles of the TD

Heat engines (HE) are designed to convert thermal energy from fuel combustion into mechanical energy.

HEs are divided into externally combustion engines (steam engines and turbines) and internal combustion engines (ICE).

The most common heat engines are ICE.

Such engines are used in all modes of transport: road, rail, water, aviation, agriculture, construction, etc.

The ICE is subdivided as follows:

- Engines with periodic combustion of fuel (piston);
- Engines with continuous fuel combustion.

The first group of ICE is divided :

- a) Engines with positive ignition (petrol);
- b) Self-ignition engines – high-speed and low-speed diesel engines.

The second ICE group is divided as follows:

- a) Jet engines (rocket and ramjet);
- b) gas turbines (transport and stationary).

Thus, we are interested in the first group of ICE, in turn on the engines forced ignition (gasoline).

Engines with forced ignition (petrol)

The ignition of the mixture of fuel and air in them comes from an external source, the electric candle (candles), and the mixing process takes place outside the

cylinder in a special device, the carburetor (either in the intake piping or in the combustion chamber where the petrol is injected with a nozzle).

The carburetor is used for dosing and atomizing, partial evaporation and for mixing gasoline with air.

The combustible mixture produced in the carburetor enters the cylinder in the inlet stroke. The combustible mixture is then compressed (up to $\varepsilon = 7-9$) and the fuel is completely evaporated, mixed and heated.

At the end of the compression, an electrical spark is fed into the combustion chamber by a candle, from which the mixture ignites and burns.

As a result, the temperature and pressure above the piston rise sharply. Under pressure, the piston is moved in the cylinder (working stroke) and performs useful work. The piston then ejects the combustion products into the atmosphere (output).

The working strokes of the engine shall be adjusted by the intake and exhaust valves.

The four-stroke engine is operated with fuel combustion energy. The rest of the operating cycle shall be carried out by means of the energy of the flywheel fastened to the crankshaft.

In order to ensure uniform operation of the ICE, several cylinders are arranged in one unit, the pistons of which rotate the crankshaft through the connecting rods. The combustion and operating cycles in the cylinders take place alternately to ensure stable and uniform operation of the engine.

In recent years, new models of cars equipped with carburetted electronic fuel inlet engines have been launched abroad and in Russia (16 - valve - their advantage is economic efficiency due to uniform fuel intake distribution and reduced probability of detonation due to contact of the fuel with air).

Two-stroke engines have not only a number of advantages over four-stroke ICE, but also a number of significant disadvantages.

The advantages of two-stroke versus four-stroke engines can mainly be summarized as follows:

At the same litre and crankshaft speed, the power of the two-stroke engine is greater than the four-stroke by 50-60%, despite the fact that the number of cycles is doubled, as up to 25% of the piston's working stroke is lost by the gas exchange processes.

The size and mass of the propulsion system can be reduced by 50-60% when the four-stroke engine is replaced with the same two-stroke power.

The two-stroke engine has lower friction loss because the cycle takes place in only one crankshaft rotation.

Therefore, the mechanical and often efficient performance factor of a two-stroke engine in partial modes is higher than in a four-stroke engine of the same power.

Two-stroke engines with crank blowing are much simpler in design than four-stroke engines of the same power, and hence lower in cost. This explains the predominance of two-stroke engines with crankshaft blowing for small-scale mechanization, motor technology, etc.

Greater rotation of the crankshaft with the same cylinders.

The disadvantages of two-stroke engines compared to four-stroke engines are due to the following factors:

- Above the thermal factor of engine parts due to the doubling of the operating cycle frequency and consequently the requirement for the materials of engine parts;
- The piston-cylinder parts wear rate is higher and the service life is therefore shorter;
- High losses of used gas oil;
- Special pressure-charger is required for forced purging of the cylinder;
- High energy consumption per supercharger drive, which reduces the mechanical and therefore efficient performance factor of the two-stroke engine, which requires the use of sophisticated devices to adjust the inflated pressure according to the load.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы:

– Поставленная цель – Повышение эффективности аварийно-спасательного оборудования, оснащенного двигателями внутреннего сгорания, достигнута.

– Обоснована необходимость и возможность применения двигателей внутреннего сгорания в задымленных помещениях (на основе баллонов со сжатым воздухом).

– Разработана математическая модель горения топливных систем в условиях пожара.

– Экспериментально установлено, что область горения топливных систем в задымленных помещениях составляет 15-20% объемных.

– Разработано устройство подачи воздуха в ДВС, для бесперебойной работы аварийно-спасательного оборудования, оснащенного ДВС.

– Проведены натурные полигонные испытания устройства подачи воздуха в ДВС, с составлением акта технического освидетельствования. (Приложение 1)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1.ГОСТ 12.1.044-89 Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения

2.А.Я.Корольченко, Д.А.Корольченко. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2х ч. - 2-е изд., перераб. и доп. М: Асс. "Пожнаука" ,2004

3.Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика (2008).стр. 37. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/5837696/page:37/>.

4.Сечин Александр Иванович. «Оптимизация массообменных процессов сушки аэрозолей на основе анализа пожаро- и взрывоопасных свойств веществ». 05.17.08 - Процессы и аппараты химических технологий. Автореферат. Диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Томск – 2003.URL:<http://netess.ru/3tehnicheskije/587510-1-ekz-i-sechin-aleksandr-ivanovich-optimizaciya-massoobmennih-processov-sushki-aerozoley-osnove-analyua-pozharo-vzrivoopas.php#1>.

5.Государственный стандарт СССР ГОСТ 12.1.044-89 (СТ СЭВ 4831-84, СТ СЭВ 6219-88, МС ИСО 4589, СТ СЭВ 6527-88) "Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения" (утв. постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 12 декабря 1989 г. N 3683)URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/5703921>.

6.«Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания». Учебно-методическое пособие по теплотехнике / А.Г. Никифоров, Д.Ю. Попова. – Смоленск: Изд-во Смоленский ГСХА 2017. – 75 с.

7.«К вопросу повышения эффективности аварийно-спасательного оборудования». Труды XII Международной научно-технической конференции. Под редакцией А.Ю. Арляпова. Сечин А.И., Сечин А.А., Романцов И.И., Мезенцева И.Л. Издательство: Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск 2019.

8.А.И. Левашова, Е.Н. Ивашкина, С.Г. Маслов. Введение в химотологию. Издательство: Томский Политехнический Университет, 2012

9.СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и

нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

10.ГОСТ 12.0.003 – 74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

11.Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. - М.: Финансы и статистика, 1999.

12.ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

13.ГОСТ 12.1.006-84.ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

14.Безопасность жизнедеятельности /Под ред. С. В. Белова. - М.:Высш.шк., 1999. - 324 с.

15.Методические указания по разработке раздела «Производственная и экологическая безопасность» выпускной квалификационной работы для студентов всех форм обучения / Сост. М.Э. Гусельников, В.Н. Извеков, Н.В. Крепша, В.Ф. Панин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 42 с.

16.СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996. - 103 с.

17.СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. М.: 1995. - 35 с. – (Строительные нормы и правила РФ).

18.Правила устройства электроустановок. М.: Электороиздат, 1982. – 88с.

19.Методическое указание для расчёта искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 20 с./Сост. О.Б.Назаренко.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

А К Т

технического освидетельствования устройства подачи воздуха в двигатель внутреннего сгорания.

Комиссия в составе:

1. Председатель комиссии: Командир Газоспасательного отряда, ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС», г. Томск, Ольшанский И.Н.

2. Члены комиссии:

• Заместитель командира газоспасательного отряда, ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС», г. Томск, Филонов Д.Г.;

• Механик газоспасательного отряда, ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС», г. Томск, Корсак Н.В.;

• Командир отделения №1, газоспасательного отряда, ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС», г. Томск, Штенцов Д.Г.

15 . 05 .2020 года провела техническое освидетельствование устройства подачи воздуха в двигатель внутреннего сгорания и установила следующее:

1. Внешний осмотр распылителя сорбента «РАС -1» – замечаний нет.

2. Внешний осмотр ИДА «Drager PA 94 Basis+» замечаний нет.

3. Внешний осмотр воздушного питающего шланга и ресивера, объём 5 литров.

4. Внешний осмотр узлов соединения и сборка устройства.

5. Запуск двигателя.

6. Включение легочного автомата ИДА, подача воздуха в двигатель.

7. Работа ДВС на холостых оборотах – устойчиво.

8. Работа ДВС на максимальных оборотах – устойчиво.

9. Время работы ДВС, объемом 25 см³, на 1-ом баллоне, объёмом 7 литров, давлением 300 Атм. : 35 – 40 минут.

Вывод комиссии:

Устройство подачи воздуха в ДВС, обеспечивает бесперебойную работу аварийно-спасательного бензоинструмента в любых условиях загрязнения атмосферы, и в условиях с недостаточным содержанием кислорода. Может быть рекомендовано для практического применения в аварийно-спасательных формированиях.

Составлен в 3 экз.:

• 1 – экземпляр – В газоспасательный отряд, ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС» г. Томск.

2 – экземпляр – Автору устройства подачи воздуха в ДВС.

3 – экземпляр – В приложение ВКР.

Председатель комиссии: _____ И.Н. Ольшанский

Члены комиссии: _____ Д.Г. Филонов

_____ Н.В. Корсак

_____ Д.Г. Штенцов



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

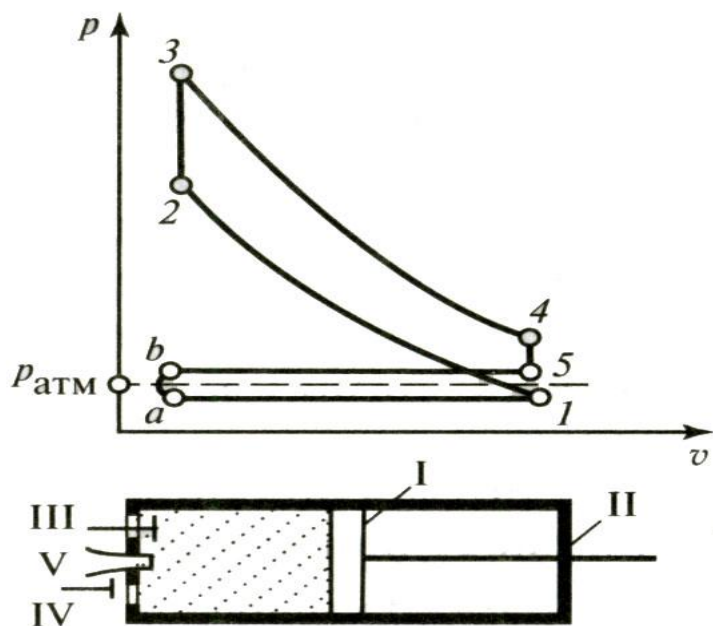


Рисунок 1. Схема бензодвигателя который работает по циклу Отто, и его индикаторная диаграмма.

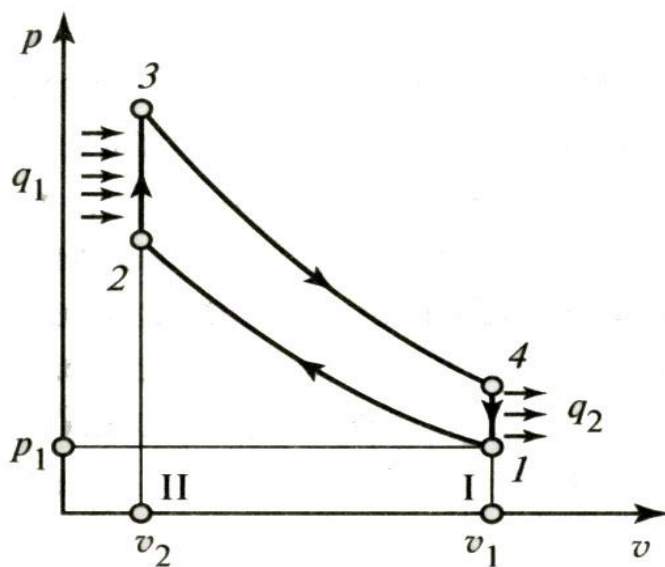


Рисунок 2. v -диаграмма идеализированный цикл Отто

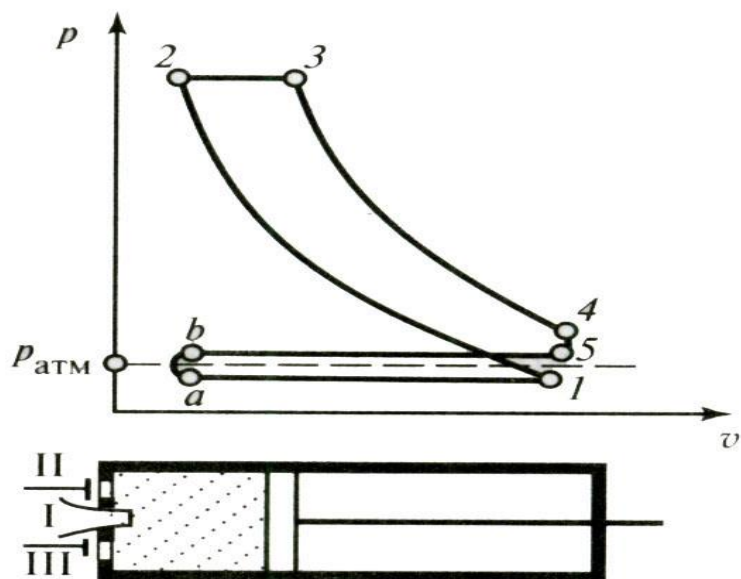


Рисунок 3. Индикаторная диаграмма и схема двигателя, выполняющего работу по циклу Дизеля.

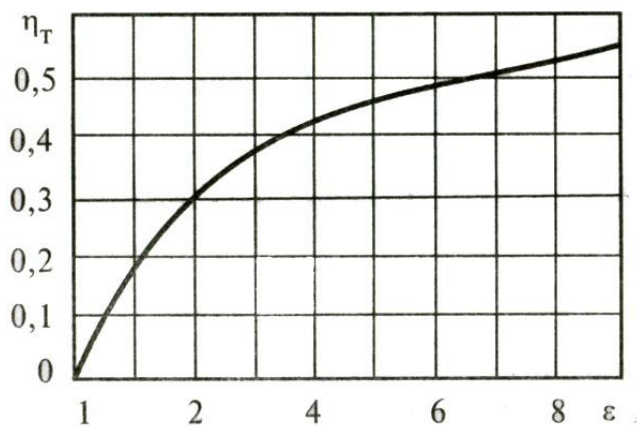


Рисунок 4. Связанность η_T цикла Отто от ϵ для $k = 1,40$.

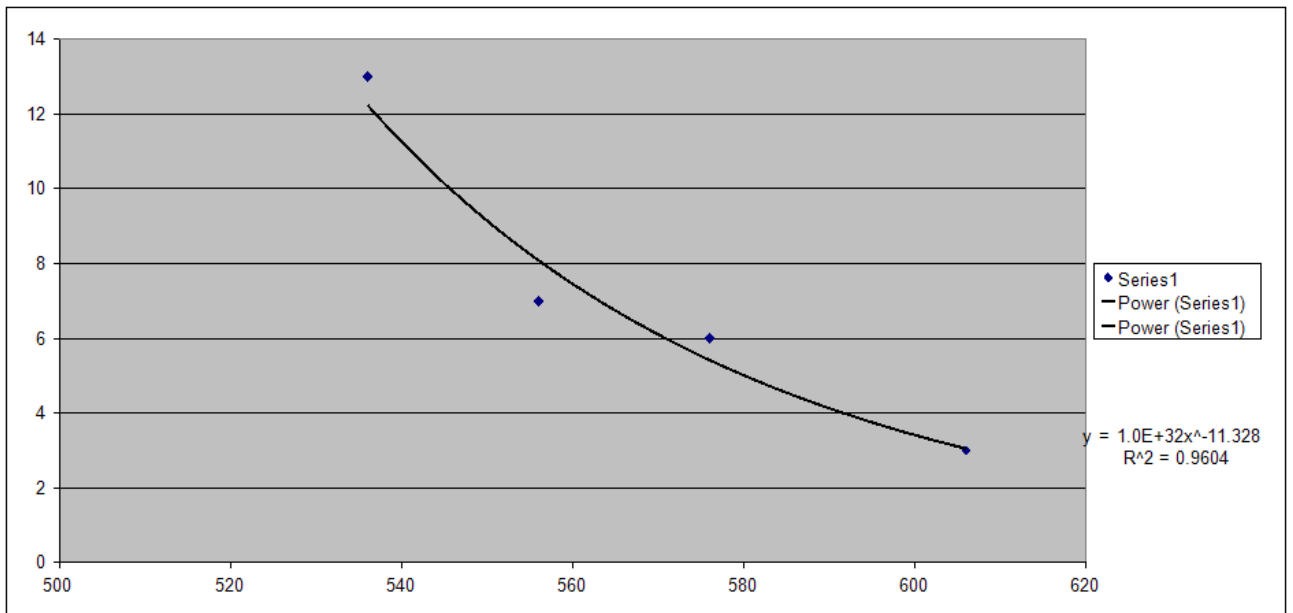


Рисунок 5. Условия горения топлива в многокомпонентных парогазовых системах.

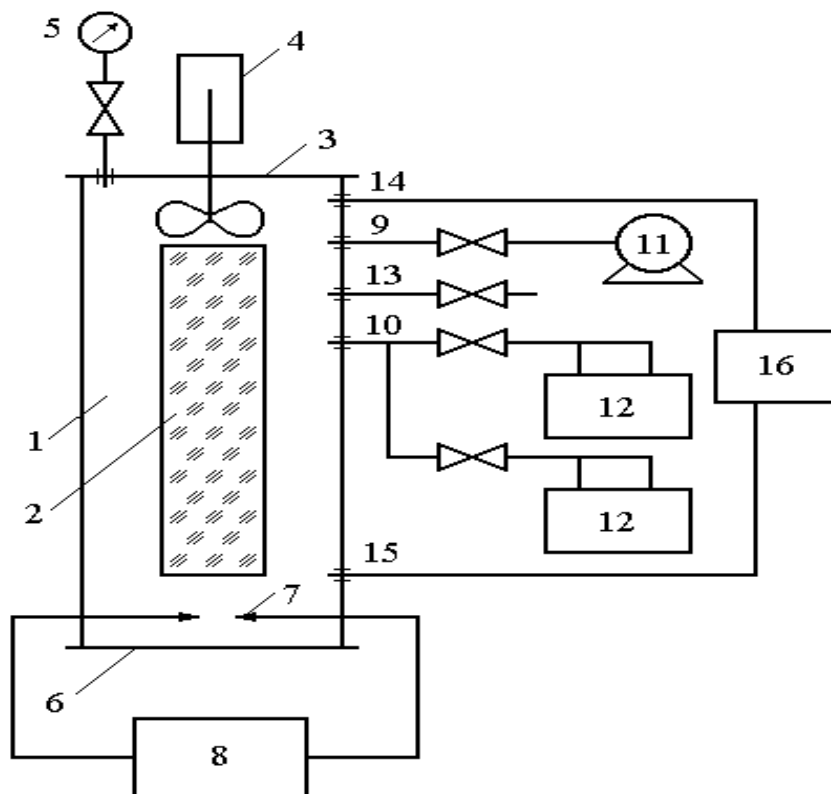


Рисунок 6. Установка по исследованию критических условий распространения пламени в газо- и паровоздушных смесях:

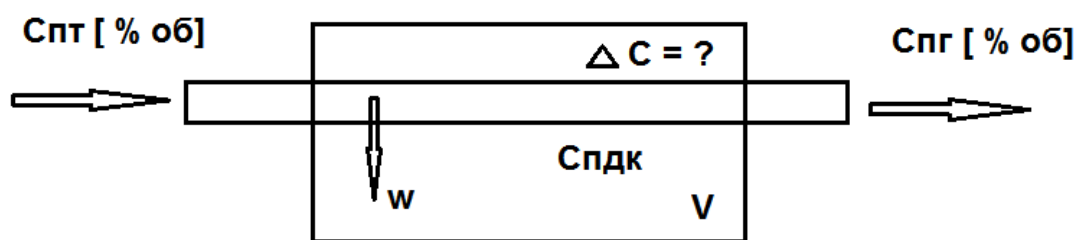


Рисунок 7. Камера сгорания.

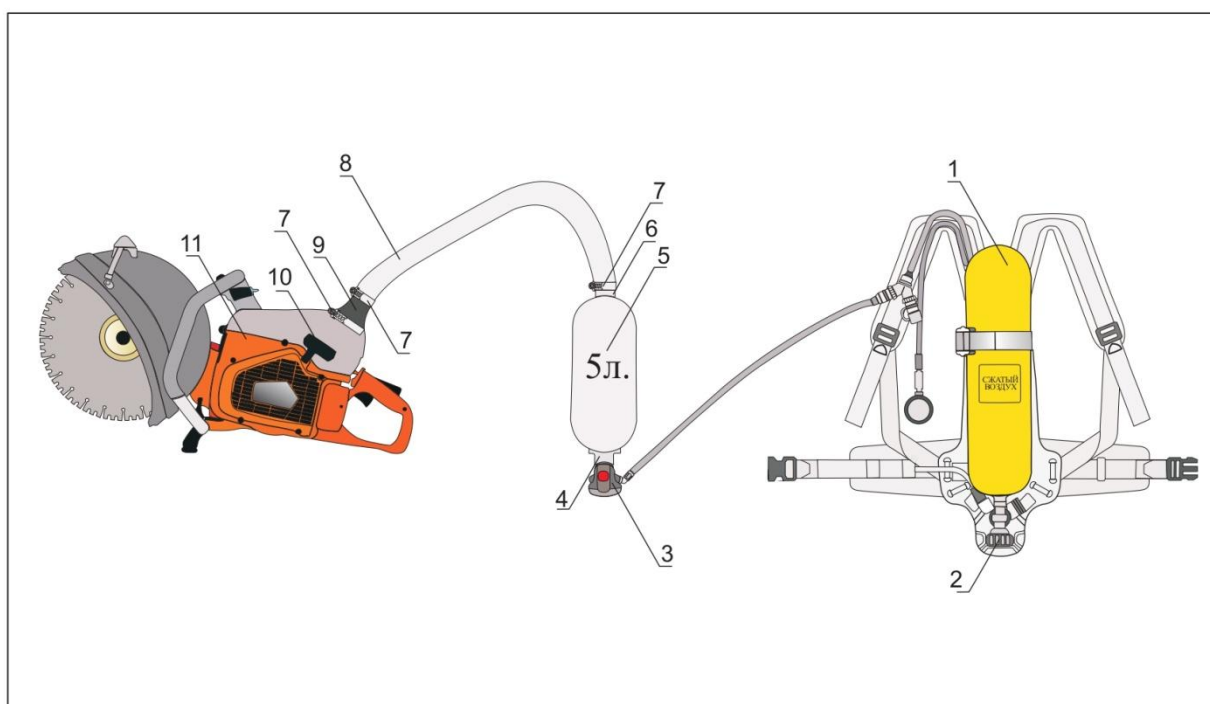


Рисунок 8. Устройство подачи воздуха в ДВС.

Таблица 1 - Условия и температура воспламенения топлив.

Топливо	Температура, °С	
	Вспышка (в закрытом тигле)	Самовоспламе нения
Бензины	-30 до -40	350-360
Реактивные топлива	30-60	340-350
Дизельные топлива	30-40	310-320