



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет»  
ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»  
Профессионально-педагогический институт

Кафедра Автомобильного транспорта, информационных технологий и методики  
обучения техническим дисциплинам

Профессиональное обучение (по отраслям)  
Направленность (профиль): Транспорт 44.03.04


Применение инновационных технологий при проведении занятий по  
дисциплине «Устройство автомобилей» в профессиональной организации  
Выпускная квалификационная работа

Проверка на объем заимствований: <u>58</u> % авторского текста	Выполнил: студент ОФ 409/082-4-1 группы Полищук Виталий Анатольевич
	Научный руководитель: к.т. н., доцент Хасанова Марина Леонидовна

Работа рекомендована к защите

« 10 » июня \_\_\_\_\_ 2017 г.

Заведующий кафедрой АТИТиМОТД

  
В.В. Руднев

Челябинск  
2017

44.03.04. 2017. (13) 15. ПЗ

Лист

5

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЙ	
1.1 Понятие мультимедиа.....	8
1.2 Мультимедиа в профессиональной образовательной организации.....	9
1.3 Достоинства и недостатки мультимедиа.....	11
1.4 Методика разработки дидактического обеспечения занятия с использованием мультимедийных технологий.....	15
1.5 Анализ экологических проблем при эксплуатации автомобиля.....	21
1.6 Система нейтрализации отработавших газов.....	26
1.7 Жидкостный нейтрализатор.....	28
1.8 Термический нейтрализатор.....	30
1.9 Каталитический нейтрализатор.....	32
2 ТОКСИЧНОСТЬ ПОРШНЕВЫХ ДВС	
2.1 Влияние отработавших газов поршневых ДВС на состояние окружающей среды.....	36
2.2 Уровни вредных выбросов двигателей внутреннего сгорания с отработавшими газами и процесс образования вредных выбросов.....	38
2.3 Методика оценки экологических качеств автомобиля и снижения токсичности отработавших газов ДВС.....	42
2.4 Применение систем нейтрализации.....	44
2.5 Оценка эффективности различных методов нейтрализации отработавших газов поршневых ДВС.....	48
2.6 Влияние типа катализатора на эффективность очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания.....	49
2.7 Влияние смесеобразования на уровни вредных выбросов ДВС.....	54
2.8 Расчет экономического эффекта от повышения экологических показателей силовой установки.....	60
2.9 Методика разработки учебного занятия.....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	82
ГЛОССАРИЙ.....	85

## ВВЕДЕНИЕ

Современное образование требует решения различных задач и проблем современности, в первую очередь, проблем социализации и адаптации учащихся. Какими будут наши выпускники, зависит от всей системы организации образовательного процесса. Сейчас определен результат обучения студента – формирование ключевых компетенций. Сформировать их силами только традиционной методики невозможно и нерационально. На помощь преподавателю приходят инновационные технологии.

Актуальность выбранной темы дипломной работы обусловлена тем, что в нынешнее время происходит информатизация общества и органов образования. Она приводит к внедрению инновационных технологий в образовательный процесс, которые принято считать эффективной образовательной технологией.

Из выше изложенного материала вытекает тема выпускной квалификационной работы: «Применение инновационных технологий при проведении занятий по дисциплине «Устройство автомобилей» в профессиональной организации»

Цель работы – разработать учебно-методическое обеспечение занятий по теме «Система нейтрализации отработавших газов ДВС» по дисциплине «Устройство автомобилей».

Достижение цели обуславливает постановку и решение следующих задач:

- раскрыть сущность понятия «применение инновационных технологий в образовательном процессе»;
- рассмотреть методику разработки и дидактического обеспечения занятия с использованием мультимедийных технологий;

- раскрыть понятие мультимедиа в профессиональной образовательной организации;
- разобрать достоинства и недостатки мультимедиа;
- рассмотреть систему нейтрализации отработавших газов ДВС;
- составить план занятия «Система нейтрализации отработавших газов ДВС» по дисциплине «Устройство автомобилей»;
- провести педагогический эксперимент.

Исследование осуществлялось на базе

Результаты работы могут быть использованы для преподавания данной дисциплины в профессиональных учебных заведениях.

# 1 ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЙ

## 1.1 Понятие мультимедиа

В современном обществе большое внимание уделяется современным технологиям. Мультимедийные технологии – это бурно развивающиеся области новых информационных технологий. Любой преподаватель может ответить на необходимость разработки и реализации мультимедийных занятий[8].

Слово «мультимедиа» стало популярным с 90-х годов 20-го столетия.

Понятие мультимедиа с одной стороны, очень тесно связано с компьютерной обработкой и представлениемразнотипных данных, и, с другой стороны, является основой работы информационных и коммуникационных технологий, которые существенно влияют на эффективность процесса обучения.

Важно понимать, что, как и многие другие слова языка, слово "мультимедиа" имеет сразу несколько разных значений [5].

Мультимедиа - это:

1. Технология, описывающая порядок разработки, эксплуатации и использования средств обработки информации;
2. Компьютерное оборудование, с помощью которого можно работать с различными типами информации;
3. Компьютерное программное обеспечение, работа которого связана с обработкой и представления информации различных видов;
4. Особый вид синтеза информации, которая сочетает в себе традиционную статическую визуальную (текст, графика) и динамической

информации различных типов (голос, музыка, видео фрагменты, анимацию и т.д.).

5. Информационный ресурс, созданный на основе технологий для обработки и представления информации разных типов;

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в самом широком смысле этого термина мультимедиа—это спектр информационных технологий, использующих все виды программного обеспечения и аппаратных средств, для наиболее эффективного воздействия на человека, который стал как читателем, слушателем и зрителем.

## 1.2 Мультимедиа в профессиональной образовательной организации

Благодаря своей гибкости, интерактивности и интеграции различной учебной информации, мультимедиа признано считать эффективной образовательной технологией, а кроме того она учитывает индивидуальные особенности учащихся и способствует повышению их мотивации.

Мультимедийные технологии обеспечивают информацию о производительности, в которой человек воспринимает нескольких органов чувств одновременно, а не последовательно, как это делается в обычном обучении. При совместном учении через зрения и слух, доля усвоения учебного материала может достигать 75%[8].

Обучающие мультимедийные программы используются для фронтального, группового и индивидуального обучения в аудитории, а также для самостоятельной работы дома.

Положительные факторы, которые говорят в пользу этого метода обучения:

1. Лучше и более глубокое понимание изучаемого материала.
2. Мотивация студентов в связи с новой областью знаний.

3. Экономия времени из-за значительного сокращения времени обучения.

4. Знания остаются в памяти в течение более длительного периода, а затем более легко восстанавливаются для использования в практике после короткого повторения

По этой причине, большинство преподавателей пытаются использовать мультимедиа в качестве основы своей деятельности по информатизации образования.

Информатизация образования представляет собой область научно-практической деятельности человека, направленной на использование технологий и сбор средств, хранение, обработку и распространение информации, обеспечение систематизации существующих и создание новых знаний в области образования для достижения целей психолого - педагогической подготовки и образования[20].

Давайте посмотрим более подробно перечисленные выше мультимедийные функции, которые делают эту технологию полноценным компонентом информатизации образования.

Интерактивность средств информатизации образования означает, что пользователи, как правило, студенты и преподаватели получают возможность активно взаимодействовать с этими средствами. Интерактивность означает, что существуют условия для учебного диалога, одним из участников является средством информатизации образования.

Предоставление интерактивности считается одним из наиболее важных преимуществ мультимедийных ресурсов. Интерактивность позволяет в некоторой степени контролировать представление информации: учитель может индивидуально изменить настройки, установить скорость подачи материала, количество повторений и других параметров. Из этого можно сделать вывод о гибкости мультимедийные технологии.

Мультимедийные технологии позволяют разумно и гармонично интегрировать различные типы информации. Это позволяет представить информацию в различных формах, так часто используемых в процессе обучения, например:

1. Изображения, чертежи, инструкционные карты и слайды;
2. Звукозаписи голоса, звуковые эффекты и музыка;
3. Видео, видео-уроки, сложные видеоэффекты;
4. Анимации и анимационное имитирование.

Мультимедиа может использоваться в контексте широкого разнообразия стилей обучения и реализована различными способами.

Таким образом, использование высококачественных мультимедийных средств позволяет сделать процесс обучения гибким, уникальным, гармоничным и обеспечить наиболее полную информацию.

### 1.3 Достоинства и недостатки мультимедиа

Из-за повсеместного информатизацией общества и распространение современных компьютерных технологий в образовательных учреждениях, мультимедиа технологии все больше проникают в учебный процесс.

В большинстве из этих случаев, использование мультимедийных средств имеют чрезвычайно положительное влияние на работу педагогов и эффективность процесса обучения. В то же время, многие преподаватели могут сказать, что на фоне позитивного воздействия внедрения информационных технологий, в некоторых случаях, использование мультимедийных средств не оказывает должного повешения эффективности обучения.

Преподаватели должны рассмотреть два возможных сценария внедрения мультимедиа в учебный процесс. Первое из них связано с тем, что средства включают процесс обучения, как "поддержку", в рамках



традиционных методов обучения и усовершенствования этих методов приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1

Внедрение мультимедийных ресурсов в рамках второго сценария приводит к изменению содержания образования, пересмотр методов и форм организации учебного процесса, создания комплексных курсов. Знания, умения и навыки в данном случае не рассматриваются не как конечная цель, а как средство для развития личности студента.

Положительных аспектов использования информационных технологий в образовании (в том числе, конечно же, относится и к мультимедиа) много. Основными аспектами можно выделить:

Повышение эффективности процесса обучения путем одновременного представления преподавателя теоретической информации и демонстрационного материала, показывая высокую степень наглядности; возможность имитировать внешний вид объектов и явлений; Автоматизация рутинных операций и т.д.;

1. Возможность научить студентов использовать компьютерные технологии для решения задач образования за счет практического использования учебной информации на компьютере;

2. Организация работы отдельных студентов, развивать их познавательной самостоятельности и творчества;

3. Повышение мотивация к учению за счет привлечения медиа-эффектов;

4. Развитие наглядно-образного мышления, моторных и словесных коммуникативных навыков студентов;

5. Формирование навыков работы с информацией (поиск, отбор, обработка, сортировка и распределение семантических групп, строить логические связи ит.д, формирование информационной культуры студентов.

К числу отрицательных аспектов мультимедийных средств обучения в системе образования можно отнести:

1. Потеря внимательности студентов, зачастую сложные способы представления информации могут отвлекать внимание от материала.

2. Отсутствие интерактивности, интерактивный уровень взаимодействия пользователя с мультимедийной программой по-прежнему очень низок, и до сих пор далек от уровня общения между людьми.

3. Отсутствие обратной связи мультимедийное учебное пособие не в состоянии определить индивидуальные потребности студента или трудности, и поэтому не может ответить на них как преподаватель.

4. Недостаточные навыки студентов и преподавателей, многие студенты и преподаватели никогда не использовали компьютеры и мультимедийные средства.

5. Сложность создания учебных материалов, создание аудио, видео, графики и других мультимедийных элементов гораздо сложнее, чем написание традиционного текста.

6. Наличие, не все школы имеют необходимые аппаратные и программные ресурсы, что ограничивает применимость обучения с использованием новейших мультимедийных средств.

7. Проблемы чтения информации с компьютера, информацию, отображённую на экране проектора не так легко читать, как напечатанную в книге. Большие объёмы текста, которые должны быть полностью декодированы, удобнее читать на бумаге.

Эти плюсы и минусы могут сказать, что безрассудное использование мультимедиа в образовании не может привести к реальному повышению эффективности образования. Использование мультимедийных ресурсов требует сбалансированный и хорошо аргументированный подход.

#### 1.4 Методика разработки дидактического обеспечения занятий с использованием мультимедийных технологий

При подготовке образовательных мультимедийных презентаций необходимо принимать во внимание, общие дидактические принципы учебных курсов, требований, диктуемых психологическими особенностями восприятия информации с экрана, эргономические требования, а с другой стороны, максимальное увеличение возможностей предоставляемые нам программным обеспечением современными информационными технологиями. Отталкиваясь, конечно же, необходимо от образовательных и учебных целей и задач, так как средства информационных технологий – это средство реализации дидактических задач. Другими словами, эффективность мультимедийных презентаций зависит от качества используемых материалов (курсов) и преподавателей и их навыков.

При создании мультимедийных презентаций, необходимо обратить внимание на следующие требования:

1. Мотивация. Мотивация - необходимый элемент подготовки, которая должна поддерживаться на протяжении всего урока. Большое значение имеет четко определенная цель, которая ставится перед студентами. Мотивация снижается быстрее, если уровень задач не соответствует уровню подготовки студентов[22].

2. Постановка учебной цели. Студент с самого начала работы за компьютером должен знать, что от него требуется. Задачи обучения должны быть четко и ясно сформулированы в ходе урока.

3. Создание условий для усвоения учебной программы. Для того, чтобы создать условия для усвоения материала могут быть полезные различные пособия.

4. Подача учебного материала. Стратегии определяется на основе задач обучения. Важной проблемой является оформление слайдов,

представленных на экране. Вы должны использовать хорошо известные принципы удобочитаемости.

5. Оценка. Во время работы с компьютером, студенты должны знать, как они обрабатывают материал. Наиболее важным является организация связи «студент - преподаватель - студент». Для этих целей рекомендуется организация работы студентов в проектах или «обучение в сотрудничестве» дискуссии. При создании мультимедийной презентации необходимо учитывать не только соответствующие принципы классической дидактики, но и специфические принципы использования компьютерных мультимедийных презентаций.

Использование мультимедийных технологий для создания электронных материалов диктует свои законы, и накладывает определенные требования к подходам и методам разработке. Мультимедийные презентации для обучения разработаны, чтобы помочь педагогам предоставить удобный и наглядный материал. Использование даже самых основных графических инструментов является чрезвычайно эффективным средством. Мастерски сделанная презентация может привлечь внимание учащихся и стимулировать интерес к учебе. Но мы не должны относиться злоупотреблять стороной презентации, связанной с особыми эффектами. Если вы переборщите, это может привести к снижению эффективности презентации в целом. Необходимо найти баланс между подаваемым материалом и сопутствующими эффектами. Это правило относится ко всем мультимедийным презентациям в целом, но особенно для образовательных презентаций.

Разработка мультимедийных презентаций: при создании сценария, и подготовки текста для сопровождения мультимедийной презентации следует руководствоваться следующими принципами: Введение должно быть кратким, доступным и композиционно целостным. Продолжительность презентации со сценарием не должна быть больше 20-30 минут. Размер

презентации должен составлять 20-25 слайдов (презентация одного слайда занимает около 1 минуты, плюс время, чтобы ответить на вопросы из зала). При изложении материала необходимо уточнить некоторые ключевые моменты, и во время демонстрации, время от времени, обращаться к аудитории, чтобы выделить проблему с разных точек зрения. Это обеспечивает правильное восприятие информации вашей аудитории. Не бойтесь повторять мысль, если вы хотите, чтобы ее усвоили.

Перед началом работы над презентацией, получите полное понимание того, что вы говорите. В презентации не должно быть ничего лишнего. Каждый слайд должен иметь логическое повествование и работать на общую идею презентации. Используйте шаблоны при выборе стиля и характер цвета фона. Мы не должны пытаться «втиснуть» в один слайд слишком много информации. Дополнительные эффекты не должны перегружать слайды. Они должны быть сведены к минимуму и использоваться только, чтобы привлечь внимание зрителя к ключевым аспектам презентации.

Мультимедийная презентация должна обладать следующими качествами:

1. Удобной навигацией позволяющей легко перемещаться по презентации;
2. Использованием мультимедийных возможностей современных компьютеров и Интернета (графических вставок, анимации, звука, если необходимо, и др.);
3. Разбивкой урока на небольшие логически замкнутые блоки (слайды);
4. Каждый слайд презентации должен иметь заголовок;
5. Ссылками на литературные источники, электронные библиотеки и на источники информации в сети Интернет;
6. Доступностью - быстрая загрузка, без усложнения эффектами.

При создании мультимедийной презентация требуется разбить урок на небольшие значимые части - модули. Каждый слайд должен иметь: название; подбор для каждого модуля соответствующей формы выражения или предъявления перед студентами, тексты, рисунки, таблицы, графики, аудио и видео клипов и т.д. (В соответствии с содержанием); моделирование познавательной деятельности обучение в области исследования и использования результатов раздела в процессе ее подготовки (определяется основная последовательность перехода между слайдами); разработка способов закрепления знаний и навыков и задача выбора тестовых вопросов, задачи для моделирования, разработки методов для анализа ответа, копии типичных неправильных ответов, советов для подготовки, подготовки текстов, разработка фигур таблицы, графики, рисунки, видео клипы, в соответствии с эргономикой; расположение модулей, каждый из уроков раздела с эргономической точки зрения.

Каждый модуль включает в себя: текст мышления, цель модуля, учебные вопросы, учебные материалы, набор ключевых вопросов по теме модуля вопросы для самоанализа и приемлемые ответы, замечания и рекомендаций; структурно-логический модуль.

При создании мультимедийных презентаций необходимо учитывать особенности восприятия информации с экрана компьютера. Необходимо поддерживать постоянный стиль изложения информации для всего занятия и стремиться к унификации структуры и формы представления материала. Используйте стандартный шрифт - Times, Arial. Лучше всего ограничить использование двух или трех шрифтов для всей презентации.

Рекомендуется использовать цвета в презентации, наиболее эффективно выделять отдельные части текста и отдельные ячейки таблицы, или весь цвет таблицы. Вся презентация делается в одной и той же цветовой палитре, как правило, основанном на одном шаблоне. Важно проверить презентацию на удобство чтения на экране компьютера

Представленные тексты в презентации не должны быть большими. Желательно использовать краткий, информативный стиль презентации. При создании мультимедийной презентации необходимо решить проблему ее насыщенности и обеспечить простоту организации учебного материала для студента. Одним из способов решения этой проблемы - ограничение как способов представления учебного материала и набора навигационных объектов. В этом случае студент, быстро осваивая интерфейс данной презентации, не будет больше отвлекаться на него, сосредоточив внимание только на содержание данной информации.

При создании мультимедийной презентации педагог сталкивается с рядом сложных задач:

1. Необходимость создать простой и интуитивно понятный интерфейс, в котором учебная информация сочетается с визуальными средствами;

2. Определение структурной организации и представления учебных материалов, которые подходят для образовательных целей.

3. Основная цель предлагаемого подхода – сосредоточить акцент на изучение процесса организации содержания и представить его в форме, наиболее удобной для восприятия обучения аудитории.

Важный момент - выбор общего стиля представления презентации. Для правильного выбора стиля, вы должны знать эргономические принципы, включающие в себя самые лучшие, проверенные методы использования тех или иных компонентов мультимедийной презентации. Учитывая этот этап можно детально проанализировать несколько презентаций, выявить их недостатки и предложить пути их решения. Вы должны быть в состоянии вместить максимум информации в минимум слов, чтобы привлекать и удерживать внимание студентов. Просто копировать информацию из других средств массовой информации, и поместить ее в презентации не достаточно. После того, как вы нашли «акцент», вы можете приступить к разработке

структуры презентации, построить навигационную карту, выбрать инструменты, которые больше соответствуют планам занятия.

Для обеспечения дидактических функций учебно-методического комплекса к мультимедийной презентации предъявляются следующие требования:

1. Текстовые фрагменты могут сопровождаться аудио- или видеоинформацией для выделения смысловых акцентов. Для представления разнородной или гипертекстовой информации рекомендуется использовать многооконный интерфейс.

2. В мультимедийной презентации может содержаться дополнительный материал, а также материал для углубленного изучения темы.

3. Наиболее важные элементы мультимедийной презентации должны иметь подсказки или пояснения. Справочный материал презентации содержит основные определения, наиболее важные даты истории развития информатики, таблицы для сравнения определенных характеристик объектов и т.п.

4. После изучения каждой структурной единицы учебного материала в презентации содержится материал для обобщения, представляющий изученный материал в более кратком виде.

5. Мультимедийная презентация должна быть открыта для развития.

6. Текст мультимедийной презентации должен иметь возможность копирования, вывода на печать.

При подготовке мультимедийных презентаций, учитель должен использовать возможности Интернета, современные мультимедийные энциклопедии и электронные учебники. Со времени в сеть будут вливаться лучшие мультимедийными презентациями для использования в качестве основы при подготовке урока. При создании презентации, нужно найти как



можно больше точек соприкосновения объекта и «внешних» информационных потоков. Это позволяет сделать презентацию более интересной, актуальной и интересной.

Этапы подготовки мультимедийной презентации: структуризация учебного материала; составление сценария реализации; разработка дизайна презентации; подготовка медиа-фрагментов (тексты, иллюстрации, видеосъемка, запись аудио-фрагментов); подготовка музыкального сопровождения; тестирование-проверка[16].

Использование мультимедийных-технологий в учебном процессе позволяет:

1. организовать оптимальное сочетание иллюстративных и мотивационных параметров учебного материала;
2. описать характеристик динамики успеваемости учащихся;
3. организует подготовку и проведение урока с учетом особенностей восприятия мультимедийных материалов;
4. используют специальные методы, связанные с особенностями учебного материала и его структурирования; самовыражения, самоутверждения, коммуникации и оценки другими.

### 1.5 Анализ экологических проблем при эксплуатации автомобиля

Забота об окружающей среде является важнейшей задачей человечества, поскольку ее решение будет определять будущую жизнь людей, их здоровье, благополучие. Одним из основных источников загрязнения воздуха является автомобиль.

Данная проблема усугубилась еще в начале XX века, именно тогда происходит быстрый переход к массовому производству автотранспортных средств, промышленного хозяйства. Важность безопасности окружающей

среды отавтотранспорта растет с каждым годом и становится глобальной проблемой[30].

Благодаря сильному росту городских агломераций автомобильный транспорт выделяют в качестве одного из самых неблагоприятных факторов влияющий на здоровье человека и окружающую среду. Таким образом, на данный момент он становится конкурентом человека за жизненное пространство. Увеличение числа автопарка уменьшает площадь, занимаемую растительностью, которая синтезирует кислород и очищают воздух от пыли и газа, все больше и больше места занимают парковки, гаражи, дороги, магистрали. Основными причинами, способствующими негативному воздействию транспорта на окружающую среду, называют:

1. Несоблюдение конкретных экологических целей в обеспечении работы автомобильного транспорта или их отсутствие.
2. Плохое качество автомобильных дорог, а также ошибки, сбои, недочеты в координации движения транспортных средств.
3. Неприемлемые экологические показатели или их несоблюдение при производстве транспортных средств и оборудования;
4. Низкий уровень технического содержания автопарка;

Одним из основных источников загрязнения окружающей среды являются двигатели внутреннего сгорания. Ими выделяется до 30% от общего количества токсичных веществ, выбрасываемых всеми источниками загрязнения в атмосферу.

Состав отработавших газов поршневых двигателей внутреннего сгорания (ПДВС) довольно разнообразен. Отличие в составе отработавших газов дизелей и бензиновых двигателей заложено в способах смесеобразования и сгорания смеси в цилиндрах.

По свойствам воздействия на организм человека вещества, содержащиеся в отработавших газах (ОГ), подразделяются на несколько групп.

Одну группу составляют нетоксичные вещества. Это азот, кислород, водород, водяной пар, а также углекислый газ. Группу токсичных веществ составляют: оксид углерода (CO), оксиды азота (NO<sub>x</sub>), многочисленная группа углеводородов (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>), включая парафины, олефины, ароматические соединения и др. Сюда же относятся альдегиды и сажа (Сж). При сгорании сернистых топлив образуются неорганические газы – сернистый ангидрид и сероводород. Особую группу составляют канцерогенные полициклические ароматические углеводороды, составная часть смолистых возгонов, в том числе наиболее активный бенза-пирен, являющийся индикатором присутствия канцерогенов в отработавших газав[31].

Острота проблемы загрязнения окружающей среды усугубляется тем, что отработавшие газы автотранспорта поступают в приземный слой атмосферы, затрудняя рассеивание и обуславливая накопление вредных веществ в различных объектах природной среды, прилегающей к автомагистралям. Наличие капитальных сооружений и различного рода естественных барьеров, являющихся преградой для рассеивания, также способствует накоплению вредных соединений ОГ в атмосферном воздухе, представляя угрозу не только для пассажиров и водителей.

С учетом специфики автотранспортного парка, как основной источник загрязнения можно выделить следующее:

1. Прогрессивные темпы роста числа транспортных средств;
2. Пространственное рассредоточение автомобильного транспорта;
3. Близость к жилым районам;
4. Достаточно высокая токсичность выхлопных газов автотранспорта;
5. Относительно низкое положение автомобильного транспорта в качестве одного из основных источников загрязнения от земной поверхности, что в конечном итоге приводит к накоплению газов в зоне дыхания людей.

Большая часть городов, особенно крупных мегаполисов в настоящее время находится в неблагоприятных условиях. Это происходит главным образом из-за загрязнения атмосферы, это не может оказать положительное влияние на здоровье жителей этих городов. Согласно последним данным неблагоприятная экологическая ситуация наблюдается во всех российских городах с населением более 1 миллиона человек, 60% городов - с населением в 500 000 до 1 млн, и 25% городов, численность которых составляет от 250 до 500 тысяч человек. Около 1,2 млн. жителей нашей страны находятся в условиях острого экологического напряжения, более половины населения городов России испытывают усиленное шумовое воздействие. По данным Росгидромета, в 138 городах Российской Федерации, что составляет 57 % городского населения, уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий[31].

В связи с низким качеством окружающей среды снижение здоровья у граждан составляет в среднем 20% [31].

Для уменьшения вредного воздействия на окружающую среду разрабатываются единые стандарты для транспортных средств и технологии, которые контролируют максимальное значение выбросов токсичных веществ, шума и вибрации, удельный расход различных природных ресурсов, уровень комфорта и т.п.

Существуют международные стандарты, которые определяют качественные характеристики топлива, а также показатели автомобильных выбросов.

Стандарт Евро-1 - Максимально допустимый уровень содержания окиси углерода (СО) в выхлопных газах не должен превышать 4,9 г/кВт·ч. Актуальность с 1992 по 1995 год.

Стандарт Евро-2 - Максимально допустимый уровень в выхлопе — 4 г/кВт·ч. Актуальность с 1995 по 1999 год.

Стандарт Евро-3 - В 1999 году стандарты стали на порядок строже, теперь, чтобы соответствовать Евро-3 выхлоп автомобиля должен содержать не более 2,1 г/кВт.ч. окиси углерода.

Стандарт Евро-4 - Максимально допустимый уровень содержания вредных веществ — 1,5 г/кВт.ч. Актуальность с 2005 по 2009 год.

Стандарт Евро-5 - Допускает содержание СО в выхлопных газах не более 1.5 г/кВт.ч. Актуальность — с 2009 года по сей день нормативам стандарта «Евро-5»[31].

Кроме того, не стоит забывать и о влиянии шума на людей. Оно является не менее опасным следствием развития транспортной системы. Более 40 миллионов человек в России находятся условиях постоянного шума. При этом 60-80% шума в городах возникает из-за движения автомобиля[30].

Величина шумового воздействия на территории нашей страны значительно выше, чем аналогичные показатели западных стран. Причиной этого является отсутствие контроля над уровнем шума на дорогах нашей страны, большое количество грузовых автомобилей, по сравнению с западными странами и более низкие нормативные требования к производству автомобилей. И не забывайте, что на уровень производимого шума также влияет техническое состояние дорог.

Исследования врачей показали, что воздействие шума оказывает непосредственное влияние на разрушение человеческого слуха, а также человек теряет большее количество энергии, становится агрессивным, повышается кровяное давление и уменьшает продолжительность его жизни.

Анализируя ситуацию с дорожным движением, можно отметить устойчивую тенденцию к росту числа транспортных средств. Они потребляют наиболее значительную долю нефти и в то же время являются активным, постоянно действующим фактором химического, механического, теплового и другого вредного воздействия на окружающую среду. Результатом этого является постоянный рост величины ежегодного

экологического ущерба от работы транспортного комплекса. Кроме того, влияние автомобильного транспорта на экосистему осуществляется в строительстве дорог, в процессе эксплуатации транспортных средств, в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

В ближайшее время количество транспортных средств, в основном легковых автомобилей увеличится до 1 млрд и топливно-экологическая проблема обострится. Таким образом, снижение контроля, за выбросами становится серьезной проблемой. Это может быть достигнуто различными способами. Наиболее приемлемым для уже выпускаемых двигателей является установка нейтрализаторов[31].

### 1.6 Система нейтрализации отработавших газов

Система нейтрализации начала появляться в первой половине 70-х годов в США. Система нейтрализации непосредственно уменьшает выбросы выхлопных газов, в результате чего сразу же изменила развитие автомобильной промышленности. Принцип работы преобразователей не изменилось до сих пор[7].

Система нейтрализации отработавших газов - это устройство, интегрированное в выхлопную систему автомобиля, дополнительно снижает токсичность выхлопа. Работает катализатор посредством дожигания несгоревших остатков углеводорода и угарного газа, за счет полученного при восстановлении оксидов азота кислорода, для такого дожигания. Катализаторы были двухкомпонентные и трехкомпонентные[17].

Двухкомпонентный катализатором называют железный цилиндр, который расположен между коллектором и глушителем, снабженный продольными клетками, которые были обработаны веществом, состоящей из палладия и платины катализатора. Катализатор способен нейтрализовать лишь несколько токсичных веществ. В 1977 году к ним был добавлен родий,

таким образом, оксиды азота преобразуются с моно-элементом. Появился катализатор трёхкомпонентный[17].

Таким образом, этот относительно простой химический процесс, протекает и осуществляется без каких-либо проблем только в идеальных лабораторных условиях. При реальной же эксплуатации производители столкнулись с тем, что корректная работа узла и вообще его ресурс — под постоянной угрозой.

Как оказалось позже, работать конвертер может лишь в соотношении горючей смеси к воздуху и топливу в пропорции 14,5–14,7:1. Отклонения в какую-либо сторону снижали эффективность[17].

Для того, чтобы сделать топливно-воздушную смесь более устойчивой, стали появляться транзисторные системы зажигания, которые сводили к минимуму зазоры которые приводили к искрообразованию, из-за которых топливо сгорало в нейтрализаторе сжигало его внутренности. Кроме того, многие производители автомобилей обратились к системе рециркуляции отработавших газов.

### Рис. 1.1 – Система рециркуляции отработавших газов

Она способствует понижению температуры сгорания топливной смеси. В будущем, желание уменьшить мощность двигателя, внедрило электронную систему впрыска, которая способна раскрытьнаиболее полно потенциальных катализаторов.

Система нейтрализации продолжает улучшаться. Через какое-то время, бочонок перемещается в моторный отсекк коллектору для выпуска отработавших газов. Это способствовало его быстрому прогреву и сокращению токсичных выбросов при запуске двигателя.

### 1.7 Жидкостный нейтрализатор

Жидкостная нейтрализация как наиболее простой способ физико-химического воздействия отработавших газов дизелей получила широкое применение на автомобилях и самоходном оборудовании, работающих на объектах транспортного строительства, горнодобывающей промышленности.

Очистка отработавших газов жидкостным нейтрализатором состоит из следующих основных процессов: захват твердых частиц, адсорбция, конденсация и фильтрация.

Нейтрализатор состоит из полости корпуса, входного отверстия и выпускного отверстия, а также насоса для циркуляции жидкости и кавитационных сопел[7].

#### Рис. 1.2– Схема жидкостной нейтрализации

Работа жидкостного нейтрализатора заключается в прохождении отработавших газов через слой воды или водного раствора. Проходя через слой жидких компоненты выхлопных газов, такие как оксид серы, азота, альдегиды нейтрализуются, а сажа и другие частицы поглощены жидкостью, уменьшается запах выхлопных газов.

Жидкие нейтрализаторы охлаждают отработавшие газы до температуры 40...80. °С, что само по себе важно при работе взрыва опасных средах. Кроме того, при таких температурах бензопирен переходит в твердое состояние и эффективно улавливается[3].

Для повышения эффективности нейтрализации растворов, используют химические вещества. Наиболее эффективными являются водные растворы сульфата натрия,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , соды и гидрохинона  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   $\text{S}_6\text{N}_6\text{O}_2$  для предотвращения преждевременного окисления основных химических реагентов. Комплексные решения не практичны из-за скоротечности процесса очистки. Во многих случаях используется техническая вода, которая допускает возможность ее частой смены в нейтрализаторе[7].



Жидкостные нейтрализаторы разделены на поверхностные, барботажные, распиливающие и насадочные. Для транспортных средств, используют барботажные и распиливающие типы нейтрализаторов в комбинации с брызгоулавливающими насадками как самые компактные.

Жидкостные нейтрализаторы имеют ряд недостатков, в которые включают возможность замерзания раствора при низких температурах, тем самым создавая сложности работы автомобиля в холодное время года.

Жидкостные нейтрализаторы трудно использовать, требуют постоянной промывки системы и наполнения свежей жидкостью и ежедневного удаления и утилизации жидких отходов.

### 1.8 Термический нейтрализатор

Термический нейтрализатор отработавших газов – это термоаккумулирующее устройство для нейтрализации отработавших газов двигателя автомобиля методом беспламенного окисления [17].

Термический нейтрализатор дожигает продукты неполного сгорания топлива – СН и СО. Он представляет камеру сгорания, которая расположена в выпускном тракте двигателя, также он может устанавливаться на месте выпускного трубопровода. Окисление СО и СН протекает при температуре выше 830 градусов и при наличии свободного кислорода [13].

Термические нейтрализаторы используются для двигателей с принудительным воспламенением, в которых необходимая температура для реакции достигается без дополнительной подачи топливной смеси. Высокая температура у этих двигателей еще повышается в зонах реакции в результате догорания части СН и СО, концентрация которых значительно выше, чем у дизелей.

Для увеличения контакта с газами, катализатор наносят в виде тонкого слоя на поверхность носителя, тем самым уменьшая теплоотдачу от

выхлопных газов. Носитель с катализатором помещен в корпус, который в объединяют с глушителем.

Чтобы предотвратить падение температуры отработавших газов, выпускная труба и нейтрализатор покрыты тепловой изоляцией, устанавливают нейтрализатор ближе к двигателю, а также устанавливают теплозащитные экраны в выпускных каналах.

Но, несмотря на все это, занимает много времени, чтобы нагреть термический нейтрализатор после запуска двигателя. Обогащение топливовоздушной смеси и уменьшение угла опережения зажигания, улучшает температуру выхлопных газов и уменьшает время, но, к сожалению, это увеличивает расход топлива.

К таким же мерам прибегают для поддержания стабильного пламени на переходных режимах работы двигателя. Сокращение времени до того, как начнется эффективное окисление CO и CH способствует жаровая вставка.

При использовании термического нейтрализатора количество выбросов может быть сведено к установленным нормам. Концентрация оксидов азота не изменяется или изменяется очень мало. Для того чтобы уменьшить концентрацию оксидов азота с окислительными нейтрализаторами используется системы рециркуляции выхлопных газов. С этой целью выпускные газы в количестве до 10% объема свежего заряда отбираются из выпускного трубопровода, охлаждаются и направляются во впускную систему зажигания. При работающем двигателе на богатой смеси ( $\alpha < 1$ ) в конвертере необходимо ввести воздух. Количество воздуха регулируется в соответствии с режимом работы двигателя [7].

Эффективность термической системы нейтрализации для снижения CO и  $C_yH_y$  не меняется, если пробег автомобиля не набрал 160 тысяч км, присутствие свинца в выхлопных газах не влияет на эффективность термического нейтрализатора. Длительность работы деталей нейтрализатора в случае использования этилированного бензина уменьшается.

Недостатки термической нейтрализации - незначительное снижение мощности и увеличение удельного расхода топлива двигателя за счет увеличения давления в системе выпуска отработавших газов и нарушение его акустической настроенности.

### 1.9 Каталитический нейтрализатор

Каталитический нейтрализатор – это устройство в выхлопной системе, предназначенной для снижения токсичности отработавших газов за счет снижения выбросов оксидов азота и использование кислорода для дожигания окиси углерода и несгоревших углеводородов[17].

Катализаторы состоят из корпуса, трубок реактора с катализатором. Реактор работает в условиях разности высоких температур. Кроме того, реактор подвергается вибрации.

Конструкция нейтрализатора создает условия для прохождения отработавших газов с оптимальной скоростью через катализатор.

Каталитические нейтрализаторы характеризуются тем, что они могут осуществлять реакцию окисления, скорость в присутствии катализатора резко возрастает. В специальных катализаторах могут быть проведены реакции, необходимые для разложения восстановления оксидов азота на исходные вещества  $N_2$  и  $O_2$ .

Современный каталитический нейтрализатор представляет собой корпус, внутри которого расположен огнеупорный керамический блок носителя (рисунок 1.3)

Рис. 1.3 - Устройство каталитического нейтрализатора

Токсичные компоненты в двигателе внутреннего сгорания с искровым зажиганием и дизельное топливо неодинаковы, что требуется учитывать при выборе для них каталитических нейтрализаторов.

В двигателях с искровым зажиганием необходимо использовать комплексные нейтрализаторы. В этом случае используют двухступенчатый катализатор, в котором на первой стадии реакции проводят с целью уменьшить количество  $\text{NO}_x$ . Перед входом газа во вторую – окислительную стадию воздухом подается на него. Для эффективного протекания реакции восстановления необходимо, чтобы состав смеси в двигателе был близок к стехиометрическому, поскольку обеднении смеси ( $\alpha > 1,05$ ) в реакторе, образуется окислительная среда, в которой эффективность восстановления  $\text{NO}_x$  значительно снижается[3].

В восстановительной стадии реактора используют катализаторы из медно-никелевого сплава и без носителя платины на носители. Для стадии окисления катализатор с использованием драгоценных металлов и оксидов переходных металлов.

Катализатор с восстановительной средой применяют в комбинации с окислительным катализатором для окисления  $\text{CO}$  и  $\text{CH}$ . Дополнительный воздух подается в данном случае в катализатор окисления, который находится после восстановительного.

В каталитическом нейтрализаторе с катализатором из благородного металла могут быть уменьшены, выбросы всех трех токсичных компонентов, газа -  $\text{CH}$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_x$ , но только при условии, что состав горючей смеси отличается от стехиометрии ( $\alpha = 1$ ) не более 1%. Такие нейтрализаторы называются трехкомпонентными. Наилучшие результаты получены с платинородиевыми катализаторами. Современные системы карбюраторов и топливных насосов, системы впрыска топлива не обеспечивают такой узкий диапазон состава смеси во всех режимах работы, так что вам потребуется

специальная система управления для топлива. В настоящее время в стадии разработки[13].

1 - термический нейтрализатор; 2 - каталитический нейтрализатор;  
2- клапан; 4 и 6 - датчики; 5 - замедлитель импульсов; 7 – глушитель

Рис. 1.4 - Комбинированный нейтрализатор выпускных газов

Возможны также комбинации термического нейтрализатора с каталитическим в двух вариантах:

1) Первым устанавливается каталитический для нейтрализации NOx, а вторым термический для дожигания СН и СО

2) Первым устанавливается термический, а вторым окислительный каталитический для дожигания СН и СО. Дополнительный воздух для окисления СН и СО подводится во второй нейтрализатор.

Катализаторы в дизельных двигателях слишком плохо, справляются с сокращением выбросов NOx. Основная причина заключается в том, что дизельные двигатели работают при более низкой температуре, а нейтрализаторы работать лучше при нагревании.

#### Выводы по главе 1

В данной главе мы рассмотрели понятие мультимедиа. При этом подробно анализировалось мультимедийное обеспечения занятий в учебных учреждениях. Приведены достоинства и недостатки мультимедиа, и их сравнение с традиционными методами обучения. Рассмотрена методика организации и проведения мультимедийных занятий. Из всего этого мы можем сделать вывод, что использование высококачественных мультимедийных средств позволяет сделать процесс обучения гибким, уникальным, гармоничным и обеспечить наиболее полное усвоения информации.

Также мы провели анализ экологических проблем при эксплуатации автомобиля и рассмотрели виды системы нейтрализации.

## 2 ТОКСИЧНОСТЬ ПОРШНЕВЫХ ДВС

### 2.1 Влияние отработавших газов поршневых ДВС на состояние окружающей среды

В России автомобильный транспорт стал одним из главных загрязнителей атмосферы. Его вредные выбросы во многих городах в 4-5 раз превышают загрязнение воздуха промышленными предприятиями.

Выбрасываемые из цилиндров двигателей токсичные вещества загрязняют воздушный бассейн и оказывают вредное воздействие на здоровье людей, флору и фауну окружающей среды.

В отработавших газах (ОГ) поршневых ДВС обнаружено более 280 компонентов. По своим свойствам и характеру воздействия на организм человека вещества, содержащиеся в ОГ, подразделяются на несколько групп[20].

Особую группу составляют канцерогенные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), составная часть смолистых возгонов пеков, в том числе наиболее активный бенз(а)пирен, являющийся индикатором присутствия канцерогенов в ОГ.

Одну группу составляют нетоксичные вещества. Это азот, кислород, водород, водяной пар, а также углекислый газ.

Группу токсичных веществ составляют: оксид углерода, оксиды азота, многочисленная группа углеводородов, включая парафины, олефины, ароматики и др. Сюда же относятся альдегиды и сажа.

При сгорании сернистых топлив образуются неорганические газы – сернистый ангидрид и сероводород.

Острота проблемы загрязнения окружающей среды усугубляется тем, что ОГ автотранспорта поступают в приземный слой атмосферы, затрудняя рассеивание и обуславливая накопление вредных веществ в различных

объектах природной среды, прилегающей к автомагистралям. Наличие узких улиц и зданий повышенной этажности, являющихся преградой для рассеивания, также способствует накоплению вредных соединений ОГ в атмосферном воздухе в зоне дыхания пешеходов, пассажиров и водителей автотранспорта.

По данным Всемирной организации здравоохранения в индустриальных городах показатели онкологических заболеваний и смертности примерно в два раза выше, по сравнению с уровнем онкологической смертности в сельских районах. Таким образом, состояние здоровья городского населения является одним из наиболее объективных показателей уровня загрязнения окружающей среды промышленными выбросами и ОГ автотранспорта, с воздействием которых прямо или косвенно связано до 80 % заболеваний[30].

## 2.2 Уровни вредных выбросов двигателей внутреннего сгорания с отработавшими газами и процесс образования вредных выбросов

Состав отработавших газов ДВС подробно изучен отечественными и зарубежными учеными. Отличие в составе ОГ дизелей и карбюраторных двигателей заложено в способах смесеобразования и сгорания смесей в цилиндрах. Для карбюраторных ДВС, работающих с коэффициентом избытка воздуха меньше единицы, характерно высокое содержания в ОГ окиси углерода, углеводородов и низкое содержание свободного кислорода. Сравнительные данные о составе ОГ дизелей и карбюраторных двигателей приведены в таблице 2.1[13].

Таблица 2.1

Состав отработавших газов двигателей внутреннего сгорания в  
объемных процентах

--	--	--	--




Для дизелей, работающих с коэффициентом избытка воздуха больше 1, характерно низкое содержание продуктов неполного сгорания — углеводородов и окиси углерода, высокое содержание свободного кислорода в продуктах сгорания[13].

Таблица 2.2

Содержание основных компонентов в отработавших газах дизелей на режиме полной нагрузки.


Доля окислов азота в суммарных выбросах составляет 30...80% по массе 60...95% по эквивалентной токсичности. Именно поэтому при выборе инженерных методов в технических средств снижения уровней вредных

выбросов дизелями основное внимание уделяют эффективности по снижению окислов азота.

Хотя выбросы окислов азота были ограничены вначале для решения проблем возникновения смога, они особо важны в глобальном масштабе, так как при реакции с атмосферным азотом окисляются до двуокиси азота и затем способствуют выпадению кислотных дождей.

Дизели выбрасывают до одного процента по массе от расхода топлива сажи. Поэтому вторым основным компонентом ОГ для осуществления инженерных методов снижения вредных выбросов является сажа.

Окись углерода и углеводороды нормируются по выбросам как составляющие значительную долю по объемам и массам.

Во время движения автомобиля скоростные и нагрузочные режимы непрерывно меняются, но двигатель должен работать устойчиво, даже без кратковременных перебоев при резких изменениях нагрузки и частоты вращения, переключении передач, работе на холостом ходу. На всех режимах оптимальный (насколько это возможно) состав горючей смеси обеспечивают приборы системы питания.

Что же происходит в камере сгорания автомобильного двигателя? Как образуются доставляющие всем столько хлопот вредные вещества в отработавших газах? Известно, что топливо сгорает в камере при взаимодействии с кислородом воздуха. Этот процесс сопровождается интенсивным выделением тепла, которое и преобразуется в работу. По химическому составу топлива можно подсчитать, какое количество воздуха нужно для его полного сгорания. Теоретически для сгорания 1 кг бензина требуется 14,85 кг воздуха, однако на практике этого количества оказывается недостаточно. Дело в том, что воспламенение и сгорание топливовоздушной смеси (ее еще называют горючей) длится тысячные доли секунды, и к такому быстрому процессу она недостаточно хорошо подготовлена. В смеси остаются газы от предыдущего цикла, препятствующие доступу кислорода к

частицам топлива; кроме того, не удается добиться ее идеального перемешивания. В результате не все топливо окисляется до конечных продуктов, и для нормального протекания процесса сгорания его приходится добавлять. Если в горючей смеси количество топлива больше расчетного, смесь называется богатой, если меньше – бедной[12].

При средних нагрузках главное внимание обращается на экономичность, поэтому в камеру сгорания подается несколько обедненная смесь. При небольшом обогащении смеси скорость ее сгорания увеличивается, в камере развиваются более высокие температура и давление.

Для максимальных нагрузок или резкого перехода с малой нагрузки на большую требуется богатая смесь. Большое количество топлива подается в цилиндры и при пуске холодного двигателя, когда горючую смесь образуют только самые легкие фракции топлива. В этих случаях из-за недостатка кислорода топливо сгорает не полностью. Двигатель хотя и развивает большую мощность, но работает не экономично и выбрасывает в атмосферу токсичные продукты неполного сгорания. Это оксид углерода и несгоревшие углеводороды, среди которых особую опасность представляют ароматические, в частности бенз(а)пирен, способствующий возникновению онкологических заболеваний.

Кроме того, входящий в состав воздуха азот при высоких температуре и давлении в цилиндрах двигателя реагирует с остаточным кислородом. В результате образуются оксиды азота - еще одна вредная составляющая выхлопных газов.

Дизельные двигатели, кроме всего прочего, выбрасывают твердые частицы: сажу, аэрозоли масла и несгоревшего топлива, продукты износа двигателя. Если сажи много, выхлопные газы делаются видимыми - двигатель дымит. Токсичные вещества образуются и при применении топлива с некоторыми присадками и примесями: это свинец,

присутствующий в этилированном бензине, и сернистый ангидрид - продукт сгорания дизельного топлива, содержащего серу.

### 2.3 Методика оценки экологических качеств автомобиля и снижения токсичности отработавших газов ДВС

Количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу с выхлопными газами, напрямую зависит от конструкции двигателя, его технического состояния и режима работы. Поэтому всестороннюю оценку экологических качеств автомобиля проводят на самых распространенных режимах - при движении в интенсивном городском транспортном потоке.

Состояние двигателей легковых, легких грузовых автомобилей и микроавтобусов проверяют на стенде с беговыми барабанами во время работы по циклу, включающему типичные и наиболее частые режимы. В процессе испытаний определяют суммарный выброс вредных веществ за цикл или за 1 километр движения по циклу. (Применяется так называемый европейский цикл, регламентированный Правилами Европейской Экономической Комиссии ООН.)

Цена стенда, а он представляет собой полный комплекс сложного современного оборудования для анализа отработавших газов и контроля твердых частиц, превышает миллион долларов. Чтобы проверить содержание вредных веществ в выхлопе грузовых автомобилей и автобусов, двигатели снимают и устанавливают на динамометрический стенд. Состав газов из выпускной трубы проверяется на разных режимах быстродействующими газоанализаторами.

Новый автомобиль ставится на производство только в том случае, если его конструкция и выбранные регулировки обеспечивают соблюдение норм по токсичности на всех режимах. Однако загрязнение воздуха зависит не только от заводской готовности автомобиля, но и в значительной степени

от его технического состояния во время эксплуатации. Даже мелкие неисправности, нарушение регулировок приводят к повышенному выбросу вредных веществ.

Во время эксплуатации автомобиль контролируют на режиме холостого хода. Это позволяет судить о неисправностях и о правильности регулировок систем питания и зажигания. Если неисправна или неправильно отрегулирована система питания, то и на холостом ходу в выхлопных газах увеличивается содержание оксида углерода. Если неполадки в системах зажигания и газораспределения - возрастает содержание углеводородов. Когда же выбросы на холостом ходу в норме, это означает, что двигатель отрегулирован, верно, а системы питания и зажигания исправны.

Для уменьшения выброса оксидов азота используется рециркуляция - перепуск части отработавших газов из выпускного трубопровода во впускной, при этом понижается температура сгорания и их становится значительно меньше. Рециркуляция применяется не только на двигателях с искровым зажиганием, но и на дизелях. Перспективны в этом плане и системы электронного регулирования, оптимизирующие работу двигателя на всех режимах. Кроме того, автомобильные заводы планомерно ужесточают технологические допуски и повышают точность изготовления приборов питания и зажигания, впускной и выпускной систем, деталей кривошипного механизма и газораспределения.

Благодаря этим усовершенствованиям загрязнение атмосферного воздуха заметно уменьшается. И все же полностью удалить токсичные вещества из отработавших газов не удастся.

## 2.4 Применение систем нейтрализации

Загрязнение воздуха вредными выбросами автомобилей в конце XX века стало одной из глобальных экологических проблем. Путь ее решения

только один - автомобиль должен стать экологически чистым. Важное место здесь принадлежит системам нейтрализации, способным в несколько раз снизить токсичность выхлопных газов. Мировая практика давно доказала высокую эффективность применения нейтрализаторов, но распространение их в России сдерживается - все еще не решены экономические, технические и организационные проблемы[30].

Использование систем нейтрализации связано со значительными материальными затратами, техническими и организационными проблемами. Во-первых, их можно устанавливать на автомобили, работающие только на неэтилированном бензине. Достаточно всего раз заправиться этилированным топливом, чтобы нейтрализатор полностью вышел из строя. Во-вторых, увеличивается расход топлива. В-третьих, значительно более строгие требования предъявляются к конструкции и технологии изготовления приборов питания зажигания и, что очень важно, к соблюдению установленных регулировок. В-четвертых, используются дорогостоящие металлы. Словом, стоимость автомобиля неизбежно возрастает. Например, в современных автомобилях, выпускаемых в США и Европе, на системы нейтрализации и электронные устройства, так сказать, экологического назначения приходится до 15% стоимости всей машины. Цена одного каталитического нейтрализатора достигает 150 долларов, его хватает в среднем на 80 тысяч километров пробега автомобиля. Тем не менее все промышленно развитые страны давно используют нейтрализаторы, их годовой выпуск достиг 50 миллионов.

Экологическая обстановка в России такова, что без систем нейтрализации просто не обойтись. Внедрять их в наших условиях особенно сложно - здесь целый клубок проблем.

Наряду с неэтилированным бензином в больших количествах производится этилированный (55 % от общего выпуска). Он попадает даже в Москву и Санкт-Петербург, хотя эти города по закону должны снабжаться

только неэтилированным топливом. Чтобы добиться прекращения выпуска этилированного бензина, нужны очень большие материальные вложения.

И еще один фактор, чрезвычайно важный: российский автомобильный парк, в отличие от западного, в значительной мере изношен, культура его эксплуатации низка, техническое состояние машин оставляет желать лучшего.

Маловероятно, что в ближайшее время в нашей стране повсеместно будут внедрены автомобили с системами нейтрализации. И дело не только в экономических трудностях: в России есть огромные регионы с малым количеством автомобилей, где они практически не оказывают вредного воздействия на атмосферу. В то же время в крупных городах автомобили с низкой токсичностью выхлопных газов жизненно необходимы уже сегодня. В таких экологически неблагополучных регионах нужно вводить местные правила и жесткие нормы по токсичности.

Решение связанных с автомобилем экологических проблем во многом зависит от качества топлива. Наиболее популярен сейчас неэтилированный бензин без свинцовистых антидетонационных присадок, позволяющий применять каталитические нейтрализаторы. Он постепенно вытесняет этилированный, в который для повышения октанового числа добавляют высокотоксичный свинец (от 0,17 до 0,37 грамма на один литр)[21]. Он, кстати, не выводится из организма человека и загрязняет почву вдоль автомагистралей на расстоянии 200-300 метров. В России, как и в большинстве европейских стран, доля этилированного бензина снижается. Что касается качества дизельного топлива, то вводится жесткое ограничение на содержание в нем серы.

В последние годы и у нас, и за рубежом жидкие нефтяные топлива постепенно заменяются топливами иного происхождения. Прежде всего это сжиженный углеводородный газ и сжатый природный газ - метан.

Кроме колоссальных запасов сырья, для газового топлива характерны высокое октановое число и возможность применения каталитических нейтрализаторов.

В некоторых странах с жарким климатом получило распространение спиртовое топливо - метанол и этанол. За счет него выбросы вредных веществ снижаются на 20-25 % [7].

Перспективным представляется и питание двигателя водородной смесью, получаемой из метанола. При работе на ней практически полностью исключаются выбросы оксида углерода и углеводородов на всех основных режимах работы двигателя. Однако бортовые системы хранения водорода (металлогидридные аккумуляторы) и реакторы разложения метанола - очень сложны и дороги, поэтому появления автомобилей, работающих на водородных топливах.

Довольно успешно используются электрические силовые установки, но их применение остается пока проблематичным из-за отсутствия надежных, легких и энергоемких электрохимических источников тока.

Исходя, из анализа патентной литературы, указанным требованиям должен соответствовать катализатор на основе соединений меди, никеля, железа, хрома. Для обеспечения доокисления газообразных оксидов в состав должны входить  $V_2O_5$  (пятиокись ванадия) или  $Mo_2O_3$ . В качестве носителей катализаторов используются термостойкие материалы: керамика, оксиды алюминия и кремния, металлы, термо-расширительный (вспененный) графит с алюмо-фосфатным и силико-фосфатным связующим для обеспечения заданной механической прочности катализатора.

2.5 Оценка эффективности различных методов нейтрализации отработавших газов поршневых ДВС



Учеными Алтайского государственного технического университета проведен сравнительный анализ методов нейтрализации ОГ поршневых ДВС.

Принимая во внимание многообразие критериев, характеризующих методы снижения содержания вредных веществ в ОГ, для оценки и сравнения их между собой авторы использовали методы теории операций. Это позволило отказаться от размерных оценочных параметров, а перейти к ранговой, а затем, к приведенной ранговой оценке отдельных средств снижения содержания вредных выбросов в ОГ.

Обобщенный параметр оценки методов снижения токсичности ОГ объединяет в себе ряд отдельных критериев:

экологический

(2.1)

экономический

(2.2)

технико-экономический

(2.3)

технико-технологический

(2.4)

эксплуатационный

(2.5)

а сам обобщенный параметр имеет вид:

(2.6)

где  $a_1, \dots, a_\xi$ ,  $b_1, \dots, b_k$ ,  $d_1, \dots, d_n$ ,  $q_1, \dots, q_v$ ,  $p_1, \dots, p_w$  - коэффициенты весомости факторов;

$\xi$ ,  $k$ ,  $n$ ,  $v$ ,  $w$  – количество оценочных критериев;

$\Omega$  – количество групп критериев.

Анализ представленных материалов позволяет сделать вывод о том, что из методов нейтрализации ОГ для автомобильных двигателей наиболее

целесообразно использование каталитической нейтрализации вредных выбросов, применение фильтрующих элементов из керамики. Подчеркнем, что в процессе реализации перечисленных мероприятий чрезвычайно важно как можно меньше увеличивать противодавление в выпускной системе, так как это вызывает увеличение содержания в ОГ ряда токсичных веществ[13].

## 2.6 Влияние типа катализатора на эффективность очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания

Решающее влияние на эффективность работы нейтрализаторов оказывают тип катализатора и форма носителя, при условии сохранения одинаковых температур в зонах реакций и времени нахождения газов в слое катализатора. Прежде всего, обращает на себя внимание тот факт, что в зависимости от типа катализатора в различных диапазонах температур газов можно получать различную эффективность нейтрализатора по очистке отработавших газов от отдельных компонентов отработавших газов.

При сравнении типов катализаторов и их носителей, одновременно нужно рассматривать и типы фильтров, так как с развитием современных технологий получения пористых металлокерамических материалов, например, СВС-технологии само распространяющегося высокотемпературного синтеза, появилась возможность получения материалов, одновременно выполняющих функции сажевых фильтров и каталитических элементов.

На рис 2.2 изображена принципиальная схема конструкции сотового сажевого фильтра, стенки которого могут пропитываться специальными соединениями или быть получены каталитические соединения в процессе изготовления фильтров. Подобные фильтры могут выполнять - роль отделителей соединений серы, свинца, фосфора в зависимости от состава топлива двигателей. Пористые блоки могут содержать алюминий, титан,

цинк. При изготовлении, под действием высоких температур, образуются стойкие соединения окислов металлов и металлоидов.

Монолитные керамические фильтры, изготавливаемые в США, имеют размер пор 0,50...70 мкм. Удельная контактная поверхность в таких типах нейтрализаторов достигает 50...500 «г/г. Фирма "CorningClass "/США/ разработала керамический фильтр для улавливания твердых частиц и сажи из отработавших газов ДВС, выполненный в виде сот с каналами, идущими вдоль оси движения газов [21].

1-керамический сажевый фильтр для дизеля! 1-вход неочищенных газов; 2-выходная заглушка; пористая стенка фильтра; 4-очищенные газы; 5-входная заглушка; 6-накопленная сажа

Рис. 2.1– Схема конструкции сотового сажевого фильтра

Поперечное сечение каналов имеет форму квадрата, материал – пористый кордиерит, который обладает достаточной механической прочностью, устойчивостью против химического воздействия к высоким сопротивлениям и разрушающему действию термических нагрузок. Тонкость фильтрации зависит от размера пор, которые не превышают 15 мкм. Количество сквозных каналов достигает 31...48 на см<sup>2</sup>. Допустимая температура на поверхности 1350...1400°С [21],

Для получения пористых материалов используют редкоземельные элементы с Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. При этом плотность материала составляет 0,68... 0,69 кг/дм<sup>3</sup>, удельная поверхность – до 100...120 м<sup>2</sup>/г.

Пористые материалы могут после изготовления пропитываться, например, растворами.

Методами СВС-технологии есть возможность получать в процессе изготовления сразу каталитические блоки окислительного или восстановительного типов.

При изготовлении блоков в шихту могут добавляться никель, хром, железо, медь, серебро, палладий, платина.

Необходимо учитывать, что эффективность нейтрализатора будет определяться типом катализатора. Например, по отношению к реакциям окислительного типа, применяемые каталитические элементы можно классифицировать следующим образом:

Хорошо зарекомендовали себя вспененные металлы никель, хром, медь, железо, а также монель-металл, представляющий собой металлоникелевый сплав.

Обращает на себя внимание тот факт, что в зависимости от типа катализатора, в различных диапазонах температур газов можно получать различную эффективность по очистке газов от отдельных компонентов.

Наибольший интерес в плане снижения выбросов СО представляет катализатор из оксида меди на носителе из глинозема  $Al_2O_3$ , стабильно снижающий выбросы этого компонента ОГ на 90...98 °С при температуре 180...320°С. Стабильные результаты снижения выбросов СО при температурах 200...400°С наблюдается при использовании катализатора из палладия на керамической основе, при температурах ОГ 200...500°С – палладия на  $Al_2O_3$ , при температурах 280...600°С – платины на керамике [13].

При температурах 500...750°С активно работает катализатор из платины на носителе из  $Al_2O_3$ , снижая уровни содержания СО в зависимости от наличия свободного кислорода в ОГ двигателя.

Выбор катализатора обусловлен не только стоимостью и доступностью, но и возможностью создания диапазона рабочих температур в зоне окисления или восстановления. Рабочие температуры при использовании каталитического нейтрализатора без подогрева ОГ зависят от типа двигателя внутреннего сгорания и места установки нейтрализатора. Наиболее предпочтительно использовать по температуре начала работы катализатор на основе оксида меди. Однако, он плохо будет работать в

режимах средних и больших нагрузок дизелей и еще хуже в карбюраторных ДВС. Поэтому иногда идут на комбинацию ступеней в целях обеспечения работы нейтрализатора на всех режимах эксплуатации. Расширение возможностей катализаторов возможно за счет увеличения удельной поверхности носителей катализаторов, подачи воздуха в карбюраторных ДВС и газов в дизелях в нейтрализаторы.

Наиболее активно на выбросы углеводородов воздействуют катализаторы из палладия и платины на керамических носителях, но в узком диапазоне температур от 380 до 470°C. На носители из  $Al_2O_3$  наибольшая активность для шариковых платиновых катализаторов находится в диапазоне температур от 500 до 750°C, а для палладиевых от 400 до 600°C [13].

Для достижения таких температур необходимо вводить подогрев отработавших газов не только дизелей, но и карбюраторных двигателей. Катализаторы на основе оксидов меди снижают содержание углеводородов в диапазоне температур 200 до 400°C на 60...80% [13].

Спецификой снижения окислов азота в отработавших газах дизелей является наличие большого количества кислорода в зонах восстановительных реакций. Незначительно содержание углеводородов и окиси углерода, даже при условии их полного окисления, не позволяет связать весь свободный кислороду. Именно поэтому между ступенями окисления и восстановления в нейтрализатор в ряде случаев подают газы, например, аммиак. Подача аммиака позволяет не только поднять температуры в реакторе, но и связать значительное количество свободного кислорода в составе отработавших газов. Данное мероприятие приводит к резкому повышению эффективности КН по снижению выбросов окислов азота. Катализаторы на основе оксидов меди на различных носителях значительно уступают катализаторам из благородных металлов. Они работают в диапазоне температуры от 80 до 300 °C.

По сей день, все фирмы ведут активную разработку катализаторов в целях снижения их стоимости и повышение эффективности.

## 2.7 Влияние смесеобразования на уровни вредных выбросов ДВС

Тип смесеобразования во многом определяет характер протекание рабочего процесса, формирование характеристики тепловыделения, распределение локальных концентраций топлива и кислорода, температур по объему камеры сгорания.

Необходимо отметить, что наибольшее количество углеводородов выбрасывают малоразмерные дизели с пленочным смесеобразованием. Наименьшие выбросы у дизелей с предкамерным и вихрекамерным смесеобразованием. Наибольшее количество  $C_xH_y$  в ОГ дизелей с пленочным смесеобразованием объясняется плохими условиями испарения в камерах сгорания на режимах холостого хода и малых нагрузок. Это хорошо обнаруживается даже без приборов, по запаху ОГ.

Дымность же ОГ самая низкая у дизелей с объемно-пленочным смесеобразованием и самая высокая – у дизелей с вихрекамерным и предкамерным смесеобразованием. Выбросы же окислов азота с объемно-пленочным и пленочным смесеобразованием примерно одинаковые.

Для дизелей с объемным смесеобразованием характерны более высокие уровни выбросов окислов азота. Удельные выбросы  $NO_x$  по нагрузочным характеристикам на режимах малых нагрузок наиболее высокие для судовых дизелей, на режимах средних нагрузок примерно одинаковы для всех типов дизелей, а на режимах больших нагрузок – выше всего для тепловозных дизелей.

Характер изменения выбросов CO примерно одинаков. Однако удельные выбросы тепловозных дизелей могут достигать более высоких значений по сравнению с выбросами судовых и стационарных дизелей.

Дымность отработавших газов тепловозных дизелей может достигать более высоких значений, чем дымность ОГ судовых и стационарных дизелей.

Необходимо подчеркнуть, что дизели с объемным смесеобразованием имеют наивысшую топливную экономичность. А это значит, что изменяя рабочий процесс в целях снижения уровней вредных выбросов с ОГ, мы можем ожидать ухудшение топливной экономичности, в особенности при переходе на вихрекамерный и предкамерный процессы. Последнее обстоятельство является противоречием – при внедрении мероприятий, направленных на снижение, особенно, выбросов  $\text{NO}_x$ , - топливная экономичность резко снижается. Противоречие частично преодолимо за счет введения процессов с мелкомасштабной турбулизацией заряда вблизи стенок камер сгорания.

В вихрекамерных дизелях вихревая камера сгорания вынесена в головку цилиндров. Пример выполнения вихрекамерного дизеля изображен на рисунке 1.2. Здесь вихревая камера 1 расположена в головке цилиндров 3, соединена с над поршневым пространством каналом 4. При движении поршня 5 к положению ВМТ через канал 4 тангенциально в камеру сгорания 1 входит воздушный заряд, поступивший в цилиндр дизеля при наполнении, и закручивается. В закрученный поток воздуха штифтовой форсункой 2 впрыскивается цикловая порция топлива и тщательно примешивается с воздушным зарядом, образуя топливовоздушную смесь. Смесь самовоспламеняется перед подходом поршня в ВМТ, частично сгорает и начинается выбрасываться через канал 4 в над поршневое пространство цилиндра, догорая в полости цилиндра. При этом ввиду большого содержания остаточных газов, в вихревой камере сгорания не развиваются высокие температуры, а в добавок, в условиях недостатка кислорода, не образуется большого количества окислов азота. Существование же процесса догорания в над поршневом пространстве воспламененных паров топлива и продуктов неполного сгорания приводит к тому, что к моменту открытия

впускных клапанов происходит достаточно полное окисление CO до CO<sub>2</sub> и углеводородов.

Если добавить к тому, что организация вихрекамерного процесса не позволяет достигать высоких максимальных скоростей нарастания давления в цилиндре, а, следовательно, - иметь низкий уровень шумности, становится ясным, почему, несмотря на более низкую топливную экономичность, подавляющее большинство фирм, выпускающих дизели для малотоннажных грузовиков и легковых автомобилей, отдают предпочтение вихрекамерным дизелям.

1-вихревая камера; 2-штифтовая форсунка; 3-головка цилиндров; 4- соединительный канал; 5-поршень.

Рис. 2.2 – Конструкция дизеля с вихревым смесеобразованием

Вихрекамерные дизели нашли широкое применение и на технике для шахт, рудников, где затруднен воздухообмен. Многие фирмы усиленно ведут работы в направлении снижения тепловых потерь через стенки камер сгораний.

Дизели с пленочным смесеобразованием изображенный на рисунке 2.4 признаны наименее токсичными из дизелей с непосредственным впрыском топлива.

1-форсунка; 2-головка; 3-полуразделенная камера сгорания в поршне

Рис. 2.3 – Конструкция дизеля с пленочным смесеобразованием

При движении поршня к ВМТ и совершении такта сжатия, воздушный заряд перемещается из надпоршневого пространства в камеру сгорания, завихряется у стенок, снимает пары топлива с пленки. Испарение топлива, таким образом, растягивается. Вблизи ВМТ происходит самовоспламенение паров топлива и истечение горящих газов из камеры сгорания через горловину в над поршневое пространство.



Некоторая растянутость процесса испарения топлива позволяет иметь мягкий рабочий процесс с низкими значениями скоростей нарастания давления. Температуры газов вблизи ВМТ резко не возрастают, что способствует тому, что скорости образования окислов азота низки. Такой рабочий процесс по праву считается малотоксичным, наименее шумным из процессов дизелей с непосредственным впрыском.

Самыми распространенными дизелями для автотракторной технике являются дизели, имеющие объёмно-пленочное смесеобразование. Имеется огромный резерв использования этого типа смесеобразования для формирования высокоэкономичных и малотоксичных рабочих процессов.

Смысл организации объёмно-пленочного смесеобразования заключается в том, что в воздушный заряд, предварительно закрученный на впуске, имеющий три составляющие скорости: осевую, касательную, вертикальную сосредоточенный в камере сгорания, выполненной в виде углубления в поршне, впрыскивается через многодырчатую форсунку закрытого типа топливо. Его факелы частично достигают стенок камеры сгорания и образуют на ее поверхности топливную пленку. В конце сжатия, перед походом поршня к ВМТ воспламеняются пары топлива объема, процесс испарения со стенок продолжается, затем воспламеняются пары топлива, спарившиеся со стенок. Процесс имеет невысокую жесткость, высокие температуры цикла. Достигаются приемлемые показатели по выбросам продуктов неполного сгорания, выбросы же окислов азота значительны.

Комплексные мероприятия по снижению вредных выбросов двигателей внутреннего сгорания.

В практике создания ДВС и практике эксплуатации чаще всего приходится сталкиваться с применением комплексов по снижению токсичности отработавших газов с системами СТОГ.

Для карбюраторных ДВС в состав таких систем входит целый ряд рабочих процессов, реализуемых с воспламенением от искры. Это могут быть процессы с форкамерно-факельным смесеобразованием, с впрыском топлива во всасывающий трубопровод, с впрыском топлива в цилиндры и многосвечевым зажиганием, процессы с местным обогащением смеси вблизи источника воспламенения.

Одно из составляющих систем СТОГ всегда является - применение традиционных и альтернативных топлив. В качестве альтернативных топлив могут рассматриваться спиртовые топлива, в том числе, полученные из углей, отходов сельскохозяйственного производства, газовые и другие.

В качестве третьей составляющей может выступать регулировочное применение регулировок топливной аппаратуры, угла опережения зажигания, систем обеднения топливно-воздушной смеси[17].

Таблица 2.3

Влияние рециркуляции отработавших газов на уровни вредных выбросов дизеля “Ford”


В качестве четверной составляющей – системы рециркуляции отработавших газов и межцилиндрового перепуска отработавших газов. Последним в настоящее время уделяется большое внимание фирмами Японии и США.

Влияние рециркуляции отработавших газов из выпускного трубопровода на впуск можно показать на примере использования

автомобильном дизеле FordHSDI. Результаты испытаний предоставлены в табл 2.3.

Необходимо отметить, что рекомендации по применению средств снижения вредных выбросов должны назначаться только для исправных двигателей. В остальных случаях рекомендуется применять каталитические нейтрализаторы отработавших газов в комплексе с применением антидымных присадок.

## 2.8 Расчет экономического эффекта от повышения экологических показателей силовой установки

Двигатели внутреннего сгорания являются одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Ими выделяется до 30% от общего количества токсичных веществ, выбрасываемых всеми источниками загрязнения в атмосферу.

Состав отработавших газов поршневых двигателей внутреннего сгорания (ПДВС) довольно разнообразен. Отличие в составе отработавших газов дизелей и бензиновых двигателей заложено в способах смесеобразования и сгорания смеси в цилиндрах.

По свойствам воздействия на организм человека вещества, содержащиеся в отработавших газах (ОГ), подразделяются на несколько групп.

Одну группу составляют нетоксичные вещества. Это азот, кислород, водород, водяной пар, а также углекислый газ. Группу токсичных веществ составляют: оксид углерода (СО), оксиды азота (NO<sub>x</sub>), многочисленная группа углеводородов (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>), включая парафины, олефины, ароматические соединения и др. Сюда же относятся альдегиды и сажа (Сж). При сгорании сернистых топлив образуются неорганические газы - сернистый ангидрид и сероводород[13].

Особую группу составляют канцерогенные полициклические ароматические углеводороды, составная часть смолистых возгонов, в том числе наиболее активный бенз-а-пирен, являющийся индикатором присутствия канцерогенов в ОГ.

Острота проблемы загрязнения окружающей среды усугубляется тем, что ОГ автотранспорта поступают в приземный слой атмосферы, затрудняя рассеивание и обуславливая накопление вредных веществ в различных объектах природной среды, прилегающей к автомагистралям. Наличие капитальных сооружений и различного рода естественных барьеров, являющихся преградой для рассеивания, также способствует накоплению вредных соединений ОГ в атмосферном воздухе, представляя угрозу не только для пассажиров и водителей.

Дизелизация транспорта не снимает проблему снижения загрязнения окружающей среды вредными компонентами ОГ, учитывая, что дизелями выделяется до 1% (по массе дизельного топлива) Сж.

Собственно сажа не относится к токсичным компонентам, однако следует иметь в виду, что дизельная сажа, благодаря специфике сгорания топлива в цилиндрах двигателя, адсорбирует на своей поверхности большое количество других токсичных компонентов, в частности, полициклические ароматические углеводороды.

Масштабы загрязнения окружающей среды можно хорошо представить, учитывая, что при сгорании одной тонны бензина выбрасывается до 456 кг - CO, 23 кг - C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, 16 кг - NO<sub>x</sub>, 1,86 кг - SO<sub>2</sub> и 0,93 кг - альдегидов. При сгорании одной тонны дизельного топлива выбрасывается до 21 кг - CO, 4 кг - C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, 18,8 кг - NO<sub>x</sub> и 0,78 кг – альдегидов[12].

Снижение токсичности ОГ может быть достигнуто различными методами. Наиболее приемлемым для уже выпускаемых серийно и находящихся в эксплуатации двигателей является установка каталитического нейтрализатора (КН). Нельзя не учесть, что применение КН увеличивает

противодавление в выпускной системе, что приводит к снижению мощностных и экономических показателей работы двигателей.

Эффективность работы КН на различных режимах работы ПДВС неодинакова. Полная реализация потенциала очистки КН зависит от температуры ОГ на его входе.

Для уменьшения выбросов CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> на режимах холодного пуска и прогрева необходимо ускорить прогрев нейтрализатора. Один из способов достижения заданной цели - это исключение выпуска неочищенных ОГ в атмосферу и перепуск их в ресивер с последующей рециркуляцией. Таким образом, дросселирование ОГ на выпуске позволит снизить время тепловой подготовки дизеля к принятию нагрузки, а соответственно и время прогрева нейтрализатора.

Для оценки эффективности снижения токсичности ОГ используется следующая методика.

Измеренные значения токсичности по CO и C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, с целью определения комплексного и приведенного по  $G_{CO}$  и  $G_{CH}$ , г/км, показателей:

(2.7)

(2.8)

где  $W_{COj}$  и  $W_{CHj}$ -измеренные на  $i$  режиме объемная концентрации, млн<sup>1</sup>;

$F_{CO}$ - поправочный коэффициент на влажность;

$F_{CH}$ - для карбюраторных двигателей 0,000485;

$k_x$ - учитывает метод измерения (для инфракрасного метода = 2);

$G_{Ogi}$ , - расход ОГ на  $i$  режиме, кг/ч;

$t$  - продолжительность цикла, мин;

$S$ - протяженность цикла, км.

В свою очередь, поправочный коэффициент на влажность  $F_{CO}$  и расход ОГ  $G_{Og}$ , кг/ч, находится из уравнений

(2.9)

2.10)

где  $G_T$  и  $G_B$  - расходы топлива и воздуха соответственно, кг/ч.

Таким образом, для штатной комплектации:

(2.11)

где  $\gamma$  – размерная константа перевода бальной оценки ущерба в экономическую на 01.01.00 составляла 900, руб / усл. т выбросов;

$\sigma$  – показатель относительной опасности загрязнения атмосферы, зависящий от типа региона, для малых городов равен 3;

$d$  – коэффициент, учитывающий атмосферные условия региона, для территорий СНГ южнее 65° северной широты соответствует – 1,0;

$M_{vi}$  – приведенная масса годового выброса вредных веществ в атмосферу определяется по формуле;

$R_{pi}$  – коэффициент рассеяния вредных веществ определяется по формуле, м<sup>2</sup>/с. Масса годового выброса токсичного компонента

$M_{vi}$ , т/год, с ОГ при годовом пробеге автомобиля 20 000 км в штатной комплектации составит: ,

где  $A_i$  – показатель агрессивности  $i$ -го компонента. Для оксида углерода т/год.

Для углеводородов

Коэффициент рассеяния вредных веществ  $R_{vi}$ , м<sup>2</sup>/с, составит

2.7)

где  $V_a$  – средняя скорость транспортного средства, м/с;

$V_b$  – средняя скорость ветра региона, м/с;

$Pr$  – коэффициент разбавления в приземном слое (для CO – 1,12, для СН – 0,84) [1];

$h_T$  – высота расположения выпускной трубы (0,35), м;

$k_m$  – коэффициент турбулентной вязкости среды равный 0,31.

Для оксида углерода:

Годовой экономический ущерб от выброса с отработавшими газами автомобиля УАЗ-3151 в штатной комплектации CO и C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> составит[13]:

## 2.9 Методика разработки учебного занятия на тему.

Область применения

ФГОС СПО по специальности 190631 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта.

Настоящий федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования представляет собой совокупность обязательных требований к среднему профессиональному образованию по специальности 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта для профессиональной образовательной организации и образовательной организации высшего образования, которые имеют право на реализацию имеющих государственную аккредитацию программ подготовки специалистов среднего звена по данной специальности, на территории Российской Федерации (далее - образовательная организация).

Право на реализацию программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта имеет образовательная организация при наличии соответствующей лицензии на осуществление образовательной деятельности.

Получение СПО по ППССЗ допускается только в образовательной организации.

Сроки получения СПО по специальности 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта базовой подготовки в очной форме обучения и присваиваемая квалификация приводятся в таблице

2.4.

Сроки получения СПО по ППССЗ углубленной подготовки превышают на один год срок получения СПО по ППССЗ базовой подготовки.

Таблица 2.4

Сроки получения СПО по ППССЗ углубленной подготовки в очной форме


Характеристика профессиональной деятельности выпускников

Область профессиональной деятельности выпускников: организация и проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобильного транспорта, организация деятельности первичных трудовых коллективов.

1. Объектами профессиональной деятельности выпускников являются:  
автотранспортные средства;  
техническая документация;  
технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств; первичные трудовые коллективы.
2. Техник готовится к следующим видам деятельности:
3. Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств (автотранспорта).
4. Организация деятельности коллектива исполнителей.
5. Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (приложение к настоящему ФГОС СПО).
6. Старший техник готовится к следующим видам деятельности:



7. Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта.
8. Организация деятельности коллектива исполнителей.
9. Разработка технологической документации для технического обслуживания, ремонта и модернизации модификаций автотранспорта.
10. Подбор технологического оборудования для производственных целей.
11. Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (приложение к настоящему ФГОС СПО).

Таблица 2.5

Фрагмент учебного плана по специальности 190631 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта.


Методика разработки учебного занятия на тему:

Система нейтрализации отработавших газов ДВС

«Устройство автомобилей»

Дисциплина: «Устройство автомобилей»

Тема: «Система нейтрализации отработавших газов ДВС»

Литература:

1) Боровский Ю. И. «Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей» 2012. - 256 с.

2) Лебедев С. В., Шилов А. Н. «Устройство автомобиля» учебное пособие 2013. - 159 с.

1.Цели:

2. План занятия

1) Организационно-психологический момент – 2 мин.

2) Изложение нового материала 15-20 мин.

3) Закрепление изученного материала – 10 мин.

4) Подведения итогов – 5 мин.

5) Домашнее задание – 1-2 мин

#### ОРГАНИЗАЦИОННО–МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

3. Ход занятия

1) Начало занятия: взаимное приветствие, контроль посещения занятия, проверка готовности учащихся и аудитории к занятию, организация внимания.

2) Работа над новым учебным материалом: выдача раздаточного материала, объяснение с элементами беседы.

3) Закрепление изученного материала: опрос по теме.

Контрольные вопросы:

4) Окончание занятия: подведение итогов занятия, выставление оценок, организованное завершение занятия

Учебные вопросы

1) Система нейтрализации отработавших газов ДВС

Система нейтрализации отработавших газов - это устройство, интегрированное в выхлопную систему автомобиля, дополнительно снижает токсичность выхлопа. Работает катализатор посредством дожигания несгоревших остатков углеводорода и угарного газа, за счет полученного при восстановлении оксидов азота кислорода, для такого дожигания.

Катализаторы были двухкомпонентные и трехкомпонентные.

Состав отработавших газов двигателей внутреннего сгорания в  
объемных процентах


Двухкомпонентный катализатором называют железный цилиндр, который расположен между коллектором и глушителем, снабженный продольными клетками, которые были обработаны веществом, состоящей из палладия и платины катализатора. Катализатор способен нейтрализовать лишь несколько токсичных веществ. В 1977 году к ним был добавлен родий, таким образом, оксиды азота преобразуются с моно-элементом. Появился катализатор трёхкомпонентный[7].

Таким образом, этот относительно простой химический процесс, протекает и осуществляется без каких-либо проблем только в идеальных лабораторных условиях. При реальной же эксплуатации производители столкнулись с тем, что корректная работа узла и вообще его ресурс — под постоянной угрозой.

Как оказалось позже, работать конвертер может лишь в соотношении горючей смеси к воздуху и топливу в пропорции 14,5–14,7:1. Отклонения в

какую-либо сторону снижали эффективность[21].

Для того, чтобы сделать топливно-воздушную смесь более устойчивой, стали появляться транзисторные системы зажигания, которые сводили к минимуму зазоры которые приводили к искрообразованию, из-за которых топливо сгорало в нейтрализаторе сжигало его внутренности. Кроме того, многие производители автомобилей обратились к системе рециркуляции отработавших газов.

### Система рециркуляции отработавших газов

Она способствует понижению температуры сгорания топливной смеси. В будущем, желание уменьшить мощность двигателя, внедрило электронную систему впрыска, которая способна раскрытьнаиболее полно потенциальных катализаторов.

#### 2) Виды нейтрализаторов

- Каталитический нейтрализатор
- Термический нейтрализатор
- Жидкостный нейтрализатор
- Комбинированный нейтрализатор

Каталитический нейтрализатор – это устройство в выхлопной системе, предназначенной для снижения токсичности отработавших газов за счет снижения выбросов оксидов азота и использование кислорода для дожигания окиси углерода и несгоревших углеводородов[17].

1 – кислородный датчик; 2 –цилиндр; 3 – терморасширительная

прокладка; 4 – катализатор; 5 – керамический носитель; 6 – металлический корпус

### Каталитический нейтрализатор

В каталитическом нейтрализаторе с катализатором из благородного металла могут быть уменьшены, выбросив всех трех токсичных компонентов, газа -  $\text{CH}$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_x$ , но только при условии, что состав горючей смеси отличается от стехиометрии ( $\alpha = 1$ ) не более 1%. Такие нейтрализаторы называются трехкомпонентными. Наилучшие результаты получены с платинородиевыми катализаторами. Современные системы карбюраторов и топливных насосов, системы впрыска топлива не обеспечивают такой узкий диапазон состава смеси во всех режимах работы, так что вам потребуется специальная система управления для топлива. В настоящее время в стадии разработки.

Возможны также комбинации термического нейтрализатора с каталитическим в двух вариантах:

1) Первым устанавливается каталитический для нейтрализации  $\text{NO}_x$ , а вторым термический для дожигания  $\text{CH}$  и  $\text{CO}$

2) Первым устанавливается термический, а вторым окислительный каталитический для дожигания  $\text{CH}$  и  $\text{CO}$ . Дополнительный воздух для окисления  $\text{CH}$  и  $\text{CO}$  подводится во второй нейтрализатор.

2 - термический нейтрализатор; 2 - каталитический нейтрализатор;  
2- клапан; 4 и 6 - датчики; 5 - замедлитель импульсов; 7 – глушитель

### Комбинированный нейтрализатор выпускных газов

Термический нейтрализатор отработавших газов – это термоаккумулирующее устройство для нейтрализации отработавших газов двигателя автомобиля методом беспламенного окисления[17].

Термический нейтрализатор дожигает продукты неполного сгорания

топлива –  $\text{CH}$  и  $\text{CO}$ . Он представляет камеру сгорания, которая расположена в выпускном тракте двигателя, также он может устанавливаться на месте выпускного трубопровода. Окисление  $\text{CO}$  и  $\text{CH}$  протекает при температуре свыше  $830$  градусов и при наличии свободного кислорода.

На рисунке показана зона эффективной работы нейтрализатора. Заштрихованная область – зона «стехиометрической» смеси, по оси абсцисс (В) отобразено отношение «воздух-топливо», по оси ординат (А)- эффективность работы нейтрализатора.

В зоне «богатых» смесей – от  $10$  до  $14,6$  преобладают высокие концентрации оксида азота ( $\text{NO}_x$ ) и низкие  $\text{CO}$  и  $\text{CH}$ . Нейтрализаторы, преобразующие  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}$ ,  $\text{NO}$ , называют трёхкомпонентными или бифункциональными. Для нейтрализации смеси оксида азота, получающегося в процессе сгорания смеси, используются реакции его восстановления до азота  $\text{N}_2$  и аммиака  $\text{NH}_3$  [13]. В материалах, служащих катализатором при нейтрализации вредных веществ, используются платина, палладий, родий и др.

### Эффективная зона работы нейтрализатора

Жидкостная нейтрализация как наиболее простой способ физико-химического воздействия отработавших газов дизелей получила широкое применение на автомобилях и самоходном оборудовании, работающих на объектах транспортного строительства, горнодобывающей промышленности.

Очистка отработавших газов жидкостным нейтрализатором состоит из следующих основных процессов: захват твердых частиц, адсорбция, конденсация и фильтрация.

Работа жидкостного нейтрализатора заключается в прохождении отработавших газов через слой воды или водного раствора. Проходя через

слой жидких компоненты выхлопных газов, такие как оксид серы, азота, альдегиды нейтрализуются, а сажа и другие частицы поглощены жидкостью, уменьшается запах выхлопных газов.

#### Схема жидкостной нейтрализации

### ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Дать ответы на возникшие у студентов вопросы. Кратко повторить особенности системы нейтрализации отработавших газов ДВС. Дать задание на самоподготовку.

#### Педагогический эксперимент

Для изучения уровня усвоения материала студентам групп ТО-306 и ТО-307 была проведено лекционное занятие на тему «Система нейтрализации ОГ ДВС». По результатам, которого определялся уровень усвоения материала:

- выше 85% - отличный показатель;
- 70-84% - хороший показатель;
- 50-69% - удовлетворительный показатель;
- ниже 50% - неудовлетворительный показатель.

Таблица 2.6

#### Результаты тестирования групп


Выводы по главе 2

В данной главе мы более подробно разобрали систему нейтрализации отработавших газов. Разработали учебное занятие с применением инновационных технологий и провели эксперимент. В котором участвовали 2 группы, в которых были проведены одинаковые учебные занятия, но в одной из них применялись мультимедийные технологии, а в другой занятие проводилось традиционным методом.

Таким образом, мы увидели, что в экспериментальной группе уровень усвоения материала становится лучше.

Следовательно, можно говорить о том, что использование мультимедийного комплекса может быть способом повышения эффективности обучения.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мультимедийные технологии – это бурно развивающиеся области новых информационных технологий[8].

Мультимедийные технологии обеспечивают информацию о производительности, в которой человек воспринимает нескольких органов чувств одновременно, а не последовательно, как это делается в обычном обучении.

Мультимедиа – контент, или содержимое, в котором одновременно представлена информация в различных формах — звук, анимированная компьютерная графика, видеоряд[15].

Мы считаем, что благодаря своей гибкости и интеграции различной учебной информации, мультимедиа является эффективной образовательной технологией, а кроме того она учитывает индивидуальные особенности учащихся и способствует повышению их мотивации.

Положительных аспектов использования информационных технологий в образовании (к числу которых, конечно же, относится и мультимедиа) достаточно много.

В качестве основных аспектов можно выделить:

1. Организация работы отдельных студентов, развивать их познавательной самостоятельности и творчества;
2. Повышение мотивация к учению за счет привлечения медиа-эффектов;
3. Развитие наглядно-образного мышления, моторных и словесных коммуникативных навыков студентов;
4. Формирование навыков работы с информацией;

Во время написания дипломной работы были выполнены следующие задачи:

- раскрыта сущность понятия «применение инновационных технологий в образовательном процессе»;
- рассмотрена методика разработки и дидактического обеспечения занятия с использованием мультимедийных технологий;
- раскрыто понятие мультимедиа в профессиональной образовательной организации;
- разобраны достоинства и недостатки мультимедиа;
- рассмотрена система нейтрализации отработавших газов ДВС;
- составлен план занятия «Система нейтрализации отработавших газов ДВС» по дисциплине «Устройство автомобилей»;
- проведен педагогический эксперимент.

Анализ результатов исследования позволил расширить представления о внедрение мультимедийных технологий в процесс образования и позволил сделать следующий вывод: уровень усвоения информации в экспериментальной группе значительно выше, по сравнению с обычной группой.

Таким образом, подводя итог нашей работы, можно сделать вывод, что внедрение мультимедийных технологий в процесс образования положительно влияют на него, а также делают процесс обучения гибким, уникальным, гармоничным и обеспечить наиболее полное усвоения информации.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

# ГЛОССАРИЙ