



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

Учебно-методическое обеспечение лекционных занятий по дисциплине  
«Экологические основы природопользования» в профессиональной  
образовательной организации

Выпускная квалификационная работа

Проверка на объем заимствований:  
58,2 % авторского текста

Выполнил:  
студент  
ЗФ 409/082-4-1 группы  
Кретинин Артем Григорьевич

Научный руководитель:  
к.т. н., доцент  
Хасанова Марина Леонидовна

Работа рекомендована к защите

« 15 »          июня          2017 г.

Зав. кафедрой АТ, ИТиМОТД

\_\_\_\_\_ к.т.н., доцент, Руднев В.В.

Челябинск  
2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ.....	11
1.1 Состав отработавших газов поршневых двигателей внутреннего сгорания.....	11
1.2 Тепловое «загрязнение» окружающей среды отработавшими газами поршневых двигателей внутреннего сгорания.....	14
1.3 Расходование атмосферного кислорода.....	16
2 АНАЛИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	19
3 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАЗЛИЧНЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ПДВС.....	30
3.1 Альтернативные топлива.....	30
3.2 Источники растительного топлива.....	40
3.3 Сравнение физико-химических свойств растительных топлив и их сложных эфиров со свойствами дизельного топлива.....	42
4 ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ АНИМАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ».....	53
4.1 Средства мультимедиа.....	53
4.2 Методическая разработка для занятия по разделу «Альтернативные топлива для ПДВС».....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	75
ГЛОССАРИЙ.....	79

## ВВЕДЕНИЕ

Взаимодействие человека с окружающей средой и рациональное использование природных ресурсов – одна из актуальнейших проблем нашего времени. Массированное воздействие на окружающую среду – характерная черта промышленной революции. Промышленное развитие является основой экономического развития, следовательно, и подъема социально-экономического уровня жизни общества. Однако промышленное развитие во всем мире шло без учета исчерпаемости многих видов невозобновляемых ресурсов и понимания того обстоятельства, что восстановительные способности живой природы не беспредельны. При этом значительная часть принципиально новых технических и технологических решений последних десятилетий родилась в ходе колоссальных по своим масштабам работ в области совершенствования и наращивания различных вооружений и сопряженных с ними систем.

«В течение тысячелетий человек смотрел на природу, как на неисчерпаемый склад, из которого можно брать все, что ему нужно, и как на огромную свалку, на которую можно выбрасывать все, что ему не нужно» [15]. Времена эти безвозвратно прошли. Воздействие техники на окружающую среду (антропогенное воздействие) стало в наше время сопоставимо по своим масштабам с происходящими на земле природными процессами [6].

Значительный вклад в загрязнение природы приносят поршневые двигатели внутреннего сгорания (ПДВС). Согласно статистике, общая доля энергии, выработанной этими силовыми установками в конце XX века составила 26 %, а к середине XXI века, по мнению экспертов, может увеличиться до 50-70 % [8]. Из окружающей среды они забирают топливо и

воздух, а выбрасывают в нее продукты сгорания. Эта ситуация создает огромную массу экологических проблем.

Начинаются эти проблемы с потреблением огромного количества ископаемого нефтяного топлива. Запасы которого не бесконечны. Эксперты прогнозируют, что при современных темпах добычи, потребления и использования нефтяных и газовых месторождений запасов хватит лишь на 80-150 лет [17].

Процесс преобразования термохимической энергии топлива в механическую работу в двигателях включает в себя сгорание с использованием кислорода из атмосферного воздуха. Применение данных двигателей позволяет говорить об интенсивном расходовании кислорода. Так один легковой автомобиль за месяц работы поглощает столько кислорода, сколько вырабатывает целый гектар тропического леса за год. По оценкам экспертов, на сжигание разных видов топлива сейчас требуется от до 30 % кислорода, производимого зелеными растениями. Считают, что в ближайшие 140-180 лет количество кислорода в атмосфере сократится на четверть [5].

Из поршневых ДВС выходят в атмосферу токсичные вещества, входящие в состав отработавших газов. Их более 300. Часть из них токсична: окись углерода, углеводороды и оксиды азота, сажа и многие другие, они наносят непоправимый вред здоровью человека, построенным зданиям и сооружениям, окружающей природе.

Кроме того, высокая температура отработавших газов (до 600 °С) вызывает нагрев атмосферы. Последствия «парникового эффекта» плачевны для планеты [2, 4, 14 и др.].

Еще один недостаток двигателя – это шумность работы и вибрационное воздействие на среду.

Тем не менее, даже не смотря на такие проблемы, они широко используются практически во всех областях человеческой деятельности. Это связано с тем, что в результате многолетнего развития, стало возможным,

благодаря научно-техническому прогрессу, добиться высоких энергетических показателей и экономической эффективности существующих двигателей, достаточной степени надежности и хорошей технологичности последних.

Термодинамические показатели современных поршневых ДВС близки к максимальному теоретически возможному уровню.

Основной задачей профессионального образования является выполнение государственного заказа по подготовке квалифицированных кадров, которая в настоящее время не снижается, а все больше возрастает. Обусловлено это тем, что ежегодный выпуск специалистов не покрывает потребность в первичных кадрах.

В связи с бурным развитием технологий за последние годы требования к специалистам все больше возрастают.

Проведенный анализ отечественной и зарубежной литературы по педагогике показал, что новым методом повышения эффективности и качества обучения является разработка учебных пособий с применением компьютерных анимаций.

Этот метод уже разрабатывается для учащихся средних школ и студентов вузов, но исследования влияния компьютерных анимаций на эффективность и качество обучения в профессиональном образовании до сих пор не закончены.

Таким образом, актуальность настоящего исследования характеризуется следующим:

- соответствием направления исследования одной из основных задач, стоящих перед образованием, задачи повышения эффективности и качества обучения студентов профессиональных учебных заведений;
- отсутствием научно обоснованной методики учебных пособий с применением компьютерной анимации при обучении студентов профессиональных учебных заведений;

– практическим отсутствием разработок этого направления в педагогической литературе.

Противоречие между недостаточной подготовленностью студентов, обученных традиционными статистическими способами и необходимостью обучения их с использованием компьютерной анимации, и определило цель исследования.

Для достижения цели выпускной квалификационной работы необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать экологические проблемы, вызываемые эксплуатацией поршневых двигателей внутреннего сгорания в окружающей среде. Дать анализ понятия «экологическая безопасность».

2. Проанализировать физико-химические свойства различных альтернативных топлив и возможность их применения в ПДВС.

3. Разработать мультимедийное сопровождение лекционных занятий по разделу «Альтернативные топлива для ДВС» дисциплины «Практическая значимость: в возможности использования разработанных презентаций в учебных заведениях при изучении дисциплин: «Экология», «Термодинамика и рабочие процессы двигателей».

# 1 ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

## 1.1 Состав отработавших газов поршневых двигателей внутреннего сгорания

Современное человечество живет в эпоху небывалого развития научно-технического прогресса, сопровождающегося активным воздействием на природную среду.

В последнее время экологическая обстановка, особенно в индустриально развитых городах, где сконцентрировано большое количество промышленных предприятий и автотранспорта, вызывает серьезную обеспокоенность.

С точки зрения современных условиях, когда промышленные предприятия не работают на полную мощность или не работают, основным источником загрязнения окружающей среды в крупных городах является автомобильный транспорт, количество которых постоянно растет.

В настоящее время почти всей наземной мобильной техники в качестве силовых установок двигателя внутреннего сгорания (ДВС), и среди них, в первую очередь, поршневые (ПДВС), чья работа с точки зрения воздействия на окружающую среду сопровождается многими негативными характеристиками.

Прежде всего, это выброс в атмосферу значительного количества вредных веществ (до 39 % от общего количества токсичных веществ, выбрасываемых всеми источниками в атмосферу [21]), и тепла. Кроме того, эти двигатели будут "сжигать" большое количество атмосферного кислорода, их работа сопровождается шумом и вибрацией. Последние факторы не являются предметом рассмотрения в настоящей работе. Считается, что

основной вред окружающей среде наносят вредных выбросов ПДВС. Так что рассмотрим сначала вопросы, связанные с этой проблемой.

В отработавших газах (ОГ) ПДВС обнаружено более 300 компонентов [4].

В группе токсичных веществ, являются: оксид углерода, оксиды азота, многочисленная группа углеводородов (парафины, олефины, ароматические соединения и др.). Сюда также относятся альдегиды и сажа. Особое место в этой группе занимают канцерогенные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), часть смолистых возгонов, сажевых частиц. И его концентрации в дисперсных частиц в 3-4 раза выше, чем в потоке газов [7]. Сравнительные данные о составе ОГ автомобильных двигателей приведены в таблице. 1.1. [8]

Отработавшие газы всякие ПДВС с точки зрения экологии есть два существенными принципиально неустранимыми недостатками. Во-первых – выбросу в окружающую среду значительных количеств токсичных веществ, второй – тепло "загрязнения" окружающей среды и связанное с этим потепление климата на планете.

Давайте рассмотрим каждый из них более подробно.

По оценкам специалистов ежегодные суммарные автомобильные выбросы в СНГ составляют 400 млн. тонн [3], среди которых:

- 27 млн. тонн оксиды углерода;
- 2,5 млн. тонн углеводороды;
- 9 млн. тонн оксиды азота;
- 200-300 млн. тонн углекислого газа.

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 в биосферу

выбрасывается до 21 кг– CO, 4 кг - C<sub>x</sub> H<sub>y</sub>, 18,8 кг - NO<sub>x</sub> 0,78 кг – альдегидов [9].

Острота проблемы загрязнения окружающей среды усугубляется тем, что ОГ автотранспорта поступают в приземной слой атмосферы, обуславливая накопление вредных веществ в различных объектах природной среды. Наличие узких улиц и высотных зданий способствует накоплению вредных веществ в атмосфере выхлопных газов в зоне дыхания пешеходов, пассажиров и водителей.

Под воздействием выхлопных газов уничтожены памятники культуры, особенно мрамор, бетон и металлические конструкции. Азотная кислота, например, образуется в результате реакции окислов азота и атмосферной влаги, что приводит к коррозии углеродистой стали. Это уменьшает металлические крыши периода технического обслуживания в 6-7 раза, а кабели связи в крупных городах 10-12 раз меньше, чем в сельской местности. [8] Воздействие на флору находит свое отражение в гибели некоторых видов растений и деревьев. Наиболее объективным показателем уровня загрязнения окружающей среды является состояние здоровья городского населения.

## 1.2 Тепловое «загрязнение» окружающей среды отработавшими газами поршневых двигателей внутреннего сгорания

Вторая не менее экологически вредная особенность ПДВС заключается в том, что выбрасываемые в атмосферу газы имеют высокую температуру (до 700 °C). Кроме того, с ОГ в окружающую среду ежегодно попадает 10<sup>10</sup> т углекислого газа. Всего же в атмосфере планеты содержится 2,3·10<sup>12</sup> т этого газа [25]. Углекислый газ считают «парниковым» газом и доля его «вклада» в парниковый эффект составляет не менее половины от общего количества.

Изменение климата в результате антропогенных выбросов парниковых газов приводит к крупномасштабным негативным последствиям практически во всех областях человеческой деятельности. Наиболее значительное потепление в высоких широтах Земли, что значительная часть территории России.

Инструментально доказано, что ежегодное накопление CO<sub>2</sub> в атмосфере составляет 0,4 %. Каждый год в атмосферу поступает 6 млрд. тонн углекислого газа, из них 3 млрд. тонн поглощаются растениями в процессах фотосинтеза, оставшиеся 3 млрд. тонн накапливаются. Общая сумма накоплений за прошедшие сто лет составила около 170 млрд. тонн [18].

В 1996 г. правительство России приняло федеральную целевую программу «Предотвращение опасных изменений климата и их отрицательных последствий» [5].

С 1997 г. утверждена программа «Оздоровление окружающей среды г. Москвы», введена система инструментального контроля всех транспортных средств при прохождении ежегодного государственного технического осмотра. Такая система осмотра уменьшит количество вредных выбросов на 16 %, уровень шума на 18 % [23].

Постановление Правительства Российской Федерации от 12 октября 2005 г. N 609 г. Москва «Об утверждении специального технического регламента. О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ», опубликованное 21 октября 2005 г., который вступил в действие с 1 апреля 2006 г.

### 1.3 Расходование атмосферного кислорода

Не менее серьезный ущерб окружающей среде наносят ПДВС в связи с расходом атмосферного кислорода для сжигания топлива. Следует помнить, что кислород расходуется независимо от того, топливо сгорает в цилиндрах, бензин или дизельное топливо, спирт, газ или чистого водорода и что будет состав выхлопных газов.

Например, 1 кг бензина требует только около 3 кг кислорода. В течение одного часа двигатель автомобиля среднего класса потребляет столько же кислорода, как это требует, чтобы человек дышал в течение месяца. [6]

Ученым уже ясно [1,3 и др.], что ухудшение состояния окружающей среды и здоровья людей происходит, и будет происходить в будущем, не столько из-за выбросов токсичных веществ, содержащихся в ОГ ПДВС, сколько из-за дефицита кислорода в атмосфере Земли. Медицинские исследования свидетельствуют о том, что при объемном содержании кислорода во вдыхаемом воздухе менее 15 % наступает смерть (табл. 1.2).

Вывод: Рассмотренные выше материалы свидетельствуют о существовании серьезной научной проблемы, связанной с вредным воздействием ПДВС (чрезвычайно широко используемых человечеством) на окружающую среду. В основе этих проблем, прежде всего, являются: выброс значительных количеств токсичных веществ; интенсивное неэффективное использование природных энергетических ресурсов; нагрева атмосферы горячие продукты сгорания, излучаемый ею, а также за счет увеличения его содержание углекислого газа, а также интенсивное потребление кислорода из воздуха для горения.

## 2 АНАЛИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Анализируя требования к дальнейшему совершенствованию силовых установок, в частности ПДВС, с целью повышения их технико-экономических и экологических показателей, можно выделить следующее основное направление деятельности – разработка мероприятий, обеспечивающих достижение компромисса между повышением численности единиц автомобильной техники с одной стороны, с другой стороны – соответствие силовых установок автомобильной техники по выбросу вредных веществ требованиям экологической безопасности, в частности, нормам Правилам ЕЭК ООН (Евро-1,2,3,4,5).

Сокращение выбросов вредных веществ из выхлопных газов может быть достигнуто за счет целого ряда различных мероприятий: техническое, введенный при создании двигателей и связанные с изменениями в настройках дизайна и двигателей; организационных, технических, проводится на этапе эксплуатации транспортных средств. Все эти действия могут быть отнесены к одному из четырех направлений. [12]

Первое направление объединяет решения, затрагивающие рабочий цикл двигателя и воздействующие непосредственно на процессы образования вредных веществ в его цилиндрах. Сюда относятся: совершенствование конструкции камеры сгорания, выпускной и впускной систем, системы питания двигателя; впрыск воды; рециркуляция ОГ и ряд других мероприятий.

Сущность второго направления заключается в обезвреживании вышедших из цилиндра продуктов сгорания при помощи специальных устройств – нейтрализаторов, встроенных в выпускную систему двигателя и применяемых как дополнительное оборудование. Такие системы позволяют

без значительных изменений в конструкции двигателя существенно снизить выбросы вредных веществ.

Третье направление среди мероприятий по снижению токсичности предполагает замену традиционных топлив нефтяного происхождения другими, альтернативными топливами, выделяющими при сгорании меньшее количество вредных веществ (газообразными топливами, топливными смесями и др.), либо использование присадок, обеспечивающих снижение выброса токсичных компонентов.

Последнее, четвертое направление включает мероприятия по обеспечению оптимальных регулировок и режимов эксплуатации двигателя.

Улучшенная конструкция двигателя и его систем.

Токсичность топлива зажигание двигателя может быть значительно уменьшено за счет улучшения конструкции и формы системы камера сгорания, впускной и выпускной двигателя, использование непосредственного впрыска топлива, стратифицированное тело впрыска воды и ряд других действий.

Конструкция камеры сгорания должна обеспечивать минимальный объем зоны гашения, от величины которой зависит концентрация несгоревших углеводородов в ОГ. Объем зоны охлаждения зависит от удельной площади поверхности камеры сгорания, его формы, структуры и первого сжатие поршневого кольца. Уменьшение объемов этой продукции значительно снижает  $SxNy$ . Так как относительное изменение поверхности половины содержания  $SxNy$  более половины [13].

Совершенствование впускной системы позволяет улучшить качество смесеобразования, уменьшить неравномерность распределения смеси по цилиндрам и изменение состава смеси от цикла к циклу. В этом плане проводятся работы в следующих направлениях: гомогенизация топливовоздушной смеси; применение предварительного смесеобразования (получение топливовоздушной смеси в специальных устройствах); подогрев

топливоздушная смесь во впускной системе; установка двойных впускных трубопроводов и др.

Эффективным средством снижения концентрации CO и  $C_xH_y$  является непосредственное впрыскивание топлива в цилиндр, за счет чего существенно улучшается равномерность распределения топлива по отдельным цилиндрам многоцилиндрового двигателя, а также уменьшается цикловая неравномерность [3].

Экспериментальные исследования показывают, что при тех же самых рабочих параметрах процесса за счет использования волокна при смешивании дизельного вдвое может уменьшиться концентрация оксидов азота в выхлопных газах двигателя на 60-65% по сравнению с работой двигателя пространственного заряда и неразделенной камере сгорания [3].

Вне зависимости от типа, класса, размерности и конструктивных особенностей дизелей первое место среди вредных выбросов практически на всех режимах работы занимают оксиды азота. В суммарной токсичности они могут составлять на многих эксплуатационных режимах до 80 % [4].

Однако на режимах работы двигателя, характеризующихся малым коэффициентом избытка воздуха (режим перегрузок, приема нагрузки и т. д.), решающее значение в суммарной токсичности дизелей может иметь сажа [16].

Учитывая природу образования оксидов азота и сажи, есть возможность влиять на их выход, совершенствуя конструкцию двигателя и его системы [20].

Серьезное влияние на токсичность дизельных двигателей в интегрированных условиях имеют характеристики топливной системы, продолжительности и давления впрыска, размер отверстий сопел, а объем Ингалятор скважины. Следует помнить, что, особенно во время инъекции ожог заканчивается позже во время расширения, тем ниже максимальная температура цикла и концентрация  $NO_x$ . Однако чрезмерно

продолжительное впрыскивание существенно затягивает процесс сгорания и ухудшает экономичность двигателя. Увеличивается при этом и сажеобразование, так как растет количество топлива, сгорающего в диффузионный период.

Повышение давления впрыскивания топлива улучшает мелкость распыливания и дальнобойность факела, что значительно повышает топливную экономичность и снижает уровень выбросов сажи и дымность отработавших газов [3].

Анализ состояния и тенденций в дизельном топливе показывает, что обычные системы, гидравлические топлива уже достигли своего потенциал 2 евро и радикально повысить эффективность двигателя при выполнении требований Евро-2 возможно только с использованием электронных систем управления дроссельной заслонкой расширение впрыска энергии [9].

Одной из основных причин образования углеводородов в цилиндре дизеля является истечение топлива из подыгольного объема и каналов сопловых отверстий с малой скоростью после посадки иглы на седло в конце впрыскивания. Исследования показывают, что при изменении объема колодца от 0 до 1,2 мм выход  $C_xH_y$  увеличивается в пять раз [9].

Большое влияние на уровни вредных выбросов оказывает величина степени сжатия [3].

Говоря о способах воздействия на рабочий процесс, нельзя не отметить рециркуляцию ОГ. Одним из наиболее распространенного контура рециркуляции отработавших газов является часть их направления впускной трубы от выпускного отверстия [9], что приводит к уменьшению выбросов окислов азота в два раз.

В Алтайском государственном техническом университете разработан ряд устройств, обеспечивающих межцилиндровый перепуск ОГ, идея которых может успешно использоваться как на дизелях, так и на карбюраторных двигателях. При осуществлении перепуска ОГ из цилиндра в

цилиндр (Авторское свидетельство СССР № 1614570) содержание оксидов азота снижается на 30-45 %, сажесодержание и экономичность остаются без изменений.

В 1996-1999 годах на кафедре СЭУ Московской государственной академии водного транспорта проводились исследования различных способов снижения вредных выбросов судового дизель - генератора. В результате предложено комплексное решение проблем снижения токсичности отработавших газов. Система рециркуляции ОГ подключается после нейтрализатора – фильтра системы «Нейтраль-Эко» и совместно с ним позволяет снижать продукты неполного сгорания на 60-70 % и сажу на 90% [11].

Улучшение выбросов также достигаются при использовании среднего и высокий турбонагнетателя с охлаждением наддувочного воздуха, это уменьшает теплотворная способность элементов, образующих камеру сгорания и выпускной дым снижаются токсичность [8].

Нейтрализация отработавших газов с помощью специальных устройств.

Учитывая, что практически все конструктивные решения, направленные на уменьшение вредных выбросов, приводят к снижению топливной экономичности, наиболее перспективным и целесообразным на современном этапе можно считать внедрение в практику специальных устройств – нейтрализаторов ОГ в сочетании с малотоксичными регулировками.

Устанавливаемые в выхлопных трактах автомобилей нейтрализаторы снизили суммарный выброс токсичных веществ, например в США, с 76 в 1980 г. до 55 млн. т в 1985 г. Нейтрализаторами в этой стране оборудованы более 85% автомобилей [9].

Различают три метода нейтрализации: термическую, каталитическую и жидкостную. Первые два метода целесообразно сочетать с фильтрацией твердых частиц (сажи) [9].

Термическая нейтрализация.

Термическое обезвреживание на основе принципа продуктов неполного сгорания при условии поддержания высоких температур и дополнительного окислителя.

По данным J. Eltinge [3] при работе карбюраторного двигателя на бедных смесях тепловой экран уменьшает концентрацию  $C_xH_y$  в ОГ на 10-23 % (в зависимости от угла опережения зажигания).

Тепловые реакторы реакционные камеры интегрированы в выхлопной системы двигателя. Оптимальный поток процесса окисления соответствует добавлению вторичного воздуха в количестве 15-40% от потока выхлопных газов.

В пламенных дожигателях температура ОГ повышается вследствие сжигания дополнительного количества топлива, впрыскиваемого через дополнительную форсунку. Эти преобразователи из-за сложности должны развивать высокий огонь дополнительное топливо не используются широко. [10]

Таким образом, термическая нейтрализация является малоэффективным способом снижения токсичности ОГ.

Каталитическая нейтрализация.

Метод каталитической нейтрализации ОГ ПДВС – один из наиболее перспективных.

Сущность этого способа заключается в беспламенном окислении горючих компонентов ОГ на поверхности катализатора.

В каталитических нейтрализаторах (КН) используют высокоактивные катализаторы, содержащие платину, палладий, никель, хром, медь, оксиды металлов и редкоземельные элементы.

В качестве катализаторов применяют и природные материалы, например, дуниты, цеолиты и другие.

В присутствии платиновых и палладиевых катализаторов обеспечивается снижение содержания СО в ОГ на 50-80 % . Снижение содержания  $C_xH_y$  при этом происходит на 20-1000 %, а при использовании меднохромокислых катализаторов на 80 % [9].

При использовании всех названных выше катализаторов содержание сажи в ОГ снижается примерно в 1,1-2 раза, выбросов альдегидов в 3-10 раз, кроме этого отмечается снижение уровня запаха ОГ.

Необходимо отметить то, что существующие к настоящему времени катализаторы, имеют высокую эффективность лишь на режимах эксплуатации, обеспечивающих температуры ОГ на входе в нейтрализаторы порядка 520-750 К. При этих температурах, нейтрализаторов уменьшение окислительно-восстановительного оксидов азота, 40-60%, 60-80% углеводородов, окиси углерода, - 70-90% [4]. В самом деле, температура выхлопных газов часто намного ниже. Таким образом, одним из наиболее перспективных путей повышения эффективности каталитического нейтрализатора для преобразования дизельных двигателей постоянной мощности.

В Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова разработан целый ряд каталитических нейтрализаторов ОГ дизелей с пористыми оболочными носителями катализатора [3], получаемых с помощью самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС - технологий).

ЦНИДИ в содружестве с Государственным институтом прикладной химии разработал образцы блочных катализаторов на основе соединений Си, Cr, сочетающие высокую эффективность с устойчивостью к отравляющему воздействию  $SO_2$  и других агрессивных веществ.

КН испытывают серьезные тепловые и механические нагрузки во время работы. Следствием этого является то, что производство конструктивных элементов дорогим из нержавеющей стали.

Жидкостная нейтрализация.

Жидкостная нейтрализация ОГ ПДВС является достаточно разработанным и апробированным методом снижения вредных выбросов. Она основана на задержании сажи, твердых частиц и химической очистке ОГ путем пропускания их через воду или водные растворы химических реагентов.

Очистка газов от сажи осуществляется на 10-80 % в зависимости от режима эксплуатации ПДВС. В жидкостных нейтрализаторах происходит значительное снижение уровней запаха ОГ и эффективное глушение шума выхлопа.

Сложность обслуживания жидкостных нейтрализаторов заключается в частой схеме растворов в реакторах (как правило, каждые 8 часов работы); необходимости дозаправки водой через каждые 1,5-2 часа.

Кроме того, преобразователи считаются недостатки: вес и большой размер, неэффективность СО для очистки отходящего газа и оксидов азота, не могут быть использованы в условиях отрицательной температуры окружающей среды [8].

Поддержание технического состояния двигателя и его малотоксичные регулировки

Применение индивидуальных регулировок элементов систем питания и зажигания может обеспечить более низкий уровень токсичности при работе двигателей.

Основные регулируемые параметры, определяющие токсические свойства воздушно-топливной смеси периода сгорания двигателя и ориентации во время рабочего цикла.

Наиболее известный способ воздействия на выбросах, чтобы изменить угол опережения коррекции впрыска топлива в дизельных двигателях и угле зажигания двигателя. [23]

Регулирование коэффициента избытка воздуха ( $\alpha$ ) приводит к изменению состава ОГ. Увеличение коэффициента избытка воздуха приводит к снижению выбросов продуктов неполного сгорания углеводородов и оксида углерода.

У дизелей сброс нагрузки с точки зрения выброса вредных веществ не представляет никакой проблемы, так как изменение параметров рабочего процесса при этом имеет благоприятный характер. При резком возрастании нагрузки увеличивается цикловая подача топлива до максимальной величины, допускаемой конструкцией и регулировками топливopодающей аппаратуры и не зависящей практически ни от начального, ни от конечного уровня нагрузки. Двигатель предметный перегрузки в режиме вопрос со всеми вытекающими последствиями: .. ухудшение Карбюратор, увеличение физической и химической неполного сгорания и т.д. Все эти явления приводят к увеличению выхода сажи, окиси углерода и других вредных продуктов неполного сгорания. Выход окислов азота при этом значительно снижается [8].

Влияние основных неисправностей дизелей на уровни вредных выбросов и экономичность подробно рассмотрены в работе [8].

Вывод: Выполненные к настоящему времени исследования позволяют с большим или меньшим эффектом решать вопросы, связанные со снижением токсичности ОГ, с повышением эффективности расходования топлива ПДВС. Однако задачи уменьшения расходования кислорода атмосферы и снижения температуры выбрасываемых в нее ОГ практически даже не обсуждаются.

### 3 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАЗЛИЧНЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ПДВС

#### 3.1 Альтернативные топлива

Процесс развития конструкций двигателей внутреннего сгорания должен быть подчинен современным требованиям норм охраны окружающей среды. Эти требования касаются не только самих двигателей, но также применяемых топлив. Здесь мы имеем дело с более современными технологиями переработки нефти, новыми добавками к топливу и альтернативными топливами.

В качестве нетрадиционных видов моторных топлив могут применяться газообразные (метан, природный газ, водород, пропан, метанол, этанол и их смеси), жидкие (спирты, бензол, каменноугольные смолы), синтетические жидкие топлива (продукты переработки сланцев, угля и другие)[6, 9, 16 и др.].

Альтернативным топливам относятся топлива, не являющиеся продуктами переработки нефти. Проще, альтернативными топливами являются все топлива, применяемые для заправки автомобилей, за исключением бензина и дизельного топлива. Иногда модифицированные топлива: бензин и дизельное топливо также называют альтернативными топливами. Группа альтернативных топлив представлена в табл. 3.1.

Любое альтернативное топливо имеет свои преимущества и недостатки, среди которых самыми важными являются:

- производственные издержки,
- доступность для потребителя,
- воздействие на окружающую среду,
- необходимость приспособления двигателя к процессу питания

новыми топливами,

- безопасность использования,
- одобрение потребителем.

Таблица 3.1

Группа альтернативных топлив

<b>Альтернативные источники энергии</b>	
Природный газ (метан)	$\text{CH}_4$
Пропан	$\text{C}_3\text{H}_8$
Бутан	$\text{C}_4\text{H}_{10}$
Метанол	$\text{CH}_3\text{OH}$
Этанол	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
Водород	$\text{H}_2$
Диметил-эфир	$\text{CH}_3\text{OCH}_3$
Электрическая энергия	
<b>Производные нефти</b>	
Модифицированный бензин	
Модифицированное дизельное топливо	

Например, этанол очень широко применяется, как смесь под названием „gasohol“, состоящая из 90% объемной доли бензина и 10% этанола. Также этанол и природный газ хорошо приняты потребителями. В свою очередь водород считается наиболее „чистым топливом“ и до сих пор не является достаточно распространенным, потому что отсутствуют применяемые технические решения для использования. Это, в частности, касается решений по размещению водорода на борту автомобиля. Нерешенной технической задачей является также получение водорода в промышленных масштабах при достаточно малых затратах. Ряд существующих технологий получения водорода основывается на использовании нефти в качестве исходного сырья. Эта ситуация лишает смысла применение водорода в качестве моторного топлива; смысл появится в том случае, если будут найдены экономичные способы получения водорода из воды или на основе использования возобновляемых источников энергии. Электрический привод считается одним из чистых источников энергии, применяемым в средствах транспорта, однако цены элек-

тромобилей намного выше, чем цены автомобилей, заправляемых обычными топливами.

Следует иметь также в виду, что при рассмотрении вредных выбросов за весь цикл применения водорода, включая составляющую цикла по выработке электроэнергии, используемой при электролизе воды, привлекательность применения водорода в значительной мере теряется. Только в случае работы электростанций на природном газе, а не на угле, привлекательность водорода в качестве "чистого" топлива оказывается вне сомнения. Следует при этом также иметь в виду, что установленные мощности ДВС на автомобилях на порядок превосходят мощности электрических станций, работающих на различных топливах. Применение модифицированных бензинов в значительной степени снижает уровень эмиссии токсических компонентов отработавших газов и дает соизмеримые эффекты в охране окружающей среды по сравнению со стандартным бензином.

Метанол и водород на сегодняшний день по сравнению с другими альтернативными топливами являются слишком дорогими топливами, для того чтобы их применять широко для питания двигателей внутреннего сгорания. Однако введением соответствующих законов и применением определенных экономических стимулов (государственные дотации, освобождение от налогообложения и т.п.) цены водорода и спиртов можно значительно снизить. В последнее время стоимость электромобилей не является конкурентной по отношению к ценам автомобилей, заправляемых другими альтернативными источниками энергии. Транспортные средства с электрическим приводом будут более конкурентоспособными в случае увеличения эффективности и энергоемкости аккумуляторов. Применение альтернативных топлив должно в глобальном расчете, благодаря снижению эмиссии токсических компонентов отработавших газов, обеспечить более низкую стоимость эксплуатации автомобилей.

Водород считается топливом будущего, он широко распространен в природе (до 1% массы Земли), неядовит, имеет высокую теплоту сгорания. Создание на основе базовой конструкции ППДВС двигателя с частичным (в дальнейшем полным) замещением традиционного топлива водородом, является одним из самых перспективных направлений по снижению токсичности ОГ [8, 14].

Следует также обратить внимание на более высокую теплоту преобразования метанола (1102 кДж/кг), чем у этилового спирта (850 кДж/кг), а также у бензина (330 кДж/кг) и у дизельного топлива (250...270 кДж/кг), что в ряде случаев обеспечивает положительные эффекты. Например, обеспечивается снижение температуры "свежей" порции топлива и повышается наполнение двигателя. Также снижается максимальная температура цикла, что положительно влияет на снижение эмиссии NO<sub>x</sub>. Оба спирта характеризуются более высоким, чем у бензина, октановым числом и низким цетановым числом [4].

#### Природный газ.

Сжатый природный горючий газ (CNG), а также сжиженный природный газ (LNG) являются привлекательными альтернативными топливами для двигателей внутреннего сгорания. В настоящее время природным газом питается приблизительно 1200 тыс. автомобилей во всем мире, из них - 40 тыс. в США [68]. Природный газ (GN), обеспечивает более чистое сгорание, является широко распространенным и более дешевым, чем бензин или газойль. Его ресурсы во всем мире являются очень большими. Даже значительное увеличение спроса только в небольшой степени уменьшит эти ресурсы. Поэтому не предвидится, что развитие транспортных средств, применяющих в качестве топлива природный газ (GN), приведет к значительному росту его цены. По предсказаниям, цены газа будут незначительно снижаться, а потом в течение двух деkad незначительно возрастут [10, 11]. Двигатели, питаемые GN, характеризуются очень низкой

эмиссией реактивных углеводородов, CO и твердых частиц. Основным компонентом GN является метан (85...95%). К остальным компонентам следует отнести сложные углеводороды, азот и воду. Из-за того, что молекулы метана окисляются без промежуточных продуктов, эффективное сгорание и низкий уровень эмиссии токсических компонентов возможны в случае сгорания при достаточном количестве воздуха. В идеальных условиях сгорания отработавшие газы содержат только четыре компонента: водяной пар, CO<sub>2</sub>, азот и избыточный кислород.

В реальном процессе сгорания отработавшие газы содержат несгоревшее или частично окисленное топливо, окись углерода (CO), окись серы, окись азота (NO), двуокись азота (NO<sub>2</sub>), которые обычно представляются как NO<sub>x</sub>, а также твердые частицы PM, образующиеся вследствие попадания в камеру сгорания смазочного масла.

Главной составляющей, загрязняющей окружающую среду в процессе сгорания GN, является не сгоревший метан, причиной появления которого являются неправильные пропорции составляющих топливовоздушной смеси, а также неполное перемешивание реагентов. Так как образующиеся при сгорании метана отработавшие газы химически менее активны, чем газы, содержащие тяжелые углеводороды, возникающие в процессе сгорания бензина и дизельного топлива, они незначительно загрязняют воздух. Проблемой, как в процессе сгорания метана, так и в случае сгорания бензина или дизельного топлива является эмиссия NO<sub>x</sub>. Избыток воздуха, образующийся при сгорании обедненной смеси, приводит к снижению эмиссии NO<sub>x</sub>.

Пропан-бутан.

Сжиженный газ пропан-бутановый газ LPG (Liquified Petroleum Gas), являющийся смесью нефтяного газа и природных газов, находится в жидком состоянии при температуре окружающей среды и давлении ниже 1,4 МПа. Применяется в качестве топлива в автомобилях свыше 60 лет. Является наиболее распространенным топливом среди всех альтернативных топлив - в настоящее время

3,9 млн. автомобилей во всем мире используют его в качестве топлива. Требуются такие же конструктивные изменения в двигателе с искровым зажиганием, как и в двигателях, питаемых сжатым природным газом (CNG). Дополнительно применяется испаритель для преобразования жидкости в пар до момента ее подачи в топливо-воздушный смеситель. В газообразном состоянии LPG имеет в два раза большую плотность, чем CNG. LPG характеризуется высоким значением октанового числа, в связи с этим возможно сконструировать двигатель питаемый LPG, к.п.д. которого будет выше, чем в бензиновом двигателе с искровым зажиганием. Так как LPG хранится в жидком состоянии, можно его значительно больше заправить в автомобиль, чем CNG. Топливные баки, в которых хранится LPG, запроектированы на рабочее давление примерно равное 1,7 МПа. Для того, чтобы иметь такое же количество энергии, как в автомобилях, питаемых бензином, топливные баки автомобилей, питаемых LPG должны по объему быть на 45% больше, чем бензиновые.

Эмиссия в двигателях внутреннего сгорания питаемых LPG, сопоставима с эмиссией двигателей, использующих CNG. Пропан ( $C_3H_8$ ), главный компонент LPG, более способен к химической реакции с озоном, чем метан (главный компонент природного газа), что приводит к образованию смога. Свойство это, однако, проявляется в меньшей степени, чем при использовании других углеводородов. Молекула пропана имеет более сложную структуру, чем молекула метана и поэтому в случае неполного сгорания пропана возникает большее количество вредных продуктов, выбрасываемых с отработавшимися газами, но меньшее чем в процессах сгорания бензина и дизельного топлива.

Отработавшие газы после сгорания как LPG, так и природного газа, содержат незначительные количества CO и твердых частиц. Эмиссия  $NO_x$  может быть незначительно выше для LPG, чем для бензина, что вызвано более высокой температурой сгорания. Однако можно ее уровень контролировать с помощью нейтрализаторов. Нижний предел калорийности пропана

приблизительно равен природному газу и незначительно выше, чем у бензина. Двигатели, питаемые LPG, должны быть более экономичными, чем питаемые бензином. Объемное содержание энергии топлива LPG значительно ниже, чем у бензина (0,73:1). LPG - газ более тяжелый, чем воздух и поэтому может более часто служить причиной возникновения пожаров, чем CNG. Типичные компоненты LPG указаны в табл. 1.5. Вопреки всеобщему мнению газы LPG и CNG являются более безопасными, чем бензин [5, 14, 29].

LPG применяется в качестве топлива в газодизельных двигателях, в которых пары топлива смешиваются с засасываемым воздухом и двигатель, питается двумя топливами: LPG и дизельным топливом, при больших его нагрузках. Воспламенение вызывается небольшой запальной порцией дизельного топлива.

Состав смеси пропана и бутана в топливе LPG зависит от климатических условий, в которых LPG употребляется. В Польше данное топливо содержит летом 40% пропана и 60% бутана, а зимой пропорция является противоположной. Это связано с тем, что давление паров бутана ниже (при 37,8 °C равно 0,26 МПа), по отношению к давлению паров пропана (при 37,8°C - 1,2 МПа), что оказывает влияние на способность перехода этих топлив в газовое состояние.

В МАДИ совместно с Институтом химической физики РАН проводилось изучение скоростей горения ряда газообразных топлив. В разделе 4 части II приведены результаты этих исследований.

Спиртовые топлива.

Для питания двигателей внутреннего сгорания можно применять: метиловый спирт (метанол) ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), этиловый спирт (этанол) ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), а также бутанол ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ). Они могут быть основными топливами двигателя, или применяться в качестве присадок к стандартным топливам. Заинтересованность в потреблении метанола в двигателях внутреннего сгорания является очень большой в государствах, имеющих собственные ресурсы каменного угля и недостаточные запасы нефти.

Этиловый спирт можно получить с помощью синтеза этилена или ацетона.

Месторождения как природного, сжиженного пропан-бутанового газов, так и нефти не возобновляются. Метанол можно производить из природного газа, угля, биомассы или городских отходов. В США метанол в основном производится из природного газа. Однако во время производства метанола имеют место большие энергетические затраты и поэтому решение проблемы таким способом не является самым лучшим. Более экономным является производство метанола из угля, причем и этот процесс требует определенных энергетических затрат. При производстве метанола из угля образуются значительные количества CO - больше, чем при производстве бензина.

Энергетический коэффициент полезного действия производства метанола из угля составляет приблизительно 45...50 % т.е. он достаточно близок к значению 40%, характерному для производства дизельного топлива и бензина методом Fischera-Tropscha. В случае производства метанола из дерева этот коэффициент колеблется в пределах 42...50%, а полученного из природного газа-60...70% [3].

Метанол является превосходным топливом для двигателей внутреннего сгорания, имеет высокое значение октанового числа и обеспечивает бездымное сгорание. В качестве топлива применяется в основном смесь М85 (85% метанола и 15% углеводородов), а также чистый метанол М100 (100% метанола). При применении метанола коэффициент полезного действия двигателя возрастает на 5... 10% по сравнению с двигателем, работающим на бензине. Возможности получения метанола из биомассы или городского мусора могут способствовать более широкому его применению в качестве альтернативного топлива.

Самой важной проблемой, связанной с процессом сгорания метанола, является образование альдегидов, в основном формальдегида. Двигатели, питаемые метанолом, выбрасывают в атмосферу несгоревший метанол, который

менее реактивен, чем смесь несгоревших углеводородов, выбрасываемых бензиновыми и дизельными двигателями.

При низких температурах окружающей среды высокая теплота парообразования является недостатком метанола и этанола по сравнению с природным и сжиженным нефтяным газами.

Следует отметить, что при температурах ниже  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  очень сложно испарить метанол. Метанол не пригоден для питания немодифицированных двигателей с воспламенением от сжатия. Из-за плохой воспламеняемости в дизелях необходимым оказывается применение дополнительных средств, обеспечивающих воспламенение. Недостатком метанола является также малая его распространенность и доступность для потребителей.

Этанол также является спиртом и имеет свойства, близкие к свойствам метанола. В США в основном получают его в процессе брожения зерен кукурузы. Этанол применяется для питания автомобилей в виде смеси, называемой "gazohol" (90% бензина и 10% этанола). Экономической проблемой, ограничивающей применение этанола в качестве топлива, является то, что во время его производства затрачивается больше энергии, чем получается в процессе его сгорания.

Этанол может храниться в баках и подаваться в двигатель с помощью оборудования, аналогичного применяемому для бензина. Однако оборудование это должно быть коррозиестойчивым.

Как и в случае метанола, проблемой при применении этанола является выброс с отработавшими газами альдегидов, в основном ацетальдегида. Автомобили, питаемые этанолом, выбрасывают в атмосферу несгоревший этанол. При низких температурах, как и в случае метанола, появляется проблема, связанная с высокой теплотой парообразования. Этанол имеет меньшую теплоту сгорания. По сравнению с бензином этанола расходуется на преодоление одинакового расстояния в 1,5 раза больше и еще больше это справедливо в случае метанола.

Поэтому, метанол и этанол не слишком пригодны для применения в дизелях без предварительного приспособления.

Из анализа основных физико-химических свойств метилового спирта (метанола) и этилового (этанола) следует, что они имеют близкую по значению теплотворную способность стехиометрической смеси. Температура вспышки метилового спирта составляет 743...773 К, т.е. выше, чем этилового спирта - 665 К. Поэтому метиловый спирт более приемлем для питания двигателей с принудительным зажиганием при более высокой степени сжатия.

Водородное топливо.

С точки зрения энергоемкости, а также эмиссии токсических компонентов в отработавших газах, водород является самым лучшим из всех возможных топлив. Молекула водорода - самая простая по своей структуре и во время ее окисления возникает вода, самое "мягкое" вещество, содержащееся в отработавших газах. Однако азот, содержащийся в воздухе, служит причиной возникновения NOx в двигателях, работающих на водороде. Моторное масло, попадающее в камеру сгорания, служит источником появления в выпускных газах HC и CO в небольших количествах. Водород можно хранить в виде гидридов металлов, но даже применяя эту технологию, количество размещаемого на автомобиле водорода значительно меньше, чем бензина, LPG или даже CNG.

Вероятно, самой большой потенциал, связанный с применением водорода в качестве автомобильного топлива скрывается в топливных элементах. Водород в соединении с кислородом (воздухом) применяется для генерации тока в топливном элементе. Эту энергию можно применять для питания автомобилей. Топливные элементы могут заменить батареи в типичных электромобилях и таким способом исключить самую большую проблему, связанную с питанием автомобилей электрическим током - батарею. Эмиссия водородных двигателей низкая, поэтому можно их применять в автомобилях и устройствах специального назначения, например, в шахтах.

Нижний предел теплотворной способности водорода равен 120 МДж/кг и примерно в три раза больше, чем у бензина.

Проблемы, относящиеся к применению водорода в качестве автомобильного топлива, не связаны с эффективностью или эмиссией токсических компонентов отработавшихся газов, а связаны с распределением, хранением (на заправочных станциях и в автомобилях), а также с безопасностью. Водород можно получить в результате электролиза воды, для чего необходима затрата большого количества энергии. Возможно также его получение из биомассы, в результате гидрирования угля, частичного окисления углеводородного топлива, а также применяя солнечную энергию. Себестоимость этих методов, в пересчете на энергетическую единицу, в 2-10 раз выше, чем получения природного газа.

#### Растительные топлива и их эфиры.

Ежегодное потребление нефти изменяется и прямо зависит от экономической конъюнктуры в мире. Однако является фактом, что наблюдается перманентный рост цен основного энергетического сырья для производства топлива для двигателей. Владельцы нефтяных месторождений сознают, что играют доминирующую роль во всемирной политике, реализуют в настоящее время политику экономной добычи ресурсов. Долгосрочный прогноз предусматривает, что вследствие роста потребления природных ресурсов возрастает концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере (парниковый эффект). Такое состояние воспринимается как очень тревожное явление и поэтому необходимым является поиск новых альтернативных источников энергии, в том числе растительных топлив. Последние исследования подтверждают, что в результате парникового эффекта увеличивается температура земной атмосферы. Этот эффект, в частности, вызванный эмиссией CO<sub>2</sub>, ограничивает излучение теплоты (в виде инфракрасного излучения) в космическое пространство. В результате происходит потепление водяных акваторий, что приводит к значительному росту массы планктона, как следствие, возникает явление трансгрессии морей.

Поступившая в атмосферу двуокись углерода абсорбируется масличными растениями, т.е. имеет место замкнутый цикл. Замещение нефти растительными топливами целесообразно с точки зрения безопасности обеспечения поставок топлива, так как основные ресурсы нефти находятся в странах с нестабильной политической ситуацией (Ближний Восток). Развитие производства растительных топлив в странах, не имеющих своих нефтяных месторождений, устраняет угрозу политического шантажа.

В этом разделе, в основном, представлены некоторые результаты исследований, относящиеся к применению растительных топлив: соевого масла (OS), пальмового масла (OP) и его эфиров Crude Palm Oil (CPO) и Crude Palm Stearin (CPS), подсолнечного масла (OSi), рапсового масла (OR) и его эфиров (EMKOR) в двигателях внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия в установившемся режиме работы и смесей рапсового масла со стандартным дизельным топливом в неуставившихся режимах работы двигателя.

Применение растительных топлив лишь частично решает проблему уменьшения выбросов CO, так как углерод присутствует в молекулах растительных масел и их производных.

### 3.2 Источники растительного топлива

На Земле существует несколько климатических зон, в которых выращиваются масличные растения, являющиеся сырьем для производства растительных масел и их эфиров. Например, рапс выращивается в Центральной Европе и в некоторых частях Азии. С 1 гектара рапса получается 1000 кг метилового эфира (EMKOR).

К ведущим производителям сои принадлежат: Бразилия, США, Аргентина и Китай. Урожай сои, в зависимости от региона выращивания, достигает 1600...2700 кг/га [6].

Семена подсолнечника в количестве 2400...3200 кг/га можно выращивать на полях Австрии, Южной Африки, США, Канады и Испании. Кокосовые пальмы выращивают в субтропических зонах земного шара.

Максимальное воздействие на процессы впрыскивания, распыливания, смесеобразования и сгорания оказывают цетановое число, вязкость и в меньшей степени - поверхностное натяжение топлив

Растительные масла и их сложные эфиры.

Растительные масла являются глицеринами (глицериновыми эфирами ненасыщенных жирных кислот). Получают их в процессе гидравлической обработки растений. По своей химической структуре они отличаются друг от друга только содержанием углерода и уровнем насыщения жирной кислоты, которая соединена с глицерином. Таким образом, все растительные масла являются горючими веществами и могут быть применены для подачи двигателей с воспламенением от сжатия. Наиболее распространенные растительные масла, использование этого проводят исследования являются: рапс, подсолнечное и пальмовое. Тепловая неустойчивость и высокая вязкость затрудняют их использование в качестве альтернативного топлива. Таким образом, их сложные эфиры получают. Метилловые эфиры высших жирных кислот, таких как рапсовое масло, получают промышленными способами с применением сложных эфиров процесса алкоголизации, т.е. триглицерин путем взаимодействия со спиртами в присутствии кислот и катализаторов. Для получения сложных эфиров растительных масел с использованием процесса гидролиза в присутствии катализаторов. Поверхностное натяжение потребление растительного меньше, чем значение  $\sigma_{\text{поверхности}}$  дизельного топлива в его высокой вязкости.

С помощью катализаторов (например, калийного) метиловый эфир отделяется от побочных продуктов, которые нельзя использовать в качестве топлива (глицерин, корм). В этом случае имеем дело с замкнутым производственным циклом в сельском хозяйстве и химической

промышленности. Согласно германским оценкам - на территории этой страны можно заправить метиловым эфиром жирной кислоты рапсового масла 500 автозаправочных станций - стоимость производства 1 литра метилового топлива (без стоимости сырья) приблизительно равна 0,15-0,20 [ДМ].

Другой страной, в которой в промышленных масштабах производится метиловый эфир жирной кислоты, но из пальмового масла, является Малайзия. Применяют его в качестве топлива в автобусах Мерседес-Бенц, используемых в городах [5].

В переработке пальмового масла различают два производственных этапа:

- этерификация жирных кислот, присутствующих в рапсовом масле, на метиловые эфиры,
- трансэтерификация глицеринов на метиловые эфиры.

Отделением глицеринов от метиловых эфиров обеспечивается возникновение метанола в процессе трансэтерификации. В качестве продуктов данной реакции получается метиловый эфир пальмового масла Crude Palm Oil (CPO) и метиловый эфир пальмового стеарина Crude Palm Stearin (CPS). Следует подчеркнуть, что в процессе получения эфиров жирных кислот из масляных растений побочным продуктом является глицерин, необходимый для фармацевтики.

### 3.3 Сравнение физико-химических свойств растительных топлив и их сложных эфиров со свойствами дизельного топлива

Из сравнения физико-химических свойств растительных топлив и их сложных эфиров со свойствами дизельного топлива следует:

- растительные топлива и их эфиры имеют приблизительно на 8-17% меньшую калорийность (36 МДж/кг по сравнению с 43,84 МДж/кг для дизельного топлива),
- растительные топлива и их эфиры имеют на 9 % большую

плотность (0,917 кг/дм<sup>3</sup> и 0,839 кг/дм<sup>3</sup>), что частично компенсирует меньшую их теплотворную способность,

- цетановое число для отдельных растительных топлив сопоставимо по значению с дизельным топливом, для эфиров же оно незначительно выше; так, для эфира ЕМКОР - на 8%, для эфира СРО равно 62,4 (определено по методу ASTM D613),

- эфиры рапсового масла содержат в несколько раз меньше серы, чем дизельное топливо (0,02...0,05% - эфиры и 0,1% - дизельное топливо), эфиры пальмового масла содержат серы от 0,04% СРО до 0,002% СРС,

- эфиры растительных топлив содержат на несколько десятков процентов больше связанного кислорода в жирных кислотах, что улучшает процесс сгорания за счет снижения содержания сажи и твердых частиц (РМ) в продуктах сгорания, выбрасываемых двигателем в атмосферу,

- растительные топлива имеют приблизительно на один порядок большую вязкость, которая в значительной степени оказывает влияние на процессы впрыскивания и распыливания топлива. Высокая вязкость ограничивает применение этих топлив при низких температурах окружающей среды,

- вязкость эфиров растительных топлив примерно на 60% ниже, чем у самих топлив, что и является причиной более широких возможностей применения их для питания дизельных двигателей в климатических зонах с температурой до -20 °С.

Преимуществом растительных топлив и их эфиров является возможность смешивания их с дизельным топливом в любом соотношении.

Растительные масла имеют примерно на 8... 13% ниже поверхностное натяжение, чем ОМ, что оказывает воздействие на процесс распыливания топлива в камере сгорания двигателя [9,39].

Из анализа физико-химических свойств растительных топлив и их эфиров, а также смесей растительных топлив и эфиров с дизельным топливом

следует, что можно их применять для питания двигателей с воспламенением от сжатия с непосредственным впрыском, предкамерным смесеобразованием, а также в двигателях с наддувом. Наиболее широко известны исследования в области применения таких топлив в двигателях городских средств транспорта, боевых автомобилей, двигателях легковых и грузовых автомобилей [3, 9, 24].

На основе проведенных исследований установлено, что питание двигателя (с непосредственным впрыском) метиловым эфиром рапсового масла обеспечивает снижение эмиссии углеводородов HC, оксида углерода CO, дымности D, но вызывает увеличение эмиссии оксидов азота NO<sub>x</sub> и двуоксида углерода CO<sub>2</sub> в сравнении с двигателем, питаемым дизельным топливом (рис. 3.1).

Результаты исследований по изучению эмиссии токсических компонентов отработавших газов двигателем Фольксваген с предкамерным смесеобразованием, питаемого топливом ЕМКОР и для сопоставления - дизельным топливом ON, представлены на рис. 3.2. Двигатель нагружался в соответствии с исследовательским тестом US-FTP 75. И в этом случае получено снижение эмиссии углеводородов HC, окиси углерода CO, а также твердых частиц и увеличение эмиссии оксидов азота NO<sub>x</sub>.

На рис. 3.3 представлено итоговое сравнение эмиссии основных токсических компонентов отработавших газов, выбрасываемых 54 исследованными различными двигателями с непосредственным впрыском и с предкамерным смесеобразованием, питаемых поочередно дизельным топливом и метиловым эфиром жирной кислоты рапсового масла.

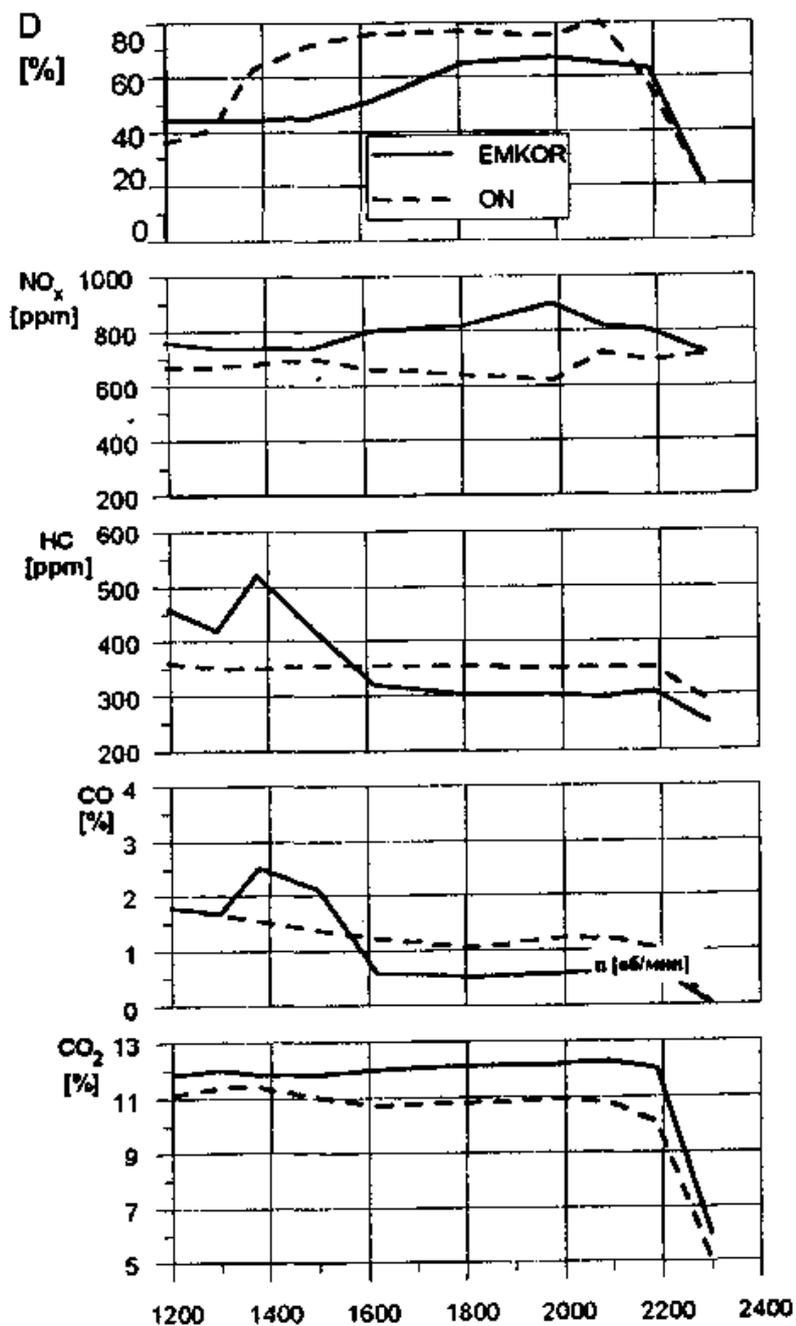


Рис. 3.1 - Сравнение эмиссии токсических компонентов выхлопных газов двигателя 1НС.102, питаемого поочередно метиловым эфиром рапсового масла и ON, при различных частотах вращения двигателя [3]

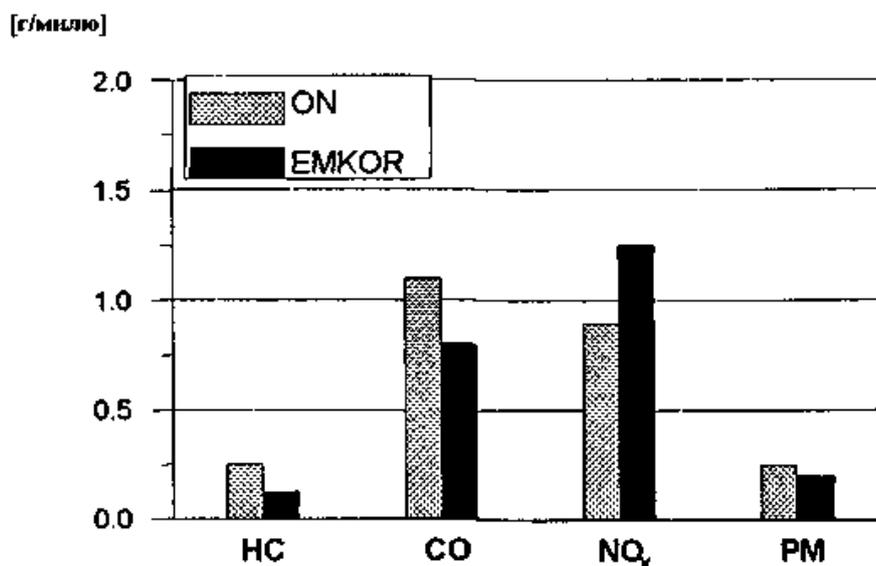


Рис. 3.2 - Эмиссия токсических компонентов отработавших газов по тесту US-FTP 75 для двигателя питаемого поочередно дизельным топливом и эфиром EMKOR[7]



Рис. 3.3 - Сравнение эмиссии токсических компонентов отработавших газов двигателей, питаемых поочередно метиловым эфиром рапсового масла и дизельным топливом [6]

Из рисунков 3.3 и 3.4 следует, что применение метилового эфира рапсового масла приводит к снижению эмиссии токсических компонентов отработавших газов, в основном CO, HC, твердых частиц и сажи, но к увеличению эмиссии оксидов азота по сравнению с двигателем, питаемым дизель-

ным топливом. Более "чистые отработавшие газы" выбрасываются в атмосферу из двигателя, оснащенного предкамерой. Если речь идет об эмиссии альдегидов и полициклических ароматических углеводородов, то на основе исследований, проведенных фирмами Фольксваген и Ауди [7], количество эмитированных альдегидов в двигателях, питаемых эфиром OR, возрастает в два раза, а углеводороды снижаются почти в два раза по сравнению с ON, при близком расходе топлива (рис. 1.14).

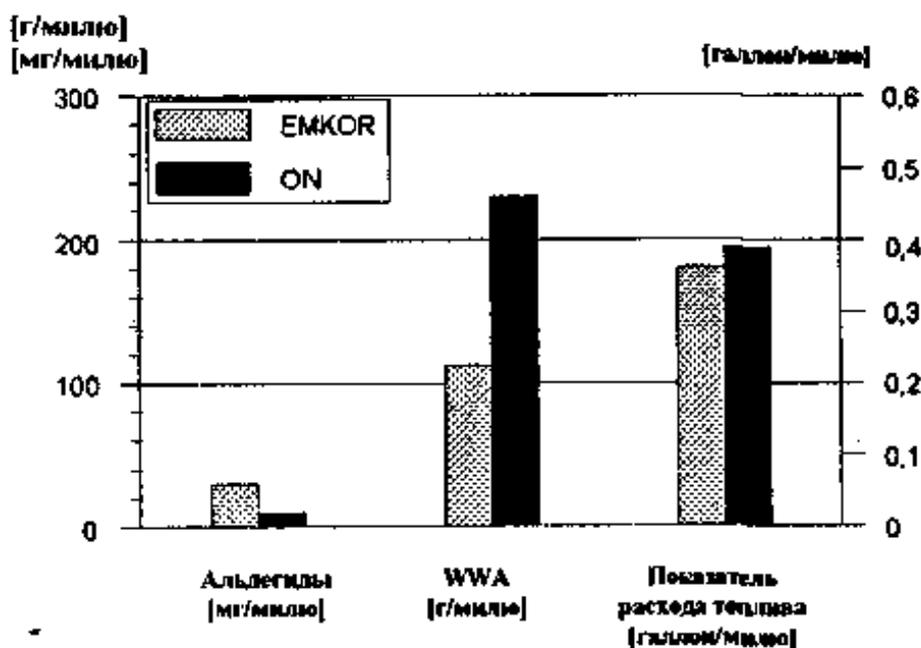


Рис. 3.4 - Сравнение эмиссии ненормируемых компонентов отработавших газов и расхода топлива по данным испытаний двигателя по исследовательскому тесту US-FTP 75 при питании поочередно дизельным топливом и метиловым эфиром рапсового масла [5]

В проведенных исследованиях двигатель работал поочередно на дизельном топливе, эфире EMKOR, рапсовом масле и соевом масле. Максимальное значение эмиссии отдельных специфических альдегидов, содержащихся в отработавших газах, получено для двигателя, питаемого рапсовым и соевым маслами. Суммарная эмиссия ненормируемых альдегидов была максимальной в случае питания двигателя рапсовым маслом.

Характерным является то, что при полной нагрузке двигателя эмиссия всех альдегидов значительно снижается. Вызвано это тем, что в камере сгорания двигателя при полной нагрузке температура намного выше, чем в ненагруженном двигателе. Более высокая температура в камере сгорания способствует полному сгоранию топлива, т.е. снижению эмиссии продуктов неполного сгорания.

В случае дизельного топлива, самая большая эмиссия в исследуемой системе имеет место в фазе конечного его потребления.

Проведено сравнение эмиссионных цепей отработавших газов в процессах производства DME и метанола из биомассы, метанола из природного газа и производства дизельного топлива.

Суммарное представление об эмиссии продуктов сгорания в цепи от источника, до потребления дает табл. 3.2.

Таблица 3.2

Сравнение эмиссионных цепей компонентов отработавших газов некоторых топлив, получаемых из разного исходного сырья [5]

№ п/п	Эмиссия [г/кВтч] Тест R49 13-ступенчатый	Компоненты отработавших газов						
		CO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	HC	CH <sub>4</sub>	PM
1.	DME из природного газа	792	2,24	1,85	<0,01	0,23	0,02	<0,01
2.	DME из биомассы	129	2,47	2,53	0,04	0,33	<0,01	<0,01
3.	Метанол из природного газа	837	0,24	4,45	<0,01	0,33	<0,01	0,05
4.	Метанол из биомассы	150	0,52	5,21	0,04	0,45	<0,01	0,05
5.	Дизельное топливо	753	0,85	7,10	0,42	0,321	0,20	0,10

#### Выводы

1. Применение альтернативных топлив позволяет обеспечить их производство из местного сырья, что особенно важно для ряда государств в аспекте политическом, экологическом и общественном.
2. Альтернативные топлива обеспечивают снижение эмиссии некоторых токсических составляющих отработавших газов в окружающую

среду.

3. Растительные топлива, снижая эмиссию  $\text{CO}_2$  в атмосферу, эффективно воздействуют на явление парникового эффекта.

4. CNG, LPG и метанол являются природными топливами, наиболее конкурентоспособными по отношению к углеводородным топливам. CNG и LPG в настоящее время становятся все более доступными. Они, в основном, применяются для питания легковых и грузовых автомобилей, оснащенных дизельными двигателями. Следует отметить, что в последнее время применяются электронные системы подачи топлива, однако их стоимость значительно выше, чем обычных средств конвертации двигателей для работы на альтернативных топливах.

5. Топливами CNG и LPG, в первую очередь, должны питаться двигатели тех автомобилей, которые эксплуатируются в городских агломерациях, в которых в настоящее время концентрация токсических составляющих отработавших газов является самой высокой.

6. Метанол и этанол следует считать перспективными топливами для средств транспорта.

7. Электромобили будут более широко применяться тогда, когда наступит революционный технологический перелом в производстве аккумуляторов и когда будет излишек дешевой электроэнергии.

8. Водород - как самое лучшее топливо в ближайшее время не найдет широкого применения из-за проблем, связанных с его хранением на автомобилях и проблемами безопасности.

9. Более высокие значения угла опережения впрыска оказывают влияние на интенсивности сгорания в начальной фазе и на уровень шума двигателя.

10. Применение растительных топлив в исследуемом дизельном двигателе с непосредственным впрыском топлива вызывает снижение уровня звука двигателя для всех значений частоты вращения по сравнению с

исследуемыми углеводородными топливами.

11. Применение растительных топлив в двигателе с непосредственным впрыском топлива оказывает менее вредное воздействие на человеческий слух, из-за снижения уровня шума в полосах спектра (800... 10000Гц).

Осуществление подачи природного газа на впуск дизелей приводит к росту выбросов  $\text{NO}_x$  на 20 %, газового конденсата – к снижению выбросов  $\text{NO}_x$  на 40-60 % [6].

Для улучшения характеристик самовоспламенения топлива в дизелях в спирты добавляют активаторы, например, триэтиленгликоль, динитрат, смазывающие и антиокислительные присадки [8].

При переводе дизелей на спирты проводят корректировки угла опережения впрыскивания топлива, оптимизируются размеры сопловых каналов форсунок, разгрузочный объем нагнетательного клапана ТНВД. Фирмой «Даймлер-Бенц» в результате проведенных работ по определению характеристик дизелей, работающих на спиртовых топливах, установлено, что при подаче до 40 % метанола на впуск двигателя происходит снижение выбросов  $\text{NO}_x$  на 30 % [6].

В исследованиях, проведенных канадским отделением фирмы General Motors на ДВС, работающем на смеси 85 % (по объему) неэтилированного бензина с 15 % метанола, содержание  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$  было существенно ниже норм, предусмотренных стандартом на содержание в ОГ  $\text{CO}$  и  $\text{C}_x\text{H}_y$  [12].

Добавлением к топливу присадок можно изменить ход реакции окисления углеводородов в сторону меньшего образования некоторых токсичных компонентов: оксида углерода, углеводородов, альдегидов, сажи и др.

Простейшей присадкой к топливу является вода. В случае применения водно-топливной эмульсии (ВТЭ), за счет явления микровзрыва

частиц воды, распыление топлива улучшается, за счет этого его расход снижается на 4,5-7,5 % [8].

При использовании ВТЭ с 15 % воды по массе происходит сокращение выбросов оксидов азота на 40 %. При этом температура ОГ снижается на 20-25 %, головки цилиндра на 10-12 % [8].

Для решения задачи уменьшения дымности дизелей используют антидымные присадки. Большинство из них содержат в своем составе металлы: барий, никель, кобальт, хром, железо, медь, алюминий, цинк и др.

Применение малотоксичных регулировок совместно с добавлением присадок в топливо благотворно влияет на уровне содержания CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> и сажи в ОГ – они сокращаются в 2,5 раза [5].

Есть данные, что выбросы оксидов азота, составляющие в общей токсичности до 92 % на режиме полной мощности в 1,9 раза превышают нормы. В случае применения присадки SLD фирмы "Лабофина" (Бельгия) они составляют только 0,7 от нормы. Российские ученые совместно с коллегами из нидерландской компании Ай-Си-Ди создали фетерол - высокооктановую добавку к бензину, делающую его соответствующим зарубежным и отечественным санитарным нормам [5].

Применение в качестве добавки к бензинам метилтретичнобутилового эфира снижает содержание в автомобильных выхлопах угарного газа на 10-21 %, несгоревших углеводородов - на 5-10% и вредных летучих соединений - на 13-17% [5].

В настоящее время достаточно эффективно зарекомендовали себя следующие антидымные присадки, содержащие в своем составе барий: "Прадайн-12" (США), "Экосол-Авто" (Нидерланды), "Лубризолб-565" (Франция) и др. В ФРГ есть опыт использования в качестве антидымных присадок солей, содержащих в своем составе до 40 % кальция, водных растворов кобальта, магния и хлора [8].

Перевод дизелей на работу на новом альтернативном топливе (диметиловом эфире) позволяет при сохранении мощностных и экономических показателей на том же уровне, как на дизельном топливе, существенно улучшить экологические характеристики (разработки фирм «Haldor Topsøe A/S» Дания, «AVL List GmbH» Австрия) [12].

Выводы: Применение альтернативных топлив позволяет обеспечить их производство из местного сырья, что особенно важно для ряда государств в аспекте политическом, экологическом и общественном. Альтернативные топлива обеспечивают снижение эмиссии некоторых токсических составляющих отработавших газов в окружающую среду.

## 4 ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ АНИМАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

### 4.1 Средства мультимедиа

Необходимость использования компьютерных мультимедийных технологий в процессе обучения и самообучения – это неоспоримый факт. Но когда дело доходит до реальности всех мультимедийных возможностей в приложении к творчеству мультимедийной презентации автора, электронный гид? Иногда проблема не легкий выбор и разработку необходимого программного инструмента из-за отсутствия знаний пользователей новых медиа-технологий, их нежелание учиться или просто путаницы с выбором. Термин «носитель» в целом относится к способности компьютерных систем, таким как обработка и вывод аудио, видео, информация об изображении [8,10,18].

При творческой интеграции всех этих возможностей в единую цифровую среду получается мультимедийный продукт – синтез реализованных знаний автора и функциональных возможностей программного инструмента. Компьютерная революция сбылась перед нашими глазами в течение последних двух десятилетий, не может повлиять на систему государственного образования. Учитывая мнение, что эта система принявшего персональный компьютер, мы должны, во-первых, следует отметить уникальность этой ситуации. С одной стороны, это естественный объект обучения, с другой стороны - это ценный инструмент для поддержки процесса общего образования.

Появление персональных компьютеров – это революционный прорыв на фронте развития информационных технологий. Компьютер обладает уникальной особенностью. С одной стороны, он является объектом изучения,

а с другой – сам может служить техническим средством обучения [7,4]. Многие учителя используют компьютер для подготовки учебных документов, а учащиеся готовят с помощью компьютера домашние задания.

Компьютерная презентация – это файл, в который собраны материалы выступления, подготовленные в виде компьютерных слайдов. В присутствии диапроектора можно ожидать, что экран в увеличенном виде. Преимущества показа слайдов могут включать в себя последовательность изложения. При воспроизведении изображения легко удерживать внимание аудитории; возможность использовать официальные криватки.

Презентация – это не только то, что видит и слышит аудитория, но и заметки для выступающего – как расставить акценты, о чем не забыть; мультимедийные эффекты. Слайд презентации – это не просто изображение, в нем могут быть элементы анимации, аудио- и видеофрагменты; копируемость. Копии презентации создаются мгновенно, поэтому каждый желающий может получить материалы презентации на руки; транспортабельность. Дискета с презентацией гораздо компактнее рулона плакатов, при этом файл презентации можно легко переслать по электронной почте или опубликовать в Интернете [6]. Из этого следует, что презентация представляет собой серию независимых сайтов: если текст и иллюстрации не помещаются на одной странице, то избыток должен быть переведен на новый сайт и потерь. Распространение информации по страницам презентации, сделанного пользователем, и в его распоряжении имеется широкий ассортимент готовых объектов. Самое главное в программе презентации - это не число необычных функций и простоте реализации и степень автоматизации операций, необходимая для выполнения более часто

Если аудитория слушателей не большая, то показ можно осуществлять с экрана компьютера. Для больших аудиторий применяются либо большие экраны, либо проекторы. Готовя презентацию, надо учитывать

возможности устройств (разрешающую способность, яркость, контрастность), на которой она будет показана.

Существует три способа проведения показа слайдов, управляемый докладчиком, управляемый пользователем и автоматический. При использовании слайдов, управляемых докладчиком, отображаются все слайды во весь экран (наиболее типичная ситуация), а презентацию обычно ведет докладчик. Этот способ показа слайдов наиболее приемлем для доклада [4]. Этот режим подходит для отображения презентаций на большом экране или презентации на конференции. В случае показа слайдов пользователя управляемого, показанных на маленьком экране, например, при просмотре пользователя корпоративной сети. Слайды отображаются в небольшом окне; Есть горки изменить команды и команды редактирования скопировать и распечатать слайды. В этом режиме, переход на следующий слайд, используя полосу прокрутки, которая может работать другое приложение.

Компьютерные технологии открыли новые возможности для создания самими преподавателями иллюстративного материала: видеофильмов, слайдов, слайд - фильмов. Отснятые цифровыми фото- и видеокамерами материалы легче обрабатывать на компьютере. Сканер позволил вводить в компьютер изображения изделий, иллюстрации из печатных изданий, фотографии, а графические редакторы – устранить в них дефекты, выбрать нужный формат, изменить цвет, яркость, контрастность, удалить лишние детали, вырезать отдельные фрагменты и составить из них новые изображения.

Применение на уроках компьютерных слайд - фильмов как нельзя лучше отвечает поставленным задачам, так как обеспечивается самостоятельный и творческий подход к получению информации, воспитывается логическое мышления и техническая грамотность, активизируется учебный процесс [10]. Основная функция средств наглядности - иллюстрация, помощь в наиболее

полном и глубоком понимании образа того или иного предмета или явления. Обоснованное применение компьютерных слайд - фильмов способствует активизации познавательной деятельности учащихся развития зрительной памяти, логического мышления, способствует воспитанию культуры труда.

В настоящее время в российской системе высшего образования, компьютер достаточно широко внедрен в образовательный процесс. Разработано большое количество различных специализированных программ и их комбинаций, которые опробованы и применяются в учебном процессе. Несомненно, компьютер «пришел» в ВУЗ если не навсегда, то надолго.

При использовании персонального компьютера в качестве средства управления учебным процессом он может выполнять следующие функции:

- сбор, накопление, обработка, систематизация педагогической информации и доведение ее до пользователя;

- компьютерная каталогизация и обработка информационных средств;

- выявление информационных потребностей;

- оказание помощи в деятельности учителей;

- организация обучения пользователей методике нахождения и получения информации из различных носителей [15].

- Сбор, накопление и обработка педагогической информации с помощью компьютера позволяет осуществлять принципы обучения, например принцип индивидуализации обучения. Это можно сделать следующим образом: когда программа студенческого компьютерной сети идентифицируется с помощью пароля. Таким образом, процесс обучения собирает информацию о работе студента. На основании этих данных, преподаватель может корректировать программу обучения специально для каждого студента, чтобы давать рекомендации и т.д.

В более масштабном плане, компьютерные системы управления позволяют своевременно предоставлять потребителям данные о массовых социологических исследованиях жизненных планов и ценностных

ориентации молодежи; регулярные сведения об успеваемости учащихся образовательных школ в конце учебного года; данные текущего контроля успеваемости и посещаемости студентов; сведения о заработной плате педагогов и стипендии студентов и т.п.

Использование возможностей компьютера как средства каталогизации и обработки информационных средств позволяет избежать рутинной работы при поиске необходимой информации в рамках отдельного учебного заведения, а с использованием сети интернет и на более масштабном уровне. Использование компьютера в процессе составления расписаний занятий позволяет быстро получить информацию о загрузке аудиторий. Кроме того, в данном плане компьютер позволяет оперативно предоставлять данные о состоянии фонда библиотек учебных заведений, материально-техническом снабжении учреждений просвещения.

Возможность компьютера в составе разветвленных компьютерных сетей быстро и подробно выдавать такую информацию как статистические данные о развитии системы просвещения, о контроле за состоянием зданий учебных заведений; о педагогических кадрах и научно-педагогических исследованиях; результаты психолого-педагогических экспериментов, а также учет количества обращений студентов и педагогов к различным видам информации позволяет ему выполнять функцию средства выявления информационных потребностей.

Преподаватели, благодаря современным компьютерным технологиям, не только существенно повышают свою информационную вооруженность, но и получают уникальную возможность общения со своими коллегами практически во всем мире. Это создает идеальные условия и для профессионального общения, ведения совместной учебно-методической и научной работы, обмена учебными разработками, компьютерными программами, данными и т.п. [17].

Способность компьютера управлять процессом образования человека является важным доводом в пользу применения его в учебном процессе. Однако следует подчеркнуть, что применение компьютеров ни в коей мере не устраняет из этого процесса преподавателя.

Функции, выполняемые компьютером в процессе преподавания. Возможности персонального компьютера как средства обучения позволяют в значительной мере устранить недостатки, присущие традиционному обучению. К таким недостаткам можно отнести [17]:

1. Усредненный общий темп изучения материала;
2. Единый усредненный объем знаний, усваиваемый учащимися;
3. Непомерно большой удельный вес знаний, получаемых учащимися в готовом виде через учителя без опоры на самостоятельную работу по приобретению этих знаний;
4. Почти полное незнание учителем хода усвоения учащимися сообщаемых знаний (нет внутренней обратной связи и слабая внешняя обратная связь);
5. Недостаточное стимулирование познавательной активности учащихся, опора в основном на учителя;
6. Преобладание словесных методов изложения знания, создающие объективные предпосылки рассеивания внимания;
7. Затрудненность самостоятельной работы учащихся с учебником из-за недостаточной расчлененности учебного материала, сухости языка, почти полного отсутствия эмоционального воздействия.

По выполняемым функциям возможности персонального компьютера можно разделить на функции средства преподавания, то есть когда компьютер используется для обучения учеников преподавателем, и функции средства учения - компьютер использует для собственного обучения ученик.

К одному из наиболее перспективных средств преподавания, по современным публикациям, можно отнести, компьютерную графику и

анимацию. Возможность их применения авторы публикаций не исключают даже в лекциях. Из всех существующих в настоящее время форм обучения в высшей школе лекция остается, пожалуй, наиболее консервативно. Тем не менее, студентов по-прежнему интересуют лекции, которые дают знания о состоянии и проблемах науки, о путях и средствах их решения, поэтому постоянный поиск способов совершенствования этой формы обучения от простой передачи информации до активного освоения содержания обучения с включением механизмов теоретического мышления и всей структуры психических функций. С помощью дидактических комплексов учебная информация по теме лекции может быть перекодирована, переконструирована в визуальную форму.

Другое преимущество компьютера связано с использованием элементов мультипликации, особенно там, где необходимо сделать наглядным то, что происходит в развивающихся во времени процессах, включая перемещение объектов. И, наконец, прослеживание последовательного появления на экране составных частей изображения и их структурирования дает гораздо лучшее «обхватывание» образа, чем рассматривание готовой картинки.

Иллюстративная функция компьютерной графики позволяет воплотить в более или менее адекватном визуальном оформлении лишь то, что уже известно, то есть существует либо в окружающем нас мире, либо как идея.

Когнитивная функция компьютерной графики состоит в том, чтобы с помощью некоего графического изображения получить новое, то есть еще не существующее даже в «голове специалиста» знание или, по крайней мере, способствовать интеллектуальному процессу получения этого знания.

Конечно, различия между иллюстративной и когнитивной функциями компьютерной графики достаточно условны. Нередко обычная графическая иллюстрация может натолкнуть каких-то учащихся на новую мысль, позволит увидеть некоторые элементы знания, которые не «вкладывались»

преподавателем-разработчиком учебной компьютерной системы декларативного типа. Таким образом, иллюстративная по замыслу функция компьютерного изображения превращается в функцию когнитивную. С другой стороны, когнитивная функция компьютерного изображения при первых экспериментах с учебными системами процедурного типа в дальнейших экспериментах может превратиться в функцию иллюстрированную для уже «открытого» и, следовательно, уже не нового свойства изучаемого объекта.

Ко второй наиболее перспективной функции персонального компьютера как средства преподавания, по современным публикациям, можно отнести возможность моделирования физических процессов. Ярким примером применения компьютерного моделирования служит применение моделей физических процессов в курсе лабораторных работ по курсу физики, входящих в учебный план всех инженерных специальностей [17].

Студенты, изучающие технические дисциплины для расчета или проектирования различных устройств широко используются таблицами, справочниками. Наряду с творческим началом в такой работе большую долю составляет рутинный компонент, наличие которого снижает учебную мотивацию студентов, их познавательную активность. Справочно-информационные системы, хранящиеся в тех же компьютерах, на которых проводятся расчеты или проектируются устройства, позволяют сократить или даже исключить рутинную работу, сэкономить учебное время, привить навыки самостоятельной работы.

Информационные системы с базами данных используются сейчас практически во всех областях обработки данных. Обязательным требованием к ним является адекватность структуры и наполнения базы данных, требованиям конкретной предметной области.

Продолжая анализ функций персонального компьютера как средства преподавания, необходимо остановиться на банках контрольных заданий представляющих собой системы заданий по различным предметам.

Системы заданий по различным учебным предметам - это заранее продуманная, строго подобранная, практически апробированная, построенная в соответствии с содержанием конкретного учебного предмета и методикой его преподавания база заданий, созданная на компьютере средствами управления базами данных.

Система заданий, разработанная на персональном компьютере, способствует созданию дидактических условий, побуждающих студентов к активности в познавательной деятельности, так как в соответствии с теорией активного обучения, проявляя инициативность даже в простейших ситуациях, таких, как выбор одной из двух альтернатив, человек сознательно добивается реализации поставленных им самим целей. Система должна содержать множество вариантов заданий различной степени трудности по каждой теме курса. В ней важно предусмотреть возможность самостоятельного выбора заданий студентом в соответствии с той степенью трудности, которую он считает для себя доступной. В этом случае преподаватель определяет лишь количество заданий, которые должны быть выполнены для получения зачета по данной теме или предмету в целом. При этом не исключается возможность контроля уровня их трудности и корректировка их выбора в случае необходимости.

Для более полного и простого понимания учебного материала наиболее эффективно использовать компьютерную анимацию - динамическое представление процесса, так как она позволяет наиболее реалистично представить для изучения все возможные процессы, даже те, которые невозможно увидеть в жизни.

В соответствии с этим появляется большой интерес к использованию компьютерной анимационной среды при изучении различных видов технических дисциплин [24, 25].

Вывод: На основании вышесказанного можно сделать вывод, применение компьютерных анимаций особенно важно при изучении технических дисциплин. Например, при изучении циклов поршневых ДВС анимации должны наглядно изображать все происходящие процессы в цилиндре двигателя. При этом все это должно происходить в динамике.

Использование возможностей компьютерной графики, неотъемлемой частью которой является анимация, позволяет добиться практически полной иллюзии реальности рассматриваемых физических процессов.

#### 4.2 Методическая разработка для занятия по разделу «Альтернативные топлива для ПДВС».

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

Учебные практики проводятся на базе учебно-производственных мастерских техникума, остальные виды практик – в автотранспортных предприятиях города.

Стандартом предусмотрено получение рабочей специальности для студентов очной формы обучения: слесарь по ремонту автомобилей.

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

Программа учебной дисциплины «Экологические основы природопользования» является вариативной частью ОПОП Математического и общего естественнонаучного цикла.

Таблица 2.1

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

Наименование циклов, дисциплин, профессиональных модулей, МДК, практик	Формы промежуточной аттестации	Учебная нагрузка обучающихся (час.)		
		Максимальная	Самостоятельная работа	
2	3	4	5	
Математический и общий естественно-научный цикл		495	165	
Информатика	ДЗ	87	29	
Математика	Э	111	37	
Экологические основы природопользования	ДЗ	135	45	

Программа отражает современные тенденции и требования к обучению и практическому владению основами рационального природопользования в повседневном общении и профессиональной деятельности, направлена на повышение общей и коммуникативной культуры специалистов среднего звена, совершенствование коммуникативных умений и навыков, повышение качества профессионального образования.

Учебная дисциплина учитывает межпредметные связи с другими естественнонаучными и экономическими дисциплинами.

Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- Характеризовать проблемы экологии;
- Различать понятия экологии как науки и этического движения;
- Давать оценку состояния окружающей среды и прогнозировать возможные последствия негативного влияния на неё деятельностью человека.
- Характеризовать состояние биосферы с учетом её освоения человеком;
- Объяснять значение охраны животных и растений;
- Составлять план города с учетом зонирования и агроклиматических факторов.
- Давать оценку действиям человека, нарушающего благоприятное состояние окружающей среды;
- Называть цели и задачи международных организаций, занимающихся вопросами охраны природы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- Классификацию факторов окружающей среды;
- Черты приспособленности организмов к окружающей среде;
- Закономерности взаимодействия человека с окружающей средой;
- Классификацию отходов промышленного производства и способы их утилизации.
- Строение атмосферы и значение каждого слоя для планеты, животного и растительного мира;
- Способы физического, физико-химического и биологического методов очистки сточных вод;
- Основные статьи конституции РФ в области охраны окружающей среды;
- Формы административной, материальной, дисциплинарной и уголовной ответственности за нарушения состояния окружающей среды;

– Основные международные организации, занимающиеся вопросами охраны природы.

Требования к минимальному материально-техническому обеспечению:

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета по экологическим основам природопользования

Оборудование учебного кабинета:

- рабочие места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- комплект учебно-методической документации по экологическим

основам

природопользования.

Технические средства обучения:

- интерактивная доска с лицензионным программным обеспечением и мультимедиапроектор.

## ЛЕКЦИЯ

для проведения занятий со студентами

по дисциплине " Экологические основы природопользования "

Модуль: Рабочие процессы автомобильных двигателей.

Раздел: Альтернативные топлива для ПДВС.

Вид занятия: Лекция.

Цель: Студент должен получить представление: о теоретических основах и физической природе образования токсичных веществ в процессе сгорания топлива в поршневых ДВС; о физико-химических свойствах альтернативных топлив. Студент должен знать и уметь использовать профессиональную лексику.

Время: 2 часа.

Место: Лекционная аудитория.

### План лекции

44.03.04. 2017. 592921. ПЗ

Лист

60

Введение	– 10 мин.
1. Токсичность поршневых ДВС.	– 30 мин.
2. Совершенствование рабочего процесса. Нейтрализация отработавших газов. Использование альтернативных топлив.	– 20 мин.
3. Физико-химические свойства альтернативных топлив и технические характеристики двигателя при работе на данных топливах.....	- 25 мин
Заключение	– 5 мин.

#### Материальное обеспечение

Классная доска, цветные мелки, иллюстрационный материал в электронном виде, проектор, экран, указка

#### Литература

1. Кукис В.С. Термодинамика и рабочие процессы двигателей. - Челябинск: ЧГПУ, 2008. – 162 с.
2. Бурячко В.Р., Гук А.В. Автомобильные двигатели. - С-Пб.: НПИКЦ, 2005. - 292 с.
3. Луканин В.Н., Шатров М.Г., Кампфер Г.М. и др. Теплотехника / Под ред. В.Н. Луканана. - М.: Высш. шк.,2000. - 671 с.
4. Александров Н.Е., Богданов А.И., Костин К.И. и др. Основы теории тепловых процессов и машин. Часть 2 / Под ред. Н.И. Прокопенко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 - 571 с.

#### ОРГАНИЗАЦИОННО–МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Во введении особое внимание обращается на готовности аудитории к занятию, проверить наличие студентов на занятии. Здесь используются педагогические приемы, которые способствуют установлению тесного контакта преподавателя с аудиторией и подготавливают их к активной работе.

Проводится опрос студентов (из расчета 3–4 человека из группы). После неправильных или неточных ответов и их оценки обязательно самому

давать правильный ответ, подчеркивая неточности, допущенные в неправильном ответе.

В основной части при изложении материала использовать представление о рабочих процессах, происходящих в поршневых ДВС, об основах протекания химических процессов, полученные студентами в школе и курсе химии в институте. Особое внимание уделить стандартам и руководящим и документам, регламентирующим выбросы вредных веществ. Для поддержания творческой обстановки указанный материал излагать с максимально возможным привлечением студентов.

В заключении проконтролировать факт записи задания для самостоятельной работы.

## ВВЕДЕНИЕ

Принять рапорт дежурного, проверить наличие студентов на занятии. Сообщить тему и цель занятия.

Современное человечество живет в эпоху бурного развития научно–технического прогресса, сопровождающегося активным воздействием на природную среду.

В последнее время экологическая обстановка, особенно в индустриально развитых городах, где сконцентрировано большое количество промышленных предприятий и автотранспорта, вызывает серьезную обеспокоенность.

С учетом современных условий, когда промышленные предприятия работают не в полную мощность или простаивают, основным источником загрязнения окружающей среды в городах является автомобильный транспорт, количество которого непрерывно растет. В 2000 г. численность автомобильного парка достигла 700 млн. единиц.

Вопросам взаимодействия автомобильных двигателей с окружающей средой и проблемам их экологической безопасности посвящена сегодняшняя лекция.

Таблица 4.1

## План

Содержание учебного материала	Деятельность преподават.	Деятельность студентов	Использование ПК и других форм наглядности	Примечания
Сообщение темы и целей урока	Проверка готовности учащихся к уроку	Готовность слушать преподавателя и вести конспект	слайды презентаций	–
Карточки с индивидуальными заданиями и вопросы для фронтального опроса	Раздача индивидуальных заданий и проведение фронтального опроса	4 учащихся отвечают письменно на вопросы по карточкам, остальные устно отвечают на вопросы учителя	–	Письменные ответы оцениваются после урока, устные ответы сразу
Альтернативные топлива	Рассказывает об альтернативных топливах	Слушают рассказ преподават. задают вопросы, ведут конспект	Слайды презентации плакаты	–
Проверка полученных данных	Раздается бумагу	Отвечают на вопросы	–	Оценки выставляются на следующем уроке
Проверочные вопросы по пройденной теме	Дает домашнее задание	Записывают вопросы в конспект	Учебник	–

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

44.03.04. 2017. 592921. ПЗ

Лист

63

Коротко повторить основные положения, изложенные на лекции: основные экологические проблемы, связанные с эксплуатацией поршневых ДВС, основные требования ГОСТ; основные методы снижения вредных выбросов с отработавшими газами. Дать ответы на возникшие у студентов вопросы. Дать задание для самостоятельной работы.

Вывод: в главе изучены дидактические возможности компьютерных анимаций для преподавания технических дисциплин в профессиональных учебных заведениях, разработана лекция по дисциплине «Экологические основы природопользования» с применением компьютерных анимаций.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эксплуатация поршневых двигателей внутреннего сгорания создает значительные экологические проблемы, которые связаны со сжиганием огромного количества природного топлива; интенсивным расходом кислорода атмосферного воздуха; выбросом в окружающую среду большого количества токсичных веществ. Кроме того, выбрасываемые из поршневых ДВС газы имеют высокую температуру и нагревают атмосферу. Кроме отмеченных негативных воздействий на окружающую среду ПДВС «засоряют» ее, излучая шум и вибрации.

Проведенный анализ публикаций по применению ЭВМ при обучении студентов показывает, что дидактические возможности персонального компьютера.

В современном образовательном процессе персональный компьютер выступает, как правило, в двух качествах: как средство управления учебным процессом и как средство обучения [18,19,20,21 и др.].

Способность компьютера управлять процессом образования человека является важным доводом в пользу применения его в учебном процессе. Однако следует подчеркнуть, что применение компьютеров ни в коей мере не устраняет из этого процесса преподавателя.

Психологические и педагогические исследования давно уже показали, что наглядность не только способствует более успешному восприятию и запоминанию учебного процесса, но и активизирует учебную деятельность, помогает глубже проникнуть в сущность изучаемых явлений. Рассматриваемые дидактические комплексы позволяют реализовать принцип наглядности в обучении при проведении, например, лекции-визуализации. Кроме того, компьютерная графика и анимация, а также возможности сети интернет, позволяют реализовать такие методы обучения, как метод

стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности и метод контроля и самоконтроля в процессе обучения.



Рис. - Результаты контрольного эксперимента по уровню по уровню усвоения материала

Задача преподавателя сделать лекцию содержательной, интересной, наглядной, интерактивной. Необходима синхронизация аудио и видеоканалов поступления информации студенту. Для этого надо на каждом слайде иметь одну работающую фразу. Подзаголовки должны быть затенены. Здесь надо иметь и применять один из самых сложных навыков – умение кратко формулировать свои мысли. На слайдах должна быть основная информация, подлежащая конспектированию студентами, при этом вывод формул, доказательства теорем нужно проводить на доске, привлекая к рассуждениям аудиторию. На лекции однозначно надо придерживаться принципа, что слайды – не книга для чтения, а набор тезисов. При этом тезисы должны иметь нужное грамматическое оформление, отличное от текстовых документов.

При изучении технических дисциплин студент должен не только представлять себе физику какого-либо процесса, но и получать текущую информацию о его изменениях в течение всего времени протекания.

Получение такой информации осуществляется как процесс, имеющий, по крайней мере, два уровня. Первый — это восприятие физических явлений, выступающих в роли носителей информации. Второй - декодирование воспринятых сигналов и формирование на этой основе концептуальной модели, то есть «умственной картины» изучаемого процесса и условий, в которых этот процесс протекает. То есть, концептуальная модель выступает как динамический срез воспринимаемой информации и информации, извлекаемой из памяти.

Именно отсутствие концептуальной модели у студента и является причиной непонимания физики исследуемого процесса. В связи с этим применение компьютерного моделирования как составной части ряда занятия является в настоящее время совершенно необходимым.

Таким образом, цели использования презентаций в учебном процессе:

- 1) Привлечь внимание слушателей;
- 2) Обеспечить наглядность излагаемого материала;
- 3) Активизировать деятельность студентов;
- 4) Развивать навыки самостоятельной работы студентов;
- 5) Повышать компьютерную грамотность студентов.

Вывод:

В данной выпускной квалификационной работе решены следующие задачи:

4. Проанализированы экологические проблемы, вызываемые эксплуатацией поршневых двигателей внутреннего сгорания в окружающей среде. Дать анализ понятия «экологическая безопасность».

5. Проанализированы физико-химические свойства различных альтернативных топлив и возможность их применения в ПДВС.

6. Разработано мультимедийное сопровождение лекционных занятий по разделу «Альтернативные топлива для ДВС» дисциплины «Экологические основы природопользования».