



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 «Устройство автомобилей» в профессиональной
образовательной организации

Выпускная квалификационная работа

Проверка на объем заимствований:
55 % авторского текста

Выполнил:
студент
ОФ 409/082-4-1 группы
Москвин Игорь Николаевич
Научный руководитель:
к.т. н., доцент
Хасанова Марина Леонидовна

Работа рекомендована к защите

« 10 » июня _____ 2017 г.

Заведующий кафедрой АТИТиМОТД


В.В. Руднев

Челябинск
2017

44.03.04. 2017. (13) 12. ПЗ

Лист

5

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
Глава 1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ДВИГАТЕЛЯМ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ.....	9
1.1. Требования к двигателям	9
1.2. Требования к дизелям	12
Глава 2. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ	15
2.1. Усовершенствование электронной системы управления топливopодачей для дизеля 2В-06	15
2.2. Требования к системам управления.....	34
Глава 3. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ.....	45
3.1. Расчет рабочего цикла двигателя 2В-06.....	45
3.2 Определение эффективных показателей двигателя, диаметра цилиндра и хода поршня	55
Глава 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА: ПОНЯТИЕ, СУЩНОСТЬ.....	
4.1. . Структура УМК	55
4.2 План-конспект занятия: «Система питания дизеля».....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	79
ГЛОССАРИЙ.....	82

ВВЕДЕНИЕ

Характерными чертами реформирования и модернизации образования в России являются стремление к повышению качества образования, фундаментальности и интеграции, усиление гуманистической направленности, увеличение вариативности, роли самостоятельной работы обучающихся, и технологизации процесса обучения. Целью информатизации является создание условий для развития личности, ее самоопределения и самореализации. На достижение этой цели направлен образовательный процесс в учебном заведении.[21]

Предметные (цикловые) комиссии или кафедры проводят значительную методическую работу, направленную на создание учебно-методических материалов, позволяющих:

- преподавателю применять более эффективные, оптимальные методы и приемы работы или освоить новые технологии в обучении;
- студентам эффективно выполнять учебную деятельность (изучить «трудный» вопрос или тему, быстрее провести расчеты, готовиться к контрольной работе, экзамену, зачету и т.д.);
- учебному заведению обеспечить высокое качество профессиональной подготовки специалистов [31].

Учебно-методическое обеспечение образовательного процесса должно отличаться разнообразием, соответствовать вариативным образовательным программам, разрабатываться для всех видов учебной деятельности студентов и отличаться комплексностью.

Требования к содержанию отдельных компонентов учебно-методических комплексов зависят от вида учебно-методического материала, но общим должен быть комплексный подход. Это означает, что УМО специальности, дисциплины, раздела, темы, модуля представляется в виде некоторого комплекса, который в той или иной форме должен:

- отражать содержание подготовки по специальности, дисциплины или раздела, модуля и т.п., обоснование уровня усвоения;
- содержать дидактический материал, адекватный организационной форме обучения и позволяющий студенту достигать требуемого уровня усвоения;
- представлять студенту возможность в любой момент времени проверить эффективность своего труда, самостоятельно проконтролировать себя и откорректировать свою учебную деятельность;
- максимально включать объективные методы контроля качества образования со стороны администрации и педагогов.

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.

Противоречие между недостаточной подготовленностью студентов, обученных традиционными статистическими способами и необходимостью обучения их с использованием компьютерной анимации, и определило **цель исследования:** разработать мультимедийное сопровождение лекционных занятий по разделу «Рабочие процессы автомобильных двигателей» дисциплины «Устройство автомобилей» с применением компьютерных анимаций.

Гипотеза исследования - эффективность и качество обучения техническим дисциплинам студентов профессиональных учебных заведений повысится, если будут в процессе обучения использоваться инновационные технологии.

При этом перед автором работы стоят задачи, которые необходимо выполнить:

1. Изучить основные требования, предъявляемые к двигателям автомобильной техники;

2. Рассмотреть выбор и обоснование приложенного технического решения;

3. Создание план-конспект по теме «Топливная аппаратура автомобильных двигателей» дисциплины «Устройство автомобилей» с применением компьютерных анимаций.

При создании план - конспекта следует учитывать вышеперечисленные критерии, соответствовать требованиям, установленными государственными образовательными учреждениями.

Методологическую основу исследования составили: идеи о гуманитарном измерении информационных технологий (Ракитин А.И., Абдеев Р.Ф.); эвристический тип образования (Хуторских А.В.); концепции обучения: поэтапного формирования умственных действий (Талызина Н.Ф.), ассоциативно-рефлекторная (Бабанский Ю.К.), педагогические исследования, направленные на повышение эффективности процесса обучения (Архангельский СИ., Бабанский Ю.К.); системный анализ педагогических явлений (Скаткин М.Н., Загвязинский В.И.).

Объект исследования - учебно-методическое обеспечение дисциплин профессионального цикла и дидактических средств их преподавания в профессиональных образовательных организациях.

Предмет исследования – учебно-методическое обеспечение занятий по дисциплине «Устройство автомобилей» с учетом современного уровня развития информационной техники.

Исследование осуществлялось на базе ЮУрГТК.

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

1 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ДВИГАТЕЛЯМ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

1.1 Требования к двигателям

На автомобильной технике чаще всего применяют те же типы двигателей, что на тракторах экономического сектора. Однако особенности условий эксплуатации автомобильной техники определяют к двигателям автомобильной техники ряд специфических требований, которые оказывают определенное влияние на конструкции отдельных систем и механизмов, а иногда и самого двигателя в целом. Поэтому, несмотря на определенную «однотипность» двигателей автомобильной техники и двигателей тракторов экономического сектора, между ними возможны и довольно существенные различия [1].

Эксплуатация автомобильной техники характеризуется напряженными режимами работы в сложной дорожно-метеорологической обстановке, в том числе в высокогорье или пустынно - песчаной местности. При движении вне дорог характерно преодоление подъемов и спусков до 35 град, кренов - до 25 град при большой нагрузке на двигатель. Наибольшее время двигатели АТ работают при частоте вращения $(0,5 - 0,9) n_{ном}$ и нагрузке до 60-90 % от полной [2].

В особо тяжелые условия попадают двигатели при преодолении автомобилем брода и при работе на плаву. В этом случае возможно как попадание воды в картер, так и резкое охлаждение деталей, что вызывает значительные термические напряжения. Резко возрастает противодавление на выпуске.

При использовании техники необходимо принимать во внимание различные поражающие факторы: высокое избыточное давление, излучение.

Также необходимо отметить, что двигатели АТ используются для привода навесного оборудования и могут длительное время работать на частичных нагрузках и на холостом ходу.

Имеется ряд специфических условий эксплуатации двигателей АТ, в частности, большие перерывы в работе. Длительное хранение техники существенно влияет на ряд свойств двигателей, например, может снизить их надежность.

Знание условий работы позволяет обосновать основные требования, предъявляемые к двигателям АТ. Особое значение для двигателей АТ приобретают:

- высокие мощностные свойства, обеспечивающие движение машин со скоростью не менее 85 км/ч в трудных дорожных условиях или в условиях бездорожья при полных нагрузках;

- быстрый и безотказный пуск в любых климатических условиях, время принятия нагрузки не более 10 мин, при температуре воздуха -30 °С, и не более 30 мин при температуре воздуха до - 50 °С;

- высокая экономичность на номинальном и частичных режимах, обеспечивающая максимальный запас хода машин и удельный расход топлива для дизелей не более 230 г/(кВт·ч) при расходе масла на угар (0,6-0,8) % от удельного эффективного расхода топлива;

- высокая надежность, характеризующаяся ресурсом не менее 10000 ч. и безотказностью при минимальных затратах сил и средств на обслуживание и ремонт, ресурс до ТО двигателя должен быть кратным ресурсу до ТО автомобиля;

- устойчивая работа при подъемах /уклонах до 30/20 град, кратковременно до 35/25 град, при температурах воздуха от - 50 до 50 °С, влажности до 98%; на высотах до 4000 м, перевалах до 4650 м, при запыленности воздуха до 1,5 г/м³, скорости встречного ветра до 20 м/с, при дожде интенсивностью до 180 мм/ч;

- способность к работе на нестандартных сортах топлива, т. е. многотопливность;
- способность двигателя работать с противодавлением на выпуске до 0,078 МПа при преодолении брода глубиной до 1,5 м;
- малые габариты и вес в связи с необходимостью максимально возможного использования под полезную нагрузку шасси машин;
- технологичность конструкции: минимальное использование для изготовления уникального оборудования, дефицитных материалов, минимальная трудоемкость изготовления и сборки;
- обеспечение допустимого выброса токсичных веществ с отработавшими и картерными газами;
- доступность для массового производства в условиях военного времени, а также для ремонта в полевых условиях;
- минимальный уровень шума и вибраций при работе;
- возможность отбора мощности для привода различных вспомогательных агрегатов и оборудования в процессе движения до 10 % и на стоянке машины до 40 %;
- обеспечение живучести в условиях применения оружия массового поражения и обычного стрелкового оружия;
- приспособленность для транспортировки на всех видах транспорта.

Необходимо заметить, что одновременное выполнение всех требований, которые предъявляются к двигателям современных машин, является сложной и технически невозможной задачей, поскольку эти требования часто носят противоположенный характер. Поэтому каждое из требований конкретных условий имеет различное значение и различный удельный вес. Отсюда следует, что не быть вообще хорошего «универсального» двигателя, а может быть или хороший или плохой двигатель для данной конкретной машины в зависимости от ее назначения и выполняемых задач.

Для объективной оценки удовлетворения двигателей предъявляемых к ним требований, а, следовательно, и для оценки степени их совершенства рабочего процесса и конструкций используется система определенных величин, характеризующих различные свойства и качества двигателей.

1.2 Требования к дизелям

Согласно ГОСТ 23465–79 к дизелям автомобильной технике предъявляются следующие требования [1, 2]:

- 1) дизельные двигатели должны изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта по рабочим чертежам, установленным порядком;
- 2) кинематическое исполнение и условие эксплуатации дизелей по ГОСТ 15150-69. Кинематическое исполнение и условие эксплуатации дизелей должны соответствовать кинематическому исполнению и условию эксплуатации автомобилей, для которых они предназначены;
- 3) системы и узлы дизелей должны обладать конструкторской и технической преемственностью и обеспечивать возможность создания унифицированного семейства на их базе;
- 4) дизели одного семейства должны быть унифицированы по присоединительным размерам, инструменту и местам присоединения контрольных приборов. Оптимальный уровень унификации по конструкторской документации на конкретный дизель;
- 5) узлы и агрегаты дизеля, нуждающиеся в техническом обслуживании и текущем ремонте, должны иметь удобный и безопасный доступ;
- 6) расход масла на угар от расхода топлива должен составлять не более 0,6-0,8 % для дизелей без наддува, 1,2 % для дизелей с турбо-наддувом;

- 7) конструкция дизеля должна обеспечивать надежную работу на маслах и топливах, предусмотренных стандартами и техническими условиями на конкретные масла и топлива;
- 8) конструкция дизеля должна обеспечивать преодоление автомобилем подъемов и косогоров;
- 9) конструкция дизеля должна допускать использование его в качестве тормоза-замедлителя;
- 10) конструкция дизеля должна предусматривать возможность периодической работы устройств с противодавлением 0,8 атм;
- 11) пусковые качества дизеля по стандартам или техническим условиям на конкретные дизели;
- 12) дизель должен быть оборудован устройством для обеспечения автоматического регулирования теплового режима;
- 13) появление течи масла, или топлива, или охлаждающей жидкости, а также пропускание отработавших газов через соединение не допускается;
- 14) конструкция дизелей с жидкостным охлаждением должна обеспечивать надежную эксплуатацию их с применением в системе охлаждения низкозамерзающих охлаждающих жидкостей, допускается применение воды;
- 15) ресурс дизелей грузовых автомобилей грузоподъемностью от 8 до 14 тонн до капитального ремонта должен быть не менее 8000-10000 часов;
- 16) при новом проектировании ресурс дизелей грузовых автомобилей должен быть установлен не ниже ресурса до капитального ремонта автомобиля, для которого он предназначен;
- 17) каждый дизель должен сопровождаться эксплуатационной документацией по ГОСТ 2.601-68. В комплект дизеля должны входить:
 - инструменты;
 - принадлежности и запасные части по согласованию между изготовителем и потребителем [5].

Вывод: на основании анализа условий эксплуатации АТ, требований, предъявляемых к ней, дизелям необходимо разработать электронную систему управления топливоподачей для дизеля 2В-06 с целью улучшения его технико-экономические показатели, что достигается за счет снижения удельного и эксплуатационного расходов топлива путем совершенствования процессов смесеобразования и сгорания, за счет повышения агрегатных мощностей без увеличения размеров цилиндров двигателя.

2 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ

2.1 Усовершенствование электронной системы управления топливоподачей для дизеля 2В-06

2.1.1 Анализ особенностей функционирования топливных систем с электронным управлением

Критериями совершенства топливоподачи являются показатели экономичности, мощности и шумности работы, динамичности транспортного средства, надежности пуска, выбросов вредных веществ (ВВ) с отработавшими газами (ОГ); коэффициент приспособляемости, соблюдение ограничений по давлению в цилиндре, жесткости сгорания, тепловым нагрузкам, температуре газов перед турбиной [11].

Ниже перечислены особенности систем с электронным управлением, которые можно понимать и как их новые функции, и как достоинства по сравнению с топливоподающими аппаратами (ТПА) традиционного типа:

- обеспечение гибкого регулирования цикловой подачи в соответствии с заданным скоростным режимом двигателя; обеспечение необходимой внешней скоростной характеристики (не обязательно жестко заданной);
- обеспечение минимальной неравномерности подачи по цилиндрам или, напротив, оптимальная неравномерность подачи и угол опережения впрыска топлива (УОВ) для каждого цилиндра в соответствии с его особенностями конструкции, изготовления и текущего технического состояния;
- оптимальное регулирование УОВ в соответствии с режимом работы;
- автоматизация пуска, необходимое обогащение при пуске, выключение подачи топлива на принудительном холостом ходу, регулирование на переходных режимах;
- отключение цилиндров и циклов на частичных режимах;

- диагностирование датчиков и исполнительных устройств и компенсация выбывших из строя с помощью резервных программ. Функции систем управления (СУ) могут сопрягаться с управлением двигателем или транспортным средством.

Для Common Rail дополнительно характерно:

- оптимальное регулирование давления и характеристики впрыска;
- осуществление двухфазного впрыска, в т.ч. с минимальной устойчивой запальной порцией, с регулируемым интервалом между впрысками;
- осуществление регулируемого дополнительного впрыска (после основного) для разогрева нейтрализатора DENOX на частичных режимах.

Перспективность различной ТПА следует оценивать с учетом степени обеспечения перечисленных функций.

Характерно, что ужесточающиеся нормы выбросов ВВ ограничивают их содержание в ОГ пропорционально для частиц и NO_x (рис. 2.1). Нормы не могут быть выполнены регулировками или изменением большинства конструкторских или режимных параметров дизеля, т.к. их соблюдение представляет противоречивую задачу. Например, при уменьшении УОВ (рис. 2.2) достигается снижение NO_x (также жесткости сгорания, шумности, нагруженности кривошипного механизма), но неизбежно растет выброс частиц (также расхода топлива; тепловой нагруженности выпускной системы и др.). Лишь ТПА с увеличенным давлением впрыска (см. рис. 2.2) позволяет разрешить это противоречие. Поэтому современная ТПА отличается интенсивным впрыском [12, 13].

При этом концепцию максимального сокращения продолжительности впрыскивания можно считать устаревшей: минимум NO_x при минимуме расхода топлива достигается при оптимальной продолжительности впрыскивания (рис. 2.3).

Рис. 2.1 – Нормы выбросов ОГ для легковых автомобилей

а - дизеля Mercedes OM611 при $\dot{n}=2000$ мин⁻¹, $p_e=0,4$ МПа;
б - дизеля Audi V6 TDI при $n=1500$ мин⁻¹, $p_e=0,3$ МПа.

Рис. 2.2 – Эмиссия ВВ при различных УОВ и давлениях впрыскивания (УОВ возрастает слева направо)

Другим отличительным признаком современной ТПА становится использование гибкого, а, следовательно, электронного управления топливоподачей. Например, при высоких нагрузках приоритет в регулировании УОВ имеет критерий минимума NO_x , а на малых нагрузках УОВ может быть увеличен. Противоречивую задачу снижения расхода топлива, выбросов частиц, одной стороны, и шумности, выбросов NO_x , с другой, может также решить промежуточное охлаждение наддувочного воздуха, но и оно требует гибкого регулирования по режимам работы дизеля. То же можно отнести к регулированию давления наддува, рециркуляции ОГ.

Рис. 2.3 – Закон тепловыделения эмиссия NO_x в функции объемной интенсивности подачи в быстроходном дизеле

С учетом того, что СУ подачей все чаще становится составляющей СУ всего дизеля или автомобиля, ее функции значительно расширятся: управлению подлежат свечи накаливания фазы газораспределения, климатическая установка, антиблокировочная система и др. Целесообразность объединения СУ усматривается, в частности, оптимальности сопряженных процессов в зависимости от тех же параметров, что и ТП [15].

Помимо использования электронного управления в современной ТПА обеспечиваются повышенные давления впрыска: с роторными ТНВД до 160-180 МПа, в насос-форсунках и индивидуальных ТНВД - до 200 МПа, в Common Rail (CR) первого поколения до 135 МПа, а второго поколения - 160 МПа. Наряду с расширением возможностей электронного управления ставится

вопрос и о целесообразности повышения давления впрыска вплоть до 1800 МПа.

Если долгое время CR не могла найти применения, то ныне бытует мнение об ее безальтернативности. В действительности CR имеет ряд неустраняемых недостатков (постоянное высокое давление в распылителе и арматуре, низкий КПД). Каждая из упомянутых систем имеет достоинства и недостатки, и пока нет оснований считать какую-либо из них бесперспективной.

2.1.2 Альтернативные системы с электронным управлением

Предлагалось немало систем с силовым электроуправлением впрыском (электроприводом исполнительных механизмов). Электроразряд в камере форсунки с использованием эффекта Юткина (работы УАИ, ЦНИГА, МАМИ) обеспечивает получение таких высоких давлений впрыска (до 1000 МПа), которые попросту не требуются для дизеля, но, главное, электроды быстро теряют способность создавать мощный разряд в камере из-за шунтирования разрядного промежутка отложениями кокса [17].

Системы с силовым пьезоприводом.

Пьезопривод все шире внедряется в технических устройствах, а характеристики пьезоэлектриков в последние годы резко повышены. Применительно к ТПА он обладает рядом несомненных достоинств: высокие КПД, усилия, малый нагрев, реверсивность, отсутствие тока удержания. По комплексу параметров ТПА с пьезоприводом насосного элемента выглядит наиболее перспективной для впрыска бензина в цилиндр с давлениями 5 - 25 МПа. Малость перемещений пьезопривода вынуждает увеличивать диаметр плунжера или мембраны. В спроектированной в МГТУ ТПА ДЛЯ ДВС $N_e = 50$ кВт, $n = 600$ мин⁻¹ беспрецизионный ТНВД имел мембрану диаметром 35 мм с ходом до 0,1 мм. Размеры пьезоэлемента из керамики ЦТС- 19: диаметр 32 мм, высота 80 мм. Компоновка пьезопривода в форсунке затруднена. По

частотным свойствам ТНВД может обслуживать по крайней мере четыре цилиндра. Просто реализуется ЛВД на 2 цилиндра (рис. 2.4) с двухзатворным клапаном (двухпозиционным золотником) 5. Такая ТПА содержит бак 2; ТПН 1; фильтр 3; ТНВД 4; трубопроводы 6, 8; форсунки 7, 9 [21].

Волновой процесс в трубопроводе приводит к колебательным процессам в линии высокого давления (ЛВД). Его изменение осуществимо подбором приведенной массы мембраны, длины трубопровода, объемов полостей, параметров распылителя и формы импульса напряжения.

Рис. 2.4 - Схема ТПА с пьезоприводом ТНВД и распределителем

Регулирование осуществимо амплитудой и продолжительностью импульса. Изменение волновой картины топливоподачи осуществляется подбором параметров мембраны, трубопровода, полостей, распылителя и импульса напряжения. Регулирование осуществимо амплитудой и продолжительностью импульса. От СР данная ТПА отличается простотой и дешевизной.

ТПА с электродинамическим двигателем.

Ориентирована на впрыскивание с по мощью плунжерной насосной секции. В электродинамическом двигателе при пропускании через катушку импульса тока отталкивающее усилие на немагнитном электропроводном якоре образуется магнитным полем вихревых токов, противоположным полю катушки. ТПА наилучшим образом реализуется в виде насос-форсунки или с трубопроводом менее 150-250 мм. В ТПА МГТУ за $\Delta\varphi = 15^\circ$ при $p_{впр}^{max} = 183$ МПа совершается работа 52 Дж с максимальной мощностью 140 кВт, усилием на плунжере 3,5 тонны [30].

Гидроударная ТПА.

Ни более подходит для непосредственного впрыска топлива. Насос 6 (рис. 2.5) - беспрецизионный (роторно-лопастной, вихревой и др.). В исходном положении электроуправляемый клапан 5 открыт, и топливо разгоняется в трубопроводе 1. При его закрытии в результате гидроудара через

предварительно открытый клапан 4 данной форсунки осуществляется впрыскивание.

Система способна подавать топливо с $g_{ц}=4... 25$ мг, $p_{впр}$ до 15 МПа, при мощности насоса до 0,25 кВт.

Рис. 2.5 - Схема гидроударной ТПА многоцилиндрового двигателя

Аккумуляторная ТПА с мультипликатором давления.

В этом направлении работали МАДИ, ЦНИТА, Воронежский ЛТИ, зарубежные фирмы. Родоначальником таких систем были системы с механическим распределителем. Тенденциозными, повторяющимися на новом техническом уровне устаревшие аккумуляторные системы 50-х годов, можно считать системы с управлением давления топлива в подыгольной полости форсунки. В этом случае сами форсунки - обычные, но органы управления ими переусложнены. Такова, например, опытная ТПА R.Bosch для дизелей MAN K3EZ52/105C/CL с цилиндровой мощностью 885 кВт (1979 г). Управление мультипликатором осуществляется последовательно через многопозиционный золотник и два дифференциальных игольчатых клапана.

Насос-форсунка системы GRIDEC фирмы "BKM Inc." (рис. 2.6) сообщает полость мультипликатора давления 3 с аккумулятором или сливом с помощью трехпозиционного шарикового клапана. Система испытана на дизеле Ford с $g_{ц} < 100$ мм и $n=2000$ мин⁻¹ с $p_{впр}$ до 150 МПа [29].

Система Universal Fuel Injection System (UFIS) фирмы "American Bosch" (ныне "AMBAK International") обеспечивает питание дизеля $g_{ц} < 500$ мм³ и $n < 3000$ мин⁻¹ с $p_{впр}$ до 140 МПа.

Рис. 2.6 - Насос-форсунка системы GRIDEC фирмы "BKM Inc."

В канал 1 подается топливо “среднего” давления 10 - 20 МПа для привода плунжера. Слив топлива осуществляется через окно 2. Плунжер В осуществляет впрыск под действием мультипликатора А. Он управляется дифференциальным поршнем С-Д. При закрытом шариковом клапане (в период предварительного дозирования; рис. 2.7, а) ввиду большего у поршня Д чем С, диаметра, он занимает верхнее положение, В этот период открыт путь для слива топлива из полости над мультипликатором А через паз Н, окно 2. Открытие электроприводом шарикового клапана снижает давление под поршнем 13, он перемещается вниз, открывая путь топливу среднего давления через открытое золотниковое сечение G, паз Н в полость над мультипликатором (рис. 2.7, б). Форма и размер паза Н подачи топлива в полость над мультипликатором А определяет закон подачи. Резкое прекращение подачи определяется прекращением поступления топлива через каналы 3, но поступлением через канал М (рис. 2.7, в).

Упомянутые выше разработки не нашли широкого применения, очевидно, ввиду своей сложности и дороговизны.

а - дозирование; б - впрыск; в - отсечка.

Рис. 2.7 - ТПА (UFIS) фирмы “American Bosch»

2.1.3 Аккумуляторные топливные системы с электронным управлением типа COMMON RAIL

2.1.3.1 Состав аккумуляторной топливной системы

Первым промышленным образцом аккумуляторной топливной системы с электронным управлением без мультипликаторов давления, названный COMMON RAIL (“Общий путь”, т.е. общая для форсунок магистраль,

аккумулятор), явилась совместная разработка фирм «Robert Bosch GmbH». В настоящее время работы над CR ведутся как практически во всех фирмах-производителях ТПА («R. Bosch», «Lucas», «Siemens»), так применительно к ее использованию - во многих дизелестроительных фирмах. Круг законченных разработок быстро расширяется, ниже перечислены известные на данное время [15]:

- 4 цилиндровые дизели $V_h=1,9$ л, $N_e=44$ и 58 кВт, $n=4500$ и 3000 мин⁻¹ для автомобиля Fiat Punto HGT;

- 4-цилиндровый дизель HDI PSA (Франция) $V_h=2$ л, $N_e=80$ кВт, $n=4000$ мин⁻¹ для автомобилей Citroen Xantia 2,0 HDI и Peugeot 406;

- 4-цилиндровый дизель M 47R $V_h=2$ л для автомобилей Rover-75;

- Audi V8 $V_h=3,3$ л, $N_e=165$ кВт, $n=4000$ мин⁻¹;

- 6-цилиндровый рядный дизель BMW DI $V_h=2,9$ л, $N_e=135$ кВт, $n=4000$ мин⁻¹ и дизель V8 $V_h=3,9$ л, $N_e=175$ кВт, $n=4000$ мин⁻¹ для автомобилей BMW;

- рядный дизель Daimler-Benz A 170 CDI (OM 668 DE 17 LA) $V_h=1,7$ л, $N_e=66$ кВт, $n=4200$ мин⁻¹ для автомобилей А - класса;

- семейство дизелей MTUI с цилиндровой мощностью 30.. 50 кВт для спец техники, CR фирмы L'Orange;

- 4- или 5-цилиндровый рядный дизель JTD $V_h=1,9$ л и $2,4$ л соответственно, N_e до 100 кВт, $n=4200$ мин⁻¹ для автомобиля Alfa Romeo 156;

- 4-цилиндровый. рядный дизель $V_h=3,0$ л, $N_e=117$ кВт, $n=4100$ мин⁻¹ для автомобиля Opel Monterey (ТПА с мультипликаторами);

- 4-цилиндровый. рядный дизель ЗМЗ-514 $V_h=2,24$ л, $N_e=72$ кВт, $n=4200$ мин⁻¹ для автомобилей ГАЗ, УАЗ.

В России ведутся разработки CR для дизелей ЗМЗ и ЯМЗ.

На рис. 2.8 гидромеханическая схема установки CR на современном российском дизеле с открытой КС - ЗМЗ-514 (4ЧН8,7/9,4). Как видно из рисунка, к числу функциональных элементов относятся и нагнетательные

трубопроводы от аккумулятора до форсунок: в отличие от бензиновых систем без них не удастся обойтись. Они имеют длину 150 - 240 мм, что в сочетании с длинными каналами современных форсунок приводит к образованию сложных волновых процессов.

1 - бак топливный; 2 - фильтр грубой очистки; 3 насос подкачивающий; 4 - фильтр тонкой очистки; 5 - насос высокого давления; 6 - датчик давления; 7 - регулятор давления; 8 - аккумулятор; 9 - аварийный ограничитель подачи; 10 - предохранительный клапан; 11 - дизель; 12 - нагнетательный трубопровод; 13 - электрогидравлическая форсунка.

Рис. 2.8 - Гидравлическая схема топливной системы CR дизеля 3МЗ-514

2.1.3.2 Конструкции электрогидравлических форсунок COMMON RAIL

В настоящее время имеют место два основных направления в создании исполнительных органов топливоподачи:

1) использование серийного топливного насоса и замена механического регулятора частоты вращения системой, состоящей из микропроцессора и электромагнитного привода рейки топливного насоса или иглы форсунки;

2) применение электроуправляемых клапанов в магистралях высокого давления, либо форсунок, управляющих началом и концом впрыска.

Первое направление представляется малоперспективным, так как использование электронного принципа регулирования совместно с системой впрыска с жестким приводом плунжера осложнено низкой эффективностью всего комплекса при его достаточно высокой конструктивной сложности и стоимости [18].

Второе направление дает широкие возможности для управления рабочими процессами двигателя, так как или большего эффекта можно добиться, если одновременно управлять моментом начала подачи, длительностью впрыска, давлением распыливания и законом подачи топлива в цилиндры двигателя. В

удовлетворении жестких требований, предъявленных к процессу впрыска топлива в дизель, особо важную роль играют электрически управляемые форсунки – электромеханические преобразователи, непосредственно осуществляющие впрыск топлива. Поэтому все разнообразие систем второго направления обусловлено наличием различных конструкций исполнительных органов топливоподачи – форсунок.

Учитывая выше изложенное, следует подробнее остановиться на достоинствах и недостатках типов форсунок, применяемых в электронных системах управления топливоподачи [28].

1) Электромагнитная форсунка. Такие форсунки используются, например, в топливных системах фирмы ВКМ Inc. (США) ЕЕС-IV и в системе Select фирмы Cummins, серийно выпускаемой данной фирмой с 1989 года. На входе в насос - форсунку фирмы Cummins установлен быстродействующий электромагнитный клапан, управляемый электронным блоком. В системе ЕЕС-IV применены насос – форсунки аккумуляторного типа с гидроусилителями, управляемыми соленоидными клапанами [29]. К достоинствам данного типа форсунок можно отнести их сравнительную дешевизну и простоту конструкции. Но наряду с достоинствами имеются существенные недостатки: большое энергопотребление, низкое быстродействие (отсюда большая величина минимальной цикловой подачи), а так же невозможность осуществления двухфазного впрыска.

2) Электродинамическая форсунка. Данный тип форсунки обладает сравнительно хорошим быстродействием, вследствие малой индуктивности катушки возбуждения и малой массы иглы и катушки, которое находится в пределах 30-40 мкс. Эта форсунка также обеспечивает возможность осуществления двухфазного впрыска топлива и обеспечивает высокую крутизну фронтов начала впрыска и отсечки топлива вследствие двухстороннего управления запорной иглой. Форсунка также проста в конструктивном исполнении. Имеется недостаток – сравнительно большое

энергопотребление, с которым можно вполне смириться на фоне высоких достоинств данного типа форсунки [22].

3) Пьезоэлектрическая форсунка. Отличается высоким быстродействием (доли микросекунды), обладает высоким КПД и проста по конструкции. Однако, высокое управляющее напряжение и низкая максимальная температура работы (около 120°C) сводят на нет ее практическое применение на форсированном дизеле со сравнительно высокими температурами рабочего процесса.

4) Магнитострикционная форсунка. Обладает хорошим быстродействием (около 20 мкс), но мал КПД≈30÷40% из-за потерь на гистерезис и активное сопротивление отмотки, что также затрудняет ее применение в практическом плане в ближайшее время.

5) Электрогидравлическая форсунка. Обладает хорошим быстродействием, но есть и ряд существенных недостатков. Так, для открытого типа форсунок ими являются: плохая управляемость процессом впрыска и высокое напряжение управления. Для закрытых форсунок: наличие дополнительных прецизионных пар, конструктивная сложность, высокие динамические нагрузки на корпусные детали форсунки и высокое управляющее напряжение.

Под электрогидравлической форсункой для CR будем понимать нормальную закрытую форсунку 1 (рис. 2.9) с быстродействующим клапаном 2, управляющим давлением в надыгольной полости (или камере управления) и постоянно сообщенную подыгольной полостью с аккумулятором 5. Наиболее распространенная схема с так называемым дроссельным управлением использует простейший одностворный клапан (золотник) для слива топлива из камеры управления и дроссель 4 для его подачи из аккумулятора.

Клапан малогабаритный, а значит, быстродействующий, т.к. через него уже не проходит основной поток впрыскиваемого топлива. С другой стороны, движение иглы обеспечивается гидроусилением воздействия от клапана. Это на два порядка снижает необходимую для управления электроклапаном

мощность. Клапан располагается в полости слива, это облегчает его компоновку, сохраняет возможность охлаждения, снижает требования к его гидроплотности, позволяет его унифицировать для различных дизелей.

Рис. 2.9 - Электрогидравлическая форсунка CR с дроссельным управлением

Форсунка CR. R.Bosch. Торцевой электромагнит 11 (рис. 2.10, а) с дисковым якорем 10, преодолевая пружину 12, открывает шариковый клапан 8. Давление сверху от мультипликатора 5 падает, и игла 2 открывает проход к сопловым отверстиям. После обесточивания электромагнита и посадки клапана давление справа от мультипликатора восстанавливается через жиклер 7.

К особенностям форсунки можно отнести следующие: пружина 4 иглы для функционирования форсунки необязательна и установлена для предотвращения заброса газа при отсутствии давления в аккумуляторе. Мультипликатор запирающий 5 увеличивает запирающее усилие, действующее на иглу. Такая конструкция позволяет обеспечивать больший диапазон запирающей силы при изменении давления. Как показывает расчетный анализ процесса подачи, масса мультипликатора незначительно ухудшает быстродействие системы, хотя он образует с корпусом прецизионную пару и увеличивает габариты. Главное же его значение заключается в том, что увеличение отношения диаметра мультипликатора к диаметру иглы делает процесс более управляемым, четким (точным), сокращает его продолжительность. При отношении $\cong 1,0$ подача в высокооборотном дизеле нестабильна от цикла к циклу. При отношении менее 1,0 система практически неработоспособна. Для дизеля легкового автомобиля лучшее отношение - 1,25...1,5. В CR. R.Bosch диаметр иглы 4 мм, мультипликатора запирающего - 6 мм. Для более тихоходных дизелей можно обойтись и без мультипликатора запирающего. В форсунке Bosch ход иглы 0,23 мм, ход якоря электромагнита 0,050 мм, минимальный воздушный зазор между якорем и электромагнитом 0,

065±0,010 мм, диаметр дросселя в канале управления клапана 5 (рис.70) - 0,2375 мм. Минимальное количество впрыскиваемого топлива 1,4±0,8 мм³.

1 - крестообразная направляющая; 2 - игла; 3 - распылитель; 4 - пружина запирающая иглы; 5 - мультипликатор запирающий; 6 - втулка мультипликатора; 7 - жиклер камеры гидроуправления; 8 - шариковый управляющий клапан; 9 - шток; 10 - якорь; 11 - электромагнит; 12 - пружина клапана; 13 - углеродное покрытие.

Рис. 2.10 - Электрогидравлическая форсунка R.Bosch (а), ее распылитель (б) и запорный конус (в)

При впрыске мультипликатор 6 (рис. 2.11) своим верхним торцом стремится закрыть осевое отверстие, ведущее к шариковому клапану 5. Полностью это сделать не удастся, т.к. при этом через жиклер 7 восстанавливается высокое давление, и мультипликатор отжимается от отверстия. Однако от процесса установления равновесия мультипликатора имеется реальная польза: ограничивается расход топлива на управление (из штуцера 9 через жиклер 7, клапан 5 на слив).

Новый вариант форсунки имеет дополнительную пружину 4 (рис. 2.11) для снижения смятия седла при ударной посадке капана 5 (тогда масса якоря 3 мало влияет на силу удара) и для предотвращения повторного открытия клапана от волн давления при его посадке. Мультипликатор 5 в нижней части центрируется проставкой.

1 - пружина запирающая клапана; 2 - электромагнит; 3 - якорь; 4 - демпфирующая пружина; 5 - клапан; 6 - мультипликатор запирающий; 7 - жиклер камеры гидроуправления; 8 щелевой фильтр; 9 - входной штуцер.

Рис.. 2.11 - Управляющий узел электрогидравлической форсунки R.Bosch

Форсунки других производителей. В форсунке CR. фирмы “L’Orang» для дизеля MTU заложены технические решения, аналогичные форсунке Bosch. Наряду с электромагнитным приводом пилотного клапана и мультипликатора запитания, она содержит еще дополнительный управляющий золотник с промежуточным клапаном, уменьшающими расход на управление и увеличивающими быстродействие иглы.

2.1.3.3 Управление гидравлическим процессом подачи

Место системы управления в CR иллюстрируется рис. 2.12. На нем представлена блок-схема систем управления CR фирмы «R .Bosch». Состав, структура и функционирование системы управления определяются в соответствии с полученным для данного двигателя законом оптимального управления и другими требованиями. Оптимальный закон управления для каждого режима работы дизеля формулируется в процессе тщательного многофакторного исследования рабочего процесса дизеля. Далее обсуждаются задачи создания системы управления, способы управления характеристиками подачи и разработанные технические решения.

Ранее высказывались мнения, что аккумуляторные системы позволяют получить на всех режимах максимально короткий, почти П-образный закон подачи. Такой впрыск ни по форме закона, ни по уровню давлений не отвечает оптимальным условиям организации рабочего процесса: например, с уменьшением частоты и нагрузки давление впрыска должно существенно снижаться. Между тем, сегодня в дизелях на номинальном режиме, как правило, еще не достигнут оптимальный уровень давления впрыска, при превышении которого показатели рабочего процесса ухудшаются. Особенно отчетливо это иллюстрируется диаграммами эмиссии вредных веществ [27].

Кроме регулирования давления впрыска СУ должна обеспечивать правление другими параметрами топливоподачи, влияющими на рабочий процесс и эмиссию ВВ: УОВ, законом подачи (двухфазным впрыском).

Как показано на рис. 2.12, сгорание запальной порции топлива увеличивает давление и температуру воздуха в цилиндре, уменьшая задержку воспламенения и жесткость сгорания основной подачи топлива.

Двухфазный впрыск в состоянии обеспечить снижение эмиссии всех ВВ при сохранении экономичности только при тщательной оптимизации его параметров.

Двухфазный впрыск улучшает протекание рабочих процессов на специальных режимах, например: повышается надежность холодного пуска, повышается устойчивость работы на холостом ходу, сокращается эмиссия СН, снижается шумность работы дизеля не только на установившихся режимах, но и на переходных.

1 - микропроцессор с аналого-цифровым преобразователем; 2 - датчик атмосферного давления; 3 - аналоговые входы; 4 - цифровые входы; 5 - блок частоты вращения; 6 - угол поворота; 7 - питание и контроллер процессора; 8 - управление форсунками; 9, 10, 11, 12 - оконечные каскады; 13 - оперативное запоминающее устройство; 14 - электронно-стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство; 15 - быстродействующее запоминающее устройство; 16, 17, 18, 22 - клеммы (напряжения, массы); 19, 20 - датчики коленчатого, распределительного валов; 21 - сцепление; 23, 24 - сигнал столкновения, скорости автомобиля; 25 - расход воздуха; 26 - 31 - датчики (положения педали акселератора, давления в аккумуляторе, давления наддува, температуры жидкости, воздуха и топлива); 32, 33 - питание датчиков; 34 - реле блока питания; 35 - форсунки; 36 - клапан регулятора давления; 37 - выключатель плунжерной пары ТНВД; 38 - отключающий клапан; 39 - пусковое реле; 40 - кондиционер; 41 - клапан рециркуляции; 42 -

регулятор наддува; 43 - переключатель впускного клапана; 44 - вентилятор системы охлаждения; 45 - частота вращения; 46 - диагностика; 47 - свечи накаливания; 48 - шина обмена данными с электронными устройствами автомобиля.

Рисунок 2.12 - Схема электронного блока управления дизеля с CR фирмы «R .Bosch».

Эффективность двухфазного впрыска тем больше, чем ниже тепловое состояние заряда, т.е. чем ниже нагрузка и частота вращения коленчатого вала.

Рис. 2.13 - Зона рационального использования двухфазной подачи и достигаемое снижение шума (-3.. -8 дБ) в дизеле JTD Alfa Romeo 156

2.2 Требования к системам управления

Требования к системе управления (СУ) многоплановы и многочисленны. Они замыкают на себе требования ко всей топливной аппаратуре. Ниже приводятся важнейшие требования к функционированию электронного блока управления и организации процесса впрыска:

- необходима отработка в соответствии с данным скоростным и нагрузочным режимом, тепловым состоянием дизеля, давлением наддува и температурой воздуха, коэффициентом избытка (расходом) воздуха, сигналами водителя управление УОВ, величиной подачи, появлением и параметрами двухфазного впрыска, законом подачи, избирательным распределением подачи по цилиндрам, для CR - давлением впрыска;

- помимо форсунок управлению подлежат: свеча накаливания, возможно, рециркуляция ОГ, наддув, число работающих впускных клапанов, длина впускного патрубка, фазы газораспределения, для CR - производительность ТПН и ТНВД и т.д.;

- для обеспечения быстродействия ТПА формируется импульс на управляющий клапан с форсажом в начале и размагничиванием в конце);
- в соответствии с определенными законами подачи выбирается комплекс мероприятий и производится оптимизация параметров сигнала управления и гидромеханических параметров системы топливоподачи. Критериями оптимизации является отклонение от заданных законов подачи, для CR - еще и минимум расхода топлива на управление;
- осуществляется компенсация выбывшего из строя периферийного устройства, использование резервных программ управления;
- для CR вводится самодиагностика утечек из линии высокого давления, зависания иглы форсунки и автоматическое выключение из работы ТПН, ТНВД, слив клапаном-регулятором топлива из аккумулятора;
- обеспечение защиты по максимальной частоте коленчатого вала, по обрыву цепи датчика частоты коленчатого вала, случайной подачи на разъем. напряжений “0” или “+ 12 В”, для CR - по максимальному давлению в аккумуляторе;
- комплексное управление обеспечивает быстрые переходные режимы дизеля. Соответствующие мероприятия должны включать в себя не только способы стабилизации параметров подачи, но и кратковременные опережающие и форсирующие воздействия, способствующие ускорению переходных процессов и, возможно, допускающие некоторые ранее принятые ограничения (например, максимальное давление в цилиндре, эмиссии вредных веществ, температуры газа перед турбиной и т.п.);
- индивидуальное адаптивное регулирование подачи по цилиндрам дизеля осуществляется в соответствии с его конструктивными, производственно-технологическими особенностями, текущим техническим состоянием;
- функционирование при колебаниях напряжения в сети 6.. 18 В, при ; - 40...+100 °С, влажности до 98 %, вибрациях и ударах до 40 g/

- максимальная простота и дешевизна, особенно по механическим элементам.

Системы электронного управления ныне изготавливаются только на базе микропроцессорной техники и быстро совершенствуются в аппаратной части. Однако наибольшие проблемы в создании ДВС с электронным управлением заключаются в создании программ оптимального управления. Это связано с огромным количеством моторных испытаний, т.е. затрат средств и времени.

2.3 Выбор системы электронного управления топливopодачей

Из анализа вышеизложенных достоинств и недостатков различных типов электроуправляемых форсунок, можно заключить, что по условиям быстродействия и ряда других важных параметров наиболее перспективными являются форсунки с непосредственным электродинамическим приводом иглы. В совокупности с электродинамическими форсунками электронная система топливopодачей наиболее полно реализует свои преимущества. На рис. 2.14 приведена принципиальная схема такой системы, предназначенной для установки на стенд для экспериментальных исследований дизеля [18].

Система работает следующим образом. Топливный насос плунжерного типа 5 поддерживает заданный уровень давления в гидроаккумуляторе 7 посредством нагнетания в него топлива из топливного бака 4. Топливный насос приводится в действие с помощью электродвигателя 6, который, в свою очередь, управляется сигналами, поступающими с электронного блока управления 3 .

1 – двигатель; 2 – форсунка; 3 – электронный блок управления; 4 – топливный бак; 5 – топливный насос; 6 – электропривод топливного насоса; 7 – гидроаккумулятор; 8 – датчик давления в системе; 9 – редукционный клапан; 10 – датчик частоты вращения коленчатого вала; 11 – датчик углового положения

коленчатого вала;12 – датчик температуры воздушного заряда;13 – датчик давления воздуха во впускном трубопроводе;14 – датчик температуры охлаждающей жидкости;15 – пульт управления.

Рис. 2.14 - Принципиальная схема электронной системы управления топливоподачей

Из гидроаккумулятора топливо под строго определенным давлением поступает на электродинамическую форсунку 2, установленную на двигателе 1, которая так же управляется с помощью импульсов, поступающих с электронного блока. Для оперативного понижения давления в системе при переходе двигателя на частичные режимы работы служит электромагнитный редуцирующий клапан 9, получающий команды от электронного блока и осуществляющий перепуск части топлива из гидроаккумулятора обратно в топливный бак. Давление топлива в гидроаккумуляторе, в свою очередь, контролируется датчиком 8, посылающим сигналы от изменений давления в системе в электронный блок. Н самом двигателе установлены датчики 10-14, позволяющие электронному блоку постоянно контролировать изменение ситуации в работе двигателя и оперативно влиять на ход рабочего процесса в его цилиндре. Для этих же целей служит пульт управления 15, с которого оператор может давать команды непосредственно на работающий двигатель, изменяющие условия эксперимента, не прибегая к его полной остановке, что очень важно при проведении серии испытаний. Такими командами могут являться, например, команда оператора о скоростном режиме двигателя, команда о моменте впрыска топлива и др.

Возможности выбранной системы топливоподачи весьма велики. Например, отпадает надобность в каких-либо дополнительных устройствах, регулирующих впрыск топлива по оптимальному закону, а так же фактически снимаются ограничения в использовании такого эффективного средства стабилизации работы дизеля, как двухфазный впрыск. Топливный насос высокого давления в такой системе работает исключительно на поддержание требуемого давления в объеме гидроаккумулятора и может иметь

элементарную конструкцию, что имеет решающее значение в снижении его стоимости по сравнению со стоимостью ТНВД штатной топливной аппаратуры. Насос может приводиться в действие от отдельного источника энергии и размещаться в любой части двигателя, что немаловажно при компоновке силовой установке на автомобиле. Без каких-либо дополнительных устройств осуществляется в данной системе и увеличение цикловой подачи топлива при запуске двигателя. Отпадает необходимость применения муфты регулирования опережения угла впрыска топлива. Электронная система управления топливоподачей может также решать вопросы аварийной и предварительной сигнализации, аварийной защиты двигателя и его останова. Кроме того, она может выполнять функции диагностического устройства и аварийной защиты, направленные на саму себя.

Принцип действия электродинамической форсунки (рис. 2.15) состоит в следующем. В полость форсунки из гидроаккумулятора под давлением p_1 подается топливо, которое одновременно охлаждает рабочие отмотки форсунки. На обмотку возбуждения подается постоянное напряжение 24В, вследствие чего она создает магнитное поле в зазоре сердечника, в котором находится подвижная катушка. При подаче на нее управляющего напряжения возникает собственное магнитное поле катушки. Силовые линии магнитных полей обеих катушек взаимно пересекаются и подвижная катушка, стремясь вытолкнуться из зазора, поднимает иглу распылителя. Ход иглы ограничен регулируемым упором до значения 0,3мм. При подаче на подвижную катушку напряжения обратной полярности, она стремится вытолкнуться из зазора в противоположном направлении и тем самым садит иглу в седло распылителя, прекращая впрыск топлива в цилиндр.

В спроектированной системе электронного управления топливоподачей также использованы следующие основные элементы. Это топливный насос высокого давления плунжерного типа с повышением давления до 75МПа, приводимый в действие от малогабаритного электродвигателя постоянного

тока с рабочим напряжением 24В. Из топливного насоса топливо поступает в гидроаккумулятор номинальным объемом полости в 1,2л, рассчитанный на максимальные давления в гидросистеме, достигающие 100МПа. Перепуск части объема топлива из гидроаккумулятора на слив в топливный бак осуществляется при помощи электромагнитного редукционного клапана, регулирующего давление в системе на уровне оптимально заданного значения, определенного электронным блоком на основании сигналов, поступающих с датчиков и следящих устройств электронной системы. Данный клапан состоит из электропривода и собственно гидромеханической части. В гидромеханической части находится исполнительный механизм – редукционный перепускной клапан, а электрическая часть включает в себя соленоид с подвижным сердечником, приводящим в действие исполнительный механизм клапана.

Все следующие устройства электронной системы топливоподдачи довольно просты по конструктивному исполнению, нажжены в работе в условиях вибрации и неблагоприятных окружающих факторов, а также не требует технического ухода и подрегулировки. В качестве датчиков частоты вращения и углового положения коленчатого вала двигателя использованы электромагнитные индукционные датчики с вращающимся ротором из постоянного магнита и статором с обмотками, посылающими электрические импульсы в электронный блок управления. Датчиками давления в системе служат сильфонные коробки и anerоиды (давление во впускном трубопроводе), имеющие электромеханические преобразователи перемещения в электрический сигнал. В качестве различных датчиков температуры задействованы термосопротивления, так как просты в исполнении, недороги и надежны в эксплуатации.

Весь сбор информации с датчиков, а также выдачу электрических сигналов их привод топливного насоса, электромагнитного клапана и самой форсунки электродинамического типа осуществляет электронный блок управления, выполненный на основе микропроцессоров. Надежность данной

микропроцессорной системы достаточно высока, так как она выполнена по децентрализованной схеме.

Система состоит из ряда автономных подсистем, каждая из которых решает свои строго определенные задачи (контроль, защита, моделирование регулятора и т.д.). При отказе в работе части микропроцессоров автоматически происходит перераспределение функций внутри системы, что обеспечивает ее общую надежность. В случае выхода из строя отдельных датчиков или блоков предусмотрен переход на резервные цели, а при дальнейших поломках – на постоянную регулировку. В используемом микропроцессорном блоке использована система адаптивного управления параметрами топливоподачи, которая учитывает изменение характеристик работы двигателя как объекта управления, а так же параметров окружающей среды.

Данная система позволяет гибко менять критерии оптимизации при смене режима работы двигателя и обеспечивает наиболее быстрый и качественный переходный процесс по сравнению с другими системами, что особенно важно при проведении больших объемов нужных исследований объекта управления. Оперативное вмешательство в работу системы можно осуществлять посредством выдачи команды об изменении с пульта управления, например, о смещении в сторону опережения или запаздывания начала впрыска топлива в цилиндр двигателя. Микропроцессорная система так же предусматривает автономную работу в программном режиме, обеспечивая, например, двух-, трехкратное увеличение цикловой подачи топлива на период пуска двигателя.

При изменении скоростного режима двигателя электронный блок управления посылает им электродинамическую форсунку, электрические сигналы соответствующей длительности, определяя тем самым продолжительность впрыска топлива (рис. 2.16).

Рис. 2.16 - Влияние скоростного режима двигателя на реализуемые характеристики впрыскивания

Аналогического эффекта можно добиться за счет изменения длительности электрического импульса при сохранении давления в аккумуляторе их постоянном уровне (рисунок 2.17, а), увеличивая тем самым цикловую подачу топлива.

Также с помощью блока управления достигается увеличение впрыска по времени (растянутый впрыск) при сохранении неизменной цикловой подачи топлива за счет снижения давления впрыска, обусловленного снижением давления в гидроаккумуляторе (рисунок 2.17, б).

а – длительность электрического импульса; б – давление в гидроаккумуляторе.

Рис. 2.17 - Управление характеристикой впрыскивания форсунки

Система электронного управления топливоподачей с электроциклической форсункой имеет наиболее широкие возможности управления формой характеристики впрыскивания, так как давление топлива перед форсункой значительно изменяет характер ее протекания. На рисунке 2.18 представлены формы характеристики впрыскивания форсунки при различных видах электрического импульса, наиболее полно отвечающие современным требованиям к процессам топливоподачи.

Рис. 2.18 - Управление характеристикой впрыскивания форсунки изменением формы электрического импульса

В зависимости от количества импульсов в пакете, длительности каждого импульса и их взаимного расположения удастся либо расчленять процесс впрыскивания на отдельные циклы (фазы), имеющие различную амплитуду, длительность и паузу между ними (многофазовое впрыскивание), либо регулировать характеристику одного непрерывного впрыскивания. Наконец, электронный блок позволяет поддерживать оптимальный уровень давления впрыскивания в зависимости от различных внешних воздействий,

направленных на объект регулирования, то есть двигатель, например, при изменении его нагрузочного режима (рис. 2.19).

Рис. 2.19- Влияние нагрузочного режима двигателя на давление впрыскивания.

Вывод: Таким образом, выбранная система электронного управления впрыском топлива открывает широчайшие возможности по оптимизации процессов топливоподачи, и, следовательно, по улучшению сгорания топлива в цилиндрах двигателя и улучшению рабочего цикла двигателя в целом.

3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Расчет рабочего цикла двигателя 2В-06

КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГАТЕЛЯ И ЕГО СИСТЕМ

Марка.....	2В-06
Номинальная мощность, кВт.....	350
Частота вращения при номинальной мощности, мин ⁻¹	2000
Рабочий объем, л.....	16,95
Степень сжатия.....	14
Число цилиндров.....	6

Расположение

цилиндров.....оппозитное

Число клапанов на один цилиндр.....2

Направление вращения коленчатого валалевое (против направления часовой стрелки)

Порядок работы цилиндров.....1л – 3п – 2л – 1п – 3л – 2п

Номинальный крутящий момент, Н·м.....1677,6

Максимальный крутящий момент, Н·м.....2106,1

Частота вращения коленчатого вала при холостом ходе, мин⁻¹:

- минимальная.....600

- максимальная.....900

Частота вращения коленчатого вала при максимальном крутящем

моменте, мин⁻¹.....1300 ± 50

Система питания топливом

- тип.....проточная

- топливо.....дизельное (ДЗ, ДЛ)

Топливный насос высокого давления.....6НК-12М, плунжерный

Топливоподкачивающий насос.....НТП-46, коловратный

Топливный фильтр тонкой очистки.....картонный, нераздельный

Угол опережения впрыска топлива, град ПКВ.....20-21

Регулятор.....центробежный, всережимный

Форсунка (6 штук).....закрытая, бессливная

Давление начала подъёма иглы, МПа.....20,6^{+0,8}

Система впуска и выпуска

Турбокомпрессор.....ТКР-11,центробежный

Охладитель наддувочного воздуха..... водовоздушный

Система охлаждения дизеля

- тип.....жидкостная, принудительная, закрытая

- водяной насос.....центробежный

- водяной радиатор.....трубчатопластинчатый
- Смазочная система
- тип... циркуляционная комбинированная
(под давлением и разбрызгиванием)
 - масляный насос.....шестеренный
- Давление масла в главной масляной магистрали, МПа.....0,44-0,98
- Применяемое масло:
- летом.....М16-ИХП-3 (МТ-16П)
 - зимой.....М16-ИХП-3 (МТ-16П)
- Расход масла на угар.....1,2%
- Масляный фильтр.....полнопоточная бессливная центрифуга
- Система охлаждения поршня.....галерейное со взбалтыванием
- Система пуска.....а) сжатым воздухом
б) стартером

3.1.1 Выбор исходных данных

Давление окружающей среды $P_0 = 0,1013 \text{ МПа}$, принимаем для нормальных атмосферных условий.

Температура окружающего воздуха $T_0 = 293 \text{ К}$, т.е. принимается для нормальных атмосферных условий.

Средний элементарный химический состав топлива в весовых долях $C = 0,86$; $H = 0,13$; $O = 0,01$. При этом $C + H + O = 1$.

Низшая теплота сгорания топлива зависит от его вида, для дизельного топлива $H_u = 42,5 \text{ МДж/кг}$.

Степень сжатия зависит от типа камеры сгорания. Чем больше относительная поверхность камеры, тем больше теряется в стенки, тем большую степень сжатия надо принимать. Дизель 2В-06 имеет

полуразделенный тип камеры сгорания, а для таких двигателей $\varepsilon = 14 \dots 18$ [2].

Примем значение $\varepsilon = 14$.

Коэффициент наполнения зависит от типа двигателя. Для тракторных дизелей $\eta_{vH} = 0,85 \dots 0,95$ [2]. При наддуве уменьшается гидравлическое сопротивление системы впуска от компрессора до цилиндра, и коэффициент наполнения возрастает на $0,02 \dots 0,04$. Принимаем $\eta_v = 0,92$.

Подогрев свежего заряда ΔT от горячих стенок зависит главным образом от типа двигателя. Для дизелей с наддувом, эта величина не большая, находится в пределах $0 \dots 10 \text{ K}$ [2], поскольку меньше перепад температур между горячими стенками и нагретым после компрессора воздухом. С учетом этого примем значение $\Delta T = 10 \text{ K}$.

Коэффициент избытка воздуха зависит от типа двигателя. В дизелях затруднены условия смесеобразования, поэтому необходим значительный избыток воздуха и $\alpha > 1$. Чем более совершенна организация смесеобразования, тем меньший избыток воздуха требуется. Для дизелей с полуразделенными камерами сгорания $\alpha = 1,5 \dots 1,8$ [2]. Принимаем $\alpha_H = 1,8$.

Коэффициент эффективности сгорания учитывает потери теплоты за процесс сгорания. Для дизелей он выбирается в зависимости от типа камеры сгорания. Более высокие значения принимаются для камер с хорошо отработанным процессом смесеобразования и сгорания. Для двигателя с полуразделенной камерой сгорания и объемно-пленочным способом смесеобразования $\xi = 0,8 \dots 0,9$ [2]. Принимаем $\xi_H = 0,9$.

Продолжительность сгорания φ_z - характеризует длительность и среднюю скорость сгорания. Чем выше средняя скорость сгорания, тем меньше φ_z , и наоборот. В дизелях продолжительность сгорания зависит от способа смесеобразования и типа камеры сгорания. Для двигателей с полуразделенными камерами сгорания и объемно-пленочным способом смесеобразования $\varphi_z = 90 \dots 130 \text{ град ПКВ}$ [2]. Принимаем $\varphi_{zH} = 100 \text{ град ПКВ}$.

Показатель характера сгорания m однозначно определяет относительный угол φ_m / φ_z , при котором отвлеченная скорость сгорания ω_o имеет максимум. Чем меньше m , тем раньше наступает максимум скорости и выше ее максимальные значения, тем "жестче" работает двигатель. Для двигателей с полуразделенной камерой сгорания и объемно-пленочным смесеобразованием $m = 0,05 \dots 0,3$ [2], при наддуве m увеличивается на 0,2 - 0,4 единицы. Примем $m = 0,2$.

Угол опережения воспламенения зависит от продолжительности сгорания φ_z и показателя характера сгорания m и может быть определен по зависимости :

$$\theta = K_\theta \cdot \theta'$$

где θ' - оптимальный угол опережения воспламенения,

,

;

;

K_θ - эмпирический коэффициент, постоянный для данного двигателя,

.

Округляем до 5 град ПКВ.

Округляем до 5 град ПКВ.

Показатель политропы сжатия, для автотракторных двигателей лежит в диапазоне $n_1 = 1,34 \dots 1,38$ [2]. Верхние значения этого диапазона соответствуют высокооборотным двигателям. Примем $n_1 = 1,34$.

Показатель политропы сжатия воздуха в компрессоре, для центробежных компрессоров с неохлаждаемым корпусом $n_H = 1,55 - 1,75$ [2]. Примем значение $n_H = 1,6$.

Давление перед впускными клапанами p_K (давление наддува) выбираем по прототипу, ввиду незначительной разницы величин для номинального и режима максимального крутящего момента, принимаем $p_K = p_K = 0,185$ МПа.

Понижение температуры в охладителе надувочного воздуха. Поскольку охладитель отсутствует $\Delta T_{\text{охл}} = 30$.

Давление остаточных газов p_r . Эта величина уменьшается с уменьшением частоты вращения вала и давления наддува, с увеличением числа выпускных клапанов и фазы опережения выпуска. Для четырехтактных дизелей с наддувом $P_r = (0,85...0,95)P_K$ [2]. Примем $P_r = 0,14$ МПа.

Температура остаточных газов. Величина T_r уменьшается с ростом степени сжатия, увеличением коэффициента избытка воздуха в дизелях, уменьшением частоты вращения вала и степени наддува. Для четырехтактных дизелей с наддувом $T_r = 800...1000$ К [2]. Примем значение $T_r = 950$ К.

Показатель политропы расширения, для четырехтактных дизелей лежит в диапазоне [2]. Примем $n_2 = 1,36$.

Отношение радиуса кривошипа к длине шатуна:

.

Рабочий объем одного цилиндра,

$$V_r = \frac{\pi D^2 S}{4} n_c \quad (3.1)$$

где $S = 0,16$ м - ход поршня;

$D = 0,150$ м - диаметр поршня;

.

Шаг расчета для всех процессов принимаем 5. Произведем расчет на компьютере, результаты расчетов - приложение 1. Проверим правильность этих расчетов. Для этого, для начала, вычислим среднее индикаторное давление и сравним его со значением, полученным в расчете, который выдал компьютер. Среднее индикаторное давление найдем из выражения:

$$P_i = P_M + P_e,$$

где P_e - среднее эффективное давление,

,

где N_e - эффективная мощность, кВт ;

$i = 4$ - число цилиндров двигателя ;

n - частота вращения вала двигателя, мин^{-1} ;

P_M - давление механических потерь:

,

где $a = 0,09$ - эмпирический коэффициент [2] ;

$b = 0,012$ - эмпирический коэффициент [2] ;

$b_I = 0,1 \dots 0,15$ - эмпирический коэффициент [2] ;

C_M - средняя скорость поршня,

;

;

$p_{нас}$ - среднее давление насосных потерь,

. (3.2)

$$P_M = (0,185 / 0,1013)^{0,12} (0,09 + 0,012 \cdot 10,6) + (-0,0160) = 0,167 ;$$

;

Находим процент погрешности расчетов:

$$\dots (3.3)$$

;

Полученный результат меня вполне удовлетворяет, он входит в допустимую 5 % погрешность расчетов.

3.1.2 Расчет процесса впуска

Температура воздуха после компрессора:

$$(3.4)$$

Температура воздуха охладителя надувочного воздуха:

$$(3.5)$$

Давление рабочего тела в конце впуска:

$$(3.6)$$

Коэффициент остаточных газов:

...(3.7)

Температура рабочего тела в конце впуска:

(3.8)

Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива:

...(3.9)

Удельный объем рабочего тела в конце впуска, для дизеля:

(3.10)

где $\mu_g = 28,97$ - кажущаяся молекулярная масса воздуха.

3.1.3 Расчет процесса сжатия

Параметры рабочего тела в процессе сжатия определяются по уравнениям политропного процесса.

Удельный объем рабочего тела в конце сжатия:

(3.11)

где σ_y - кинематическая функция перемещения поршня, значения этой функции определяются по таблице [2, стр. 65], в зависимости от угла опережения воспламенения и отношения λ ().

Давление конца сжатия:

(3.12)

Температура конца сжатия:

.....(3.13)

Удельная работа политропного процесса сжатия:

..... (3.14)

3.1.4 Расчет процесса сгорания

При этом расчете определяют величины давлений и температур рабочего тела в процессе сгорания в зависимости от угла поворота

коленчатого вала. Расчет выполняется с учетом угла опережения воспламенения и закономерности выгорания топлива.

Теоретически необходимое количество воздуха в кг для сгорания одного кг топлива:

$$\dots \quad (3.15)$$

Общая удельная использованная теплота сгорания:

$$\dots \quad (3.16)$$

Максимальное значение химического коэффициента молекулярного изменения:

$$\dots \quad (3.17)$$

Максимальное значение действительного коэффициента молекулярного изменения:

$$\dots \quad (3.18)$$

Расчет текущих величин давления и температуры при сгорании ведется по элементарным участкам 1-2 с шагом $\Delta\varphi$:

$$\dots \quad (3.19)$$

$$T_2 = \frac{T_y}{P_y V_y} \cdot \frac{P_2 V_2}{\beta_{1-2}}, \quad (3.20)$$

где V_1 - удельный объем рабочего тела в начале участка, для первого участка $V_1 = V_y$, для последующих участков в качестве V_1 принимаются значения V_2 предшествующих участков;

V_2 - удельный объем рабочего тела для конца участка;

P_1 - давление в начале участка, для первого участка $P_1 = P_y$, для последующих участков в качестве P_1 , принимаются значения P_2 предшествующих участков;

K - фактор теплоемкости,

$$K = \frac{k+1}{k-1}; \quad (3.21)$$

x_1 - доля выгоревшего топлива в начале участка, для первого участка

1-2 $x_1 = 0$;

x_2 - доля выгоревшего топлива в конце участка 1-2 определяется по уравнению Вибера,

$$(3.22)$$

φ_2 - угол ПКВ, отсчитываемый от начала сгорания до конца участка,

;

θ - угол опережения воспламенения, при воспламенении до ВМТ угол опережения воспламенения положительный ;

α_2 - угол ПКВ от ВМТ до конца участка 1-2 ;

β_{1-2} - среднее на участке 1-2 значение действительного коэффициента молекулярного изменения,

;

β_1 - значение действительного коэффициента молекулярного изменения в начале участка, для первого участка $\beta_1 = 1$;

β_2 - значение действительного коэффициента молекулярного изменения для конца участка,

.

Отвлеченная скорость сгорания определяется по уравнению:

$$(3.23)$$

Величины отношения теплоемкостей:

$$(3.24)$$

в этом уравнении:

, .

Максимальная скорость нарастания давления газов:

$$(3.25)$$

.

Удельная работа газов в процессе сгорания:

$$(3.26)$$

где n - число элементарных участков процесса сгорания.

3.2 Определение эффективных показателей двигателя, диаметра цилиндра и хода поршня

Среднее эффективное давление для номинального режима и режима максимального крутящего момента:

$$\dots \quad (3.30)$$

Механический КПД:

$$\dots \quad (3.31)$$

Эффективный КПД:

$$\dots \quad (3.32)$$

Удельный эффективный расход топлива:

$$\dots \quad (3.33)$$

Задавшись величиной отношения хода поршня к диаметру цилиндра, по прототипу, определим диаметр цилиндра:

$$\dots \quad (3.34)$$

и ход поршня:

$$\dots \quad (3.35)$$

Найденные величины диаметра цилиндра и хода поршня округляем в большую сторону по ГОСТу 6636-69. Таким образом, диаметр цилиндра и ход поршня остались неизменными ($S = 160\text{мм}$, $D = 150\text{мм}$), что и требовалось доказать.

Определение мощностных и экономических показателей

Эффективная мощность:

$$\dots \quad (3.36)$$

Крутящий момент двигателя:

$$\dots \quad (3.37)$$

Удельная литровая мощность:

$$\dots \quad (3.38)$$

Расход топлива двигателем в час:

(3.39)

Цикловой расход топлива:

(3.40)

;

Эффективный удельный расход топлива :

(3.41)

здесь расход топлива двигателем в час G_T найдем через цикловой расход топлива:

(3.42)

а здесь цикловой расход топлива допустим пропорциональным среднему индикаторному давлению :

(3.43)

4 КОМПЛЕКСНОЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА: ПОНЯТИЕ, СУЩНОСТЬ

4.1 Структура УМК

Учебно- методическое обеспечение (УМО) специальности складывается из нормативной документации, УМК (учебно-методический комплекс) тем, УМО всех видов практики, УМО итоговой государственной аттестации, работы кабинета (мастерской) и самостоятельной деятельности студента.

Термин УМО используется в двух смыслах: процесса и результата. УМО как процесс – это планирование, разработка и создание оптимальной системы (комплекса) учебно-методической документации и средств обучения, необходимых для эффективной организации образовательного процесса в рамках времени и содержания, определяемых профессиональной образовательной программой. УМО как результат (чаще в этом случае называют учебно-методическим комплексом – УМК) – это совокупность всех учебно-методических документов (планов, программ, методик, учебных пособий и т.д.), представляющих собой проект системного описания образовательного процесса, который впоследствии будет реализован на практике. В этом смысле УМО является дидактическим средством управления подготовкой специалистов, комплексной информационной моделью педагогической системы, задающей структуру и отображающей определенным образом ее элементы.

При оценке качества УМК нужно рассматривать два аспекта. Первый – это степень адекватности отображения области профессиональной деятельности и специальности в УМК специальности или предметной области – в УМК дисциплины. Второй – успешность решения поставленных задач обучения. По второму аспекту можно выделить несколько формальных признаков, определяющих эффективность применения методических материалов: научность, целенаправленность, системность, комплексность,

вариативность, действенность, практическую направленность, диагностируемость и др. Качество УМК и эффективность их применения зависят от ряда факторов:

- уровня профессионально-педагогической компетентности руководящих и педагогических кадров, управляющих образовательным процессом;

- уровня обученности и обучаемости студентов;

- организационно-педагогических и дидактических условий образовательного процесса.

Цель УМК - обеспечение высокого качества подготовки специалистов.

Задачами УМК, его элементов (или составляющих) являются:

- создание наилучших условий для управления образовательным процессом путем систематизации учебно-методических материалов и сведения к минимуму нормативно-методических, стандартно реализуемых документов, обеспечивающих подготовку выпускников;

- оптимизация подготовки и проведения занятий, интенсификация всего учебно-воспитательного процесса;

- активизация деятельности как обучаемого, так и обучающего, развитие познавательной активности студентов через дифференциацию заданий с учетом их индивидуальных способностей;

- обеспечение единства требований к студентам;

- организация и регулирование методической работы преподавателей, классных руководителей, предметных (цикловых) комиссий, кафедр, лаборантов, мастеров и прочих сотрудников и подразделений ссуза, совершенствование мастерства преподавателей с передачей педагогического опыта;

- обеспечение учебно-методическими материалами всех видов занятий и учебной и внеаудиторной деятельности;

- оказание методической помощи:

1. студентам в учебной, учебно-исследовательской, научной и прочих видах деятельности;
 2. преподавателям, не имеющим достаточного опыта работы.
- Обеспечение непрерывности и продуктивности внутренней системы повышения квалификации работников образовательного процесса.[21]

Структура УМК можно представить в виде трех блоков

- нормативно-методические материалы;
- учебно-информационные материалы;
- учебно-методические материалы.

Содержание каждого блока является примерным, выявленным на основе анализа действующих нормативно-правовых документов в системе среднего профессионального образования. Дополнительный перечень материалов должно определять учебное заведение с учетом содержания реализуемых образовательных программ, особенностей и условий образовательной деятельности.

На основании анализа опыта работы была разработана принципиальная схема содержания каждого блока.

I блок – нормативно-методические материалы, определяющие основные требования к содержанию и качеству подготовки специалиста, формам и методам обучения, управлению образовательным процессом и отдельным его элементам, направлениям, представлены федеральными, региональными и локальными документами. Также в их перечень включаются материалы, разрабатываемые научно-методическими центрами, отраслевыми методическими кабинетами, методическими службами.

II блок – учебно-информационные материалы, определяющие различные источники информации, которыми могут пользоваться как преподаватели, так и студенты, довольно обширны. Список источников информации (основной и дополнительной) должен быть известен студентам заранее

III блок – учебно-методические материалы. Это наиболее емкая и значимая для преподавателей и студентов часть УМК. В третьем блоке УМО кроме включенных в список различных учебно-методических материалов можно рекомендовать создание специальных подборок (кейсов, папок и пр.), которыми студенты должны своевременно обеспечиваться при организации самостоятельной работы [21].

Создавая учебно-методические материалы, обеспечивающие самостоятельную работу студентов, целесообразно учитывать:

- предельный объем домашних заданий, оптимальные затраты времени на их выполнение;
- типичные ошибки при выполнении различных видов работ, их причины и меры по их усвоению;
- вариативность практических работ (задачи, отдельные расчеты, составление опорных конспектов, построение различных графических и табличных работ и т.д.);
- инструкции:
 1. по изучению наиболее «трудных» тем (вопросов);
 2. по подготовке к контрольным работам, защитам, зачетам и экзаменам;
 3. по оформлению итогов самостоятельной работы;
 4. по оценке и самооценке итоговых работ.

Более подробно рассматривая структуру учебно-методического комплекса, можно подразделить на несколько частей.

Нормативная и учебно-методическая документация.

- государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальности;
- выписка из рабочего учебного плана;
- перечень оборудования кабинета и лаборатории;
- федеральная программа по учебной дисциплине;
- рабочая учебная программа;

- календарно-тематический план;
- планы учебных занятий (технологические карты).

Качественная разработка и постоянное совершенствование нормативной и учебно-методической документации – это составная часть создания оптимального комплексного учебно-методического обеспечения образовательного процесса по учебным дисциплинам. Важно, чтобы вся эта документация была не формальным набором документов, а действенным инструментом повышения результативности образовательного процесса [8].

Стандартом СПО регламентированы государственные требования к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки выпускников. Они изложены в понятиях «иметь представление, понимать», «знать», «уметь», «владеть навыками».

Данные уровни являются основой для системы контроля за ходом и качеством усвоения студентами учебного материала.

В педагогической практике традиционно сложились и применяются следующие виды контроля: входной, текущий, рубежный, итоговый.

Разрабатывая методические материалы по контролю качества обучения студентов, следует обратить внимание на:

- разнообразие форм, методов и приемов контроля;
- вариативность контрольных заданий, как для аудиторных заданий, так и для выполнения домашних работ (в том числе с учетом уровня подготовленности студентов), варианты для заочного обучения;
- учебно-методическое обеспечение контроля, акцентируя внимание на необходимости и целесообразности использования конкретных наглядных (иллюстративных) материалов, в том числе изготовленных студентами;
- критерии оценки для всех видов самостоятельных работ [21].

Новые государственные стандарты значительно увеличивают количество часов, отведенных на самостоятельную работу до 50% учебного времени, вместе с тем существует проблема обеспечения студентов необходимой учебной литературой. Поэтому требованием времени и

перспективным путем решения данной проблемы является разработка учебно-методического комплекса для студентов, в состав которого должны входить:

- курс лекций теоретического материала;
- комплект методических рекомендаций по выполнению практических, лабораторных работ;
- комплект методических рекомендаций по самостоятельному изучению основных тем учебной дисциплины;
- сборник задач, упражнений, проблемных ситуаций, тренингов, семинарских занятий [8].

4.2 Разработка план - конспекта занятия: «Система питания дизеля» по разделу «Рабочие процессы автомобильных двигателей» дисциплины «Устройство автомобилей».

В учебном процессе основной формой обучения было и остается классно-урочная система. С появлением компьютеров и компьютерных информационных технологий эту систему можно сделать более эффективной, интересной и практичной.

Создав план-конспект по разделу «Рабочие процессы автомобильных двигателей» для студентов, облегчается труд преподавателя. Разработанный УМК поможет преподавателю в изложении материала по теме, а студенты могут воспользоваться данным учебно-методическим комплексом для самостоятельного изучения, т.к. в нем подробно, систематически и последовательно изложен материал именно по основам термодинамики. Также УМК содержит упражнения, практические задания для проверки знания, полученного в ходе обучения.

Тема занятия:

Цели урока:

Литература:

1. Родичев В. А. Устройство и техническое обслуживание грузовых автомобилей [Текст] / В. А. Родичев. – 8-е изд., пер. - М.: Академия, 2011. - 256 с.

2. Селифонов В.В. «Устройство и Техническое обслуживание автомобилей» [Текст]: учебник для начального профессионального образования./ В.В. Селифонов, М.К. Берюков, - 5-ое изд., пер.- М.: Издательский центр «Академия», 2011.-400с.

Ход урока:

1. Организационный момент

- проверка присутствующих

Раздел: «Рабочие процессы автомобильных двигателей»

Тема: Система питания дизеля.

2. Мотивация учебной деятельности

3.Актуализация опорных знаний

(вопросы для повторения предыдущего материала)

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ (Слайд №4)

В последние годы стали все шире использовать дизели на автомобилях.

Следует признать, что использование карбюраторных двигателей на грузовых автомобилях в современных условиях с экономической точки зрения нецелесообразно и нежелательно вследствие большого загрязнения окружающей среды токсичными продуктами сгорания.

Хорошие технико-экономические показатели работы дизельных двигателей способствуют их широкому применению на грузовых автомобилях и перспективы их использования в настоящее время только расширяются.

ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО

В настоящее время согласно существующим технологиям дизельное топливо получают из нефти.

Дизельное топливо выпускается следующих марок: ДА, ДЗ, ДЛ (арктическое, зимнее, летнее)

Арктические виды топлива (ДА) предназначены для питания дизелей при температуре окружающего воздуха от -30° до -50°C , зимние виды (ДЗ) 0 до -30°C , летние виды (ДЛ) - при температуре воздуха выше 0°C .

ОБЩАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ (Слайд №5)

Система питания дизеля предназначена для подачи в определенные моменты времени строго дозированного количества отфильтрованного топлива под давлением, обеспечивающим его мелкое распыление в камере сгорания с одновременной подачей очищенного воздуха.

Система питания дизеля состоит из систем подачи воздуха, подачи топлива и выпуска отработавших газов.

В систему питания четырехтактного дизеля входят: топливный бак, фильтры грубой и тонкой очистки; топливоподкачивающий насос; топливопроводы; форсунки; топливный насос высокого давления с всережимным регулятором числа оборотов; воздухоочиститель и другие приборы и детали.

Рассмотрим путь топлива в системе питания. Из бака через фильтр грубой очистки по топливопроводу топливо поступает к топливоподкачивающему насосу, от которого подается по топливопроводу к фильтру тонкой очистки, а по другому топливопроводу к насосу высокого давления. Насос по топливопроводам высокого давления подает топливо в форсунки в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. Например ДВС ЯМЗ-236 (1—4—2—5—3—6), а КАМАЗ-740 – (1-5-4-2-6-3-7-8).

Независимо от частоты вращения коленчатого вала двигателя в каналах, поставляющих топливо к ТНВД, поддерживается постоянное давление топлива (1,3-1,5 кгс/см²) Топливо, не использованное в насосе высокого давления, просочившееся между распылителем форсунки и иглой по топливопроводу сливается в бак. Топливо, постоянно циркулирующее в системе питания, охлаждает головку топливного насоса высокого давления.

Особенностью системы питания дизеля автомобиля КамАЗ-5320 является наличие в ней двух топливоподкачивающих насосов. Насос,

установленный на кронштейне коробки передач, имеет только ручной привод, а насос, укрепленный на корпусе ТНВД, имеет два привода: ручной и механический.

ПРИБОРЫ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ

Надежность и долговечность работы двигателя от степени очищения топлива и его соответствия окружающим температурным условиям. Очистка топлива от различных механических примесей имеет большое значение для всех типов двигателей, но для дизельных - особенно, так как ТНВД (плунжерные пары) смазывается непосредственно топливом. Мельчайшие примеси могут вызвать повышенный износ плунжерных пар, нагнетательных клапанов, форсунок и т. д.

Топливный бак (Слайд № 6)

Топливный бак имеет заливную горловину с сетчатым фильтром, внутренние перегородки для устранения резких перемещений топлива при движении автомобиля. В пробке заливной горловины имеется паровоздушный охлаждающий клапан. В баке расположен поплавковый датчик уровня топлива.

Фильтр грубой очистки топлива дизеля (Слайд № 7)

Фильтр имеет сменный фильтрующий элемент, вставленный в корпус, закрытый крышкой. Фильтрующий элемент состоит из хлопчатобумажной пряжи, намотанной на каркас, который изготовлен в виде трубки с большим количеством отверстий. Топливо, подаваемое к фильтру грубой очистки, проходит через отверстие и заполняет пространство между корпусом и фильтрующим элементом. Пройдя через слой пряжи, очищенное топливо поступает внутрь каркасной трубки, поднимается вверх и по каналам крышки проходит через отверстие в отводящий трубопровод. На внешней поверхности фильтрующего элемента и на днище корпуса осаждаются механические примеси. При заполнении системы питания топливом воздух из фильтра удаляется через отверстие, закрываемое пробкой.

Фильтр тонкой очистки топлива дизеля (Слайд №8)

Сменный фильтрующий элемент фильтра надет на стержень, приваренный к корпусу. Корпус фильтра закрыт крышкой, удерживаемой болтом, ввернутым в стержень. Фильтрующий элемент представляет собой перфорированный металлический каркас, обмотанный ситцевой лентой. На этом каркасе сформирована фильтрующая масса из древесной муки, пропитанной пульвербакелитом. Чтобы топливо не могло миновать фильтрующий элемент, он пружиной прижат к крышке, имеющей отверстия для подвода топлива и его отвода. Топливо, подаваемое топливоподкачивающим насосом, заполняет все пространство между корпусом и фильтрующим элементом, просачивается через пористую фильтрующую массу, поднимается вдоль стержня и проходит к отводящему штуцеру крышки, а затем подводится к насосу высокого давления. В крышку ввернут штуцер с калиброванным отверстием, через которое сливается в бак топливо и выходит воздух, попавший в него.

Топливоподкачивающий насос (Слайд №9)

Имеет два привода: ручной и механический. Ручным приводом пользуются для заполнения топливом фильтров, топливопроводов и удаления из системы питания воздуха. Если возникают трудности с пуском двигателя (например, в систему попал воздух), то необходимо также воспользоваться ручным приводом. При перемещении поршня рукояткой вверх в цилиндре создается разрежение, открывается впускной клапан и топливо поступает внутрь цилиндра. При перемещении поршня вниз он давит на топливо, впускной клапан закрывается, а выпускной клапан открывается и топливо подается к фильтру тонкой очистки. После прокачки системы ручным насосом поршень опускают вниз и наворачивают рукоятку на резьбовой хвостовик цилиндра; поршень плотно прижимается к прокладке.

При работе двигателя действует механический привод топливоподкачивающего насоса. Вращающийся эксцентрик набегаёт на ролик толкателя, вследствие чего сжимается пружина и перемещается шток с поршнем, сжимая пружину. Под действием давления топлива в полости А над

поршнем впускной клапан прижимается к седлу, а выпускной клапан открывается и топливо перетекает по перепускному каналу в полость Б, находящуюся под поршнем.

Когда эксцентрик сходит с ролика толкателя, пружина возвращает толкатель в исходное положение. Одновременно пружина, разжимаясь, перемещает поршень в обратную сторону. Над поршнем в полости А создается разрежение, а под поршнем в полости Б повышенное давление. Выпускной клапан садится на седло, и топливо из полости Б по каналам насоса и трубопроводу поступает к фильтру тонкой очистки. Вследствие наличия разрежения над поршнем открывается впускной клапан, и топливо заполняет полость А. При следующем набегании эксцентрика на ролик толкателя рассмотренные процессы повторяются.

Топливоподкачивающий насос подает топлива больше, чем необходимо для работы двигателя. Если ход поршня насоса будет все время постоянным, то давление в топливопроводе сильно возрастает. При уменьшении расхода топлива двигателем давление в полости Б повышается и сжатая пружина не сможет преодолеть противодействия топлива. Вследствие этого ход поршня уменьшается и соответственно снижается подача топлива насосом. Толкатель при этом свободно перемещается в обе стороны. По мере увеличения расхода топлива двигателем давление в полости Б уменьшается, ход поршня увеличивается и подача топлива насосом возрастает.

Топливный насос высокого давления (Слайд № 10)

Топливный насос высокого давления. Насос подает через форсунки в камеру сгорания необходимые порции топлива в строго определенные моменты. По принципу действия топливные насосы, применяемые на дизелях, относятся к золотниковому типу с постоянным ходом плунжера и регулировкой конца подачи топлива. Число секций топливного насоса соответствует числу цилиндров двигателя. Каждая секция обслуживает один цилиндр, подавая топливо по трубопроводам высокого давления на форсунку.

Регулятор частоты вращения коленчатого вала (Слайд № 11)

Изменяет подачу топлива, автоматически поддерживает любую частоту вращения коленчатого вала и ограничивает максимальную.

Автоматическая муфта опережения впрыска топлива (Слайд № 12)

Изменяет угол опережения впрыска топлива, повышает экономичность дизеля при различных режимах работы, и улучшаются условия его пуска.

Форсунка (Слайд № 13)

Форсунку на дизеле устанавливают в латунный стакан головки блока. Топливо подводится к форсунке через штуцер с сетчатым фильтром и поступает по наклонному каналу в кольцевую проточку распылителя. Затем топливо по трем каналам проходит в кольцевую полость, расположенную под утолщенной частью иглы. Топливо, поступающее в полость, находится под давлением, создаваемым насосом, и в свою очередь давит на нижний конус иглы. Сопла распылителя открываются тогда, когда давление топлива в полости и на нижнем конце иглы превысит сопротивление пружины. В этот момент топливо впрыскивается в камеру сгорания. После впрыска топлива давление в полости снижается и под действием пружины игла плотно садится на седло в распылителе.

Турбонаддув (Слайд № 14)

Служит для подачи заряда воздуха в цилиндры под давлением, чем повышает мощность дизельного двигателя.

Принцип действия турбокомпрессора состоит в следующем. На валу турбокомпрессора сидят два турбинных колеса, размещенные в двух отдельных корпусах. Движущей силой для турбинных колес служат выхлопные газы двигателя. Они разгоняют вал компрессора, а поскольку ротор выхлопных газов и ротор свежего воздуха сидят на одном валу, то с такими же оборотами свежий воздух нагнетается в цилиндры. Применение турбокомпрессора повышает как мощность двигателя, так и крутящий момент. Предпосылкой эффективной работы двигателя является определенная скорость вращения вала компрессора, гарантирующая хорошую степень наполнения.

Система подачи и очистки воздуха (Слайд № 15)

Система подачи и очистки воздуха дизеля двухступенчатая, с инерционной решеткой, автоматическим отсосом пыли и сменным фильтрующим элементом. Колпак для забора воздуха установлен сзади кабины, а воздухоочиститель укреплен к левому лонжерону рамы.

Воздухоочиститель состоит из корпуса, фильтрующего элемента, крышки, соединенной с корпусом защелками. Фильтрующий элемент имеет два защитных кожуха, между которыми размещен гофрированный картон. Сверху и снизу фильтрующий элемент плотно закрыт двумя основаниями, выполненными из листовой стали и залитыми клеем, плотно соединяющим кожухи и фильтрующий картон.

При работе двигателя воздух через сетку в колпаке проходит по трубам в воздухоочиститель. По входному патрубку воздух попадает в первую ступень очистки с инерционной решеткой и резко изменяет направление. Крупные механические частицы отделяются от воздуха и под влиянием разрежения, которое передается через патрубок, отсасываются отработавшими газами в атмосферу. Для этой цели в выхлопной трубе двигателя установлен эжектор, соединенный трубопроводом с патрубком. Далее воздух проходит через микропоры картона (вторая ступень) и уже очищенный по трубе поступает во впускной трубопровод двигателя. Ориентировочный срок службы фильтрующего элемента около 1000 часов. Для оценки состояния фильтрующего элемента на левом впускном трубопроводе установлен индикатор. При засорении фильтрующего картона во впускном трубопроводе возрастает разрежение, индикатор срабатывает и его красный флажок фиксируется напротив окна, указывая на необходимость замены или промывки фильтрующего элемента.

СИСТЕМА ВЫПУСКА ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЯ (Слайд № 16)

5. Закрепление нового материала.

Фронтальный опрос учащихся с комментариями (Слайды №№ 17 и 18)

6. Этап усвоения новых знаний

Самостоятельная работа учащихся (тестирование).

Вопросы для контроля знаний (тестов):

Самостоятельная работа:

Изучение учебника: В.А. Родичев «Грузовые автомобили» стр. 79-90;

Работа с конспектом лекции; ответы на контрольные вопросы; В.А. Родичев «Грузовые автомобили» стр. 91.

Вывод: глава содержит анализ структуры УМК, разработана методическая разработка для проведения лекции с использованием мультимедийного комплекса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время компьютер достаточно широко внедрен в образовательный процесс. Разработано большое количество различных специализированных программ и их комбинаций, которые опробованы и применяются в учебном процессе.

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

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

- 1) сбор, накопление, обработка, систематизация педагогической информации и доведение ее до пользователя;
- 2) компьютерная каталогизация и обработка информационных средств;
- 3) выявление информационных потребностей;
- 4) оказание помощи в деятельности учителей;
- 5) организация обучения пользователей методике нахождения и получения информации из различных носителей [22].

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. [27].

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.

К одному из наиболее перспективных средств преподавания, по современным публикациям, можно отнести, компьютерную графику и анимацию. Возможность их применения не исключают даже в лекциях. Из всех существующих в настоящее время форм обучения в высшей школе лекция остается, пожалуй, наиболее консервативной [29]. 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.

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.

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.

Опытнo-экспериментальное исследование проводилось на базе ЮУрГТК.

Экспериментальная группа ТО - 306 в количестве 25 человек.

Контрольная группа ТО - 307 в количестве 22 человека.

Цель экспериментальной работы: экспериментально доказать эффективность применения разработанных мультимедийных презентаций для повышения эффективности обучения студентов.

В данной выпускной квалификационной работе были выполнены следующие задачи:

1) Проанализирована психолого-педагогическая и методическая литература по выбранной теме и определены основные понятия.

2) Изучены основные требования, предъявляемые к двигателям автомобильной техники;

3) Выбрано и обосновано техническое решение;

4) Разработан план-конспект по разделу «Рабочие процессы автомобильных двигателей» дисциплины «Устройство автомобилей» с применением компьютерных анимаций.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены требования к двигателям автомобильной техники, которые необходимо учитывать при проектировании новых и модернизации серийных двигателей и их систем.

Таким образом, цель работы достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ