

рость изменения частоты вращения (установившаяся) на бензине – 6,9, а на газе – 8,3 мин⁻¹/мкс.

Нельзя утверждать, что результат применения современных подходов к управлению дискретными системами однозначно хуже. В силу пульсирующей картины движения воздуха по впускной трубе и геометрической отдаленности датчика массового расхода воздуха от впускного клапана (как правило, объем впускной системы в 2...3 раза больше рабочего объема двигателя) блоку управления форсунками приходится вести расчет подачи топлива косвенно. По тем же причинам при центральном смесителе первые несколько циклов в цилиндры продолжает поступать готовая газоздушная смесь, находящаяся в ресивере и впускной трубе. Далее при правильной организации базовой характеристики смесителя не образуется обедненных циклов, что ведет к однозначному и энергичному разгону.

А если принять во внимание все преимущества газового топлива, то экологический и экономический выигрыш обязательно окажется на его стороне. Усилия в развитии забытых систем следует направить на достижение большей точности статического регулирования смеси. Здесь целесообразно применять те же современные алгоритмы нечетких множеств и нейронных сетей, что постепенно внедряются в управление бензиновой топливоподачей.

Литература:

1. Совершенствование управления бензинового двигателя с использованием искусственных нейронных сетей / Смирнов А.Б. // дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: 2006. 146 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ПОДАЧИ СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА КОНСТРУКЦИИ МАДИ ДЛЯ ПОДАЧИ КИСЛОРОДОСОДЕРЖАЩИХ ТОПЛИВ В КАМЕРУ СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЯ

Шатров М.Г., Мальчук В.И., Дунин А.Ю., Езжев А.А. (Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет)

На сегодняшний день одним из способов улучшения экологических показателей дизелей и сокращения потребления ими нефтяного топлива стало применение кислородосодержащих топлив. Наибольшее внимание в этом направлении уделяется спиртам (метанолу и этанолу) и топливам на основе масел растительного происхождения.

Спирты и масла получают из биомассы, что позволяет их отнести к возобновляемым источникам энергии.

Сгорание альтернативных топлив, молекулы которых содержат кислород, характеризуется высокой полнотой сгорания и низким содержанием сажи в отработавших газах (ОГ).

С другой стороны, наличие кислорода снижает теплоту сгорания. Соответственно, при прочих равных условиях, в цилиндр необходимо подавать бóльшую, по сравнению с дизельным топливом, цикловую подачу растительного масла. Это приводит к увеличению времени впрыскивания.

Достоинство масел растительного происхождения заключается в сопоставимом с дизельным топливом цетановом числе (ЦЧ). Тогда как метанол и этанол обладают низкой величиной ЦЧ и более чем в 4 раза высокой теплотой парообразования по сравнению с дизельным топливом, что приводит к большой продолжительности задержки воспламенения, а также к затруднению пуска дизеля.

Масла, по сравнению с дизельным топливом, отличаются более высокой вязкостью, что приводит к повышению дальности струи впрыскиваемого топлива и снижению мелкости распыливания.

Величина поверхностного натяжения и вязкость спиртов напротив ниже чем у дизельного топлива. Это свидетельствует о низкой смазывающей способности спиртов, что приводит к быстрому износу топливной аппаратуры.

Наличие в маслах растительного происхождения смолистых веществ способствует более высокому нагарообразованию по сравнению с дизельным топливом.

Спирты обладают высокой коррозионной активностью и агрессивность по отношению к ряду пластмасс, что требует пересмотра материалов, применяемых в топливных системах (ТС).

Таким образом, растительные масла и спирты обладают своими преимуществами перед дизельным топливом. Однако при работе дизеля на топливах с различными физико-химическими свойствами меняются все основные показатели рабочего цикла дизеля: период задержки воспламенения, скорость нарастания давления в цилиндре и его максимальное значение, удельный расход топлива, мощностные показатели двигателя и содержание вредных веществ в ОГ. Требуется серьезный пересмотр конструкции ТС. При этом важным является обеспечение качества распыливания топлива, полноты сгорания, быстрого и надежного пуска двигателя при различных температурах окружающего воздуха и широком диапазоне изменения физико-химических свойств топлив, что возможно осуществить с помощью совместной подачи в камеру сгорания (КС) дизеля смесей альтернативных топлив и дизельного топлива.

В случае масел и спиртов, исследователями высказывается необходимость изменения содержания альтернативных топлив в смеси с дизельным в зависимости от режима работы двигателя.

В этой связи становится актуальным вопрос создания ТС, способных осуществлять гибкую коррекцию состава смеси топлив, подаваемых в КС, в зависимости от режима работы. При этом такие системы должны обладать как можно меньшей инерционностью при изменении состава смеси в условиях быстрой смены режимов транспортным двигателем.

На наш взгляд, с этой точки зрения, наиболее рационально организовать смешения топлив в форсунке, как можно ближе к распыливающим отверстиям (у основания запирающего конуса иглы распылителя), непосредственно перед впрыскиванием.

Эта идея нашла свое отражение в системе подачи смесового топлива (СПСТ) [1], два варианта которой представлены на рис.1.

Оба варианта предназначены для подачи через одну форсунку в камеру сгорания дизеля смеси двух топлив. Компоненты подаются отдельно по своим каналам (10, 12, 16 и 11, 13, 15, 17, 22, соответственно) к объему смешения $V_{ф см}$. Благодаря конструкции систем и их принципу действия [1] осуществляется направленная коррекция состава смеси топлив в процессе ее впрыскивания через распыливающие отверстия 18.

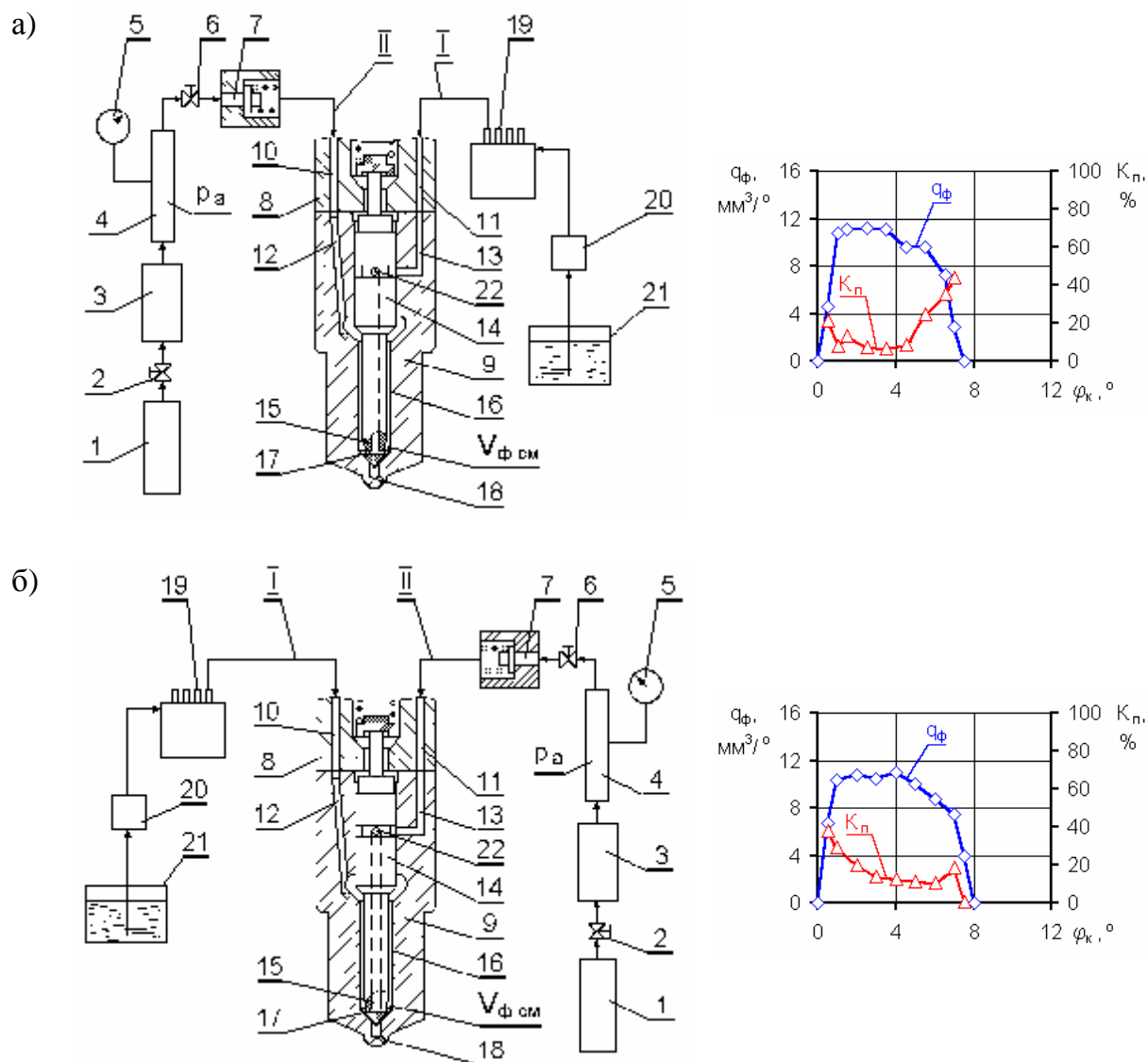


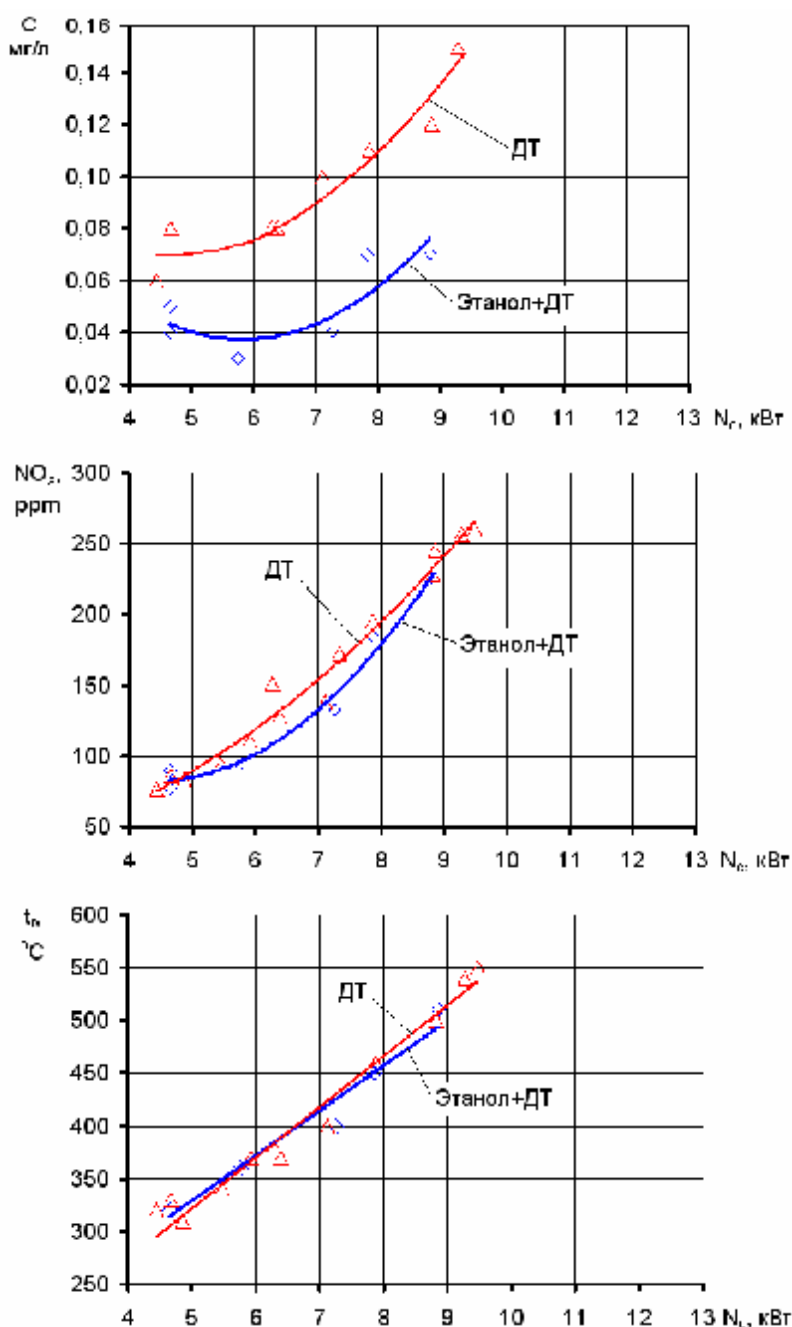
Рис.1. Схемы комплектаций систем подачи смесевых топлив и образцы реализуемых ими характеристик впрыскивания: а–комплектация, предназначенная для подачи этанола совместно с дизельным топливом; б–комплектация, предназначенная для совместной подачи рапсового масла и дизельного топлива; q_ϕ – количество смеси топлив, поданное за градус поворота кулачкового вала ТНВД; K_p –массовое содержание присадки, подаваемой топливной системой аккумуляторного типа; ϕ_k –угол поворота кулачкового вала ТНВД.

Отличия двух вариантов состоят в способах подвода кислородосодержащего топлива. В случае применения спиртов, обладающих плохими смазывающими свойствами и не образующих с дизельным топливом устойчивой смеси, целесообразен вариант системы, представленный на рис.1,а. В ней спирт подается аккумуляторной топливной системой по топливопроводу II и каналам 10, 12, 16. При таком способе подвода попадание большого количества спирта в прецизионную часть иглы 14 исключено, а смазка в этой зоне будет осуществляться преимущественно дизельным топливом, подаваемом подкачивающим насосом 20 из бака 21 и топливным насосом высокого давления (ТНВД) 19 по топливопроводу I и каналам 11, 13, 15, 17, 22, в форсунке 8 и распылителе 9. Кроме того, параметры СПСТ подобраны таким образом, что бы преимущественная подача спирта в смеси с дизельным топливом происходила в конечной фазе впрыскивания (массовое содержание K_p спир-

та возрастает в процессе впрыскивания, рис.1,а). Это создает благоприятные условия для воспламенения в дизеле спирта, обладающего низким ЦЧ. Подача кислородосодержащего топлива к концу сгорания снижает образование сажи.

Для подачи масел растительного происхождения предназначен второй вариант СПСТ (рис.1,б). Поскольку растительные масла обладают высокой вязкостью и коксуемостью, то их подачу в КС предпочтительно осуществлять в смеси с дизельным топливом через ТНВД 19. В этой связи к рапсовому маслу дополнительно подмешивается дизельное топливо в полости $V_{ф см}$, которое подается из аккумулятора 4 по каналам II, 11, 13, 15, 17, 22. В этом случае, исходя из необходимости преимущественной подачи масла к концу впрыскивания для снижения образования сажи, система обеспечивает уменьшение массового содержания K_{II} дизельного топлива в смеси (рис.1,б).

Моторные исследования обоих вариантов СПСТ проводились на дизеле производства Владимирского тракторного завода (ВТЗ) модели Д-120 (2Ч 10,5/12).



В процессе исследований с помощью газоанализатора Инфралайт 11П проводился замер содержания в ОГ дизеля оксида азота NO_x , углеводородов CH , оксида углерода CO , диоксида углерода CO_2 и кислорода O_2 . Количество сажи C в ОГ определялось с использованием способа, предложенного НАМИ. Согласно способа, величина C оценивалось плотность светового излучения, проходящего через фильтр, через который в системе выпуска двигателя были пропущены ОГ.

С помощью указанного выше измерительного оборудования были сняты нагрузочные характеристики (рис.2, рис.3) дизеля Д-120, укомплектованного обоими вариантами СПСТ.

Рис.2. Нагрузочная характеристика дизеля Д120 (2Ч 10,5/12), $n=1200 \text{ мин}^{-1}$: ДТ – работа на дизельном топливе, подаваемом ТНВД; Этанол+ДТ – работа на смеси ДТ и этанола

Первая характеристика (рис.2) относится к варианту, представленному на рис.1,а. В качестве основного топлива, подаваемого через ТНВД 19, использовалось дизельное топливо, а в качестве присадки – этанол (линии, обозначенные “Этанол + ДТ”), давление p_a которого в аккумуляторе 4 составляло 2,5 МПа. Исследования проводились при частоте вращения коленчатого вала $n=1200 \text{ мин}^{-1}$ и установочном угле опережения впрыскивания $\varphi_{o.вп.}=13^\circ$ п.к.в. до ВМТ. Это сочетание n и $\varphi_{o.вп.}$, как показали предварительные исследования при работе Д-120 на дизельном топливе, способствовало наиболее существенному снижению выбросов NO_x за счет ухудшения дымности.

Для сравнения на рис.2 представлены показатели, полученные при работе Д-120 на дизельном топливе (линии, обозначенные “ДТ”).

Как видно из рисунка, за счет совместной подачи дизельного топлива и этанола удалось добиться значительного снижения выбросов С. Так на режиме $N_e=8,8$ кВт за счет подачи смеси этанола и дизельного топлива содержание С снизилось на 35 % по сравнению с работой на чистом дизельном топливе.

Аналогичного значимого эффекта удалось добиться по снижению выбросов СН (на рис.2 не показан). На режиме $N_e=8,8$ кВт оно составило 38%. При этом

изменения температуры t_f ОГ и остальных измеряемых составляющих ОГ были незначительны и укладывались в погрешность измерений.

Испытания варианта СПСТ, изображенного на рис.1,б проводились при значении $n=1400 \text{ мин}^{-1}$, которые соответствовали частоте вращения, при которой достигается максимальный крутящий момент двигателя Д-120. Установочный угол опережения впрыскивания составлял $\varphi_{o.вп.}=20^\circ$ п.к.в. до ВМТ.

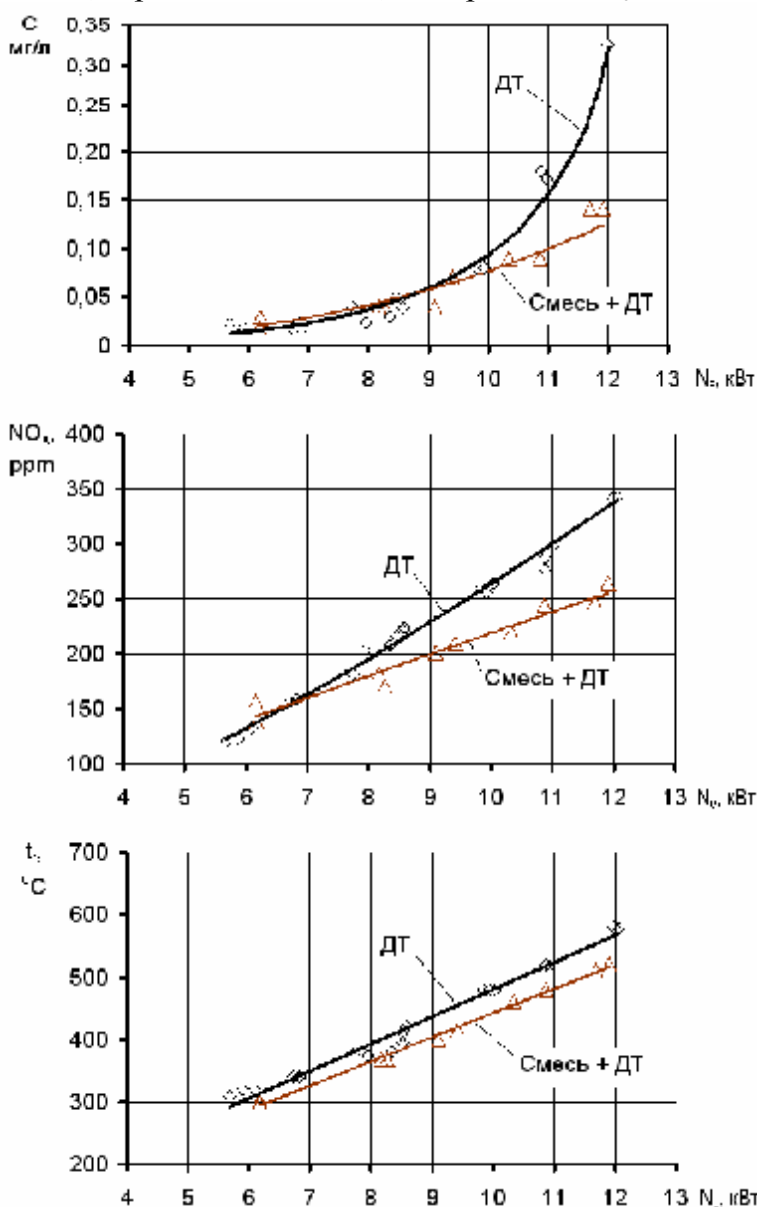


Рис.3. Нагрузочная характеристика дизеля Д-120 (2Ч 10,5/12), $n=1400 \text{ мин}^{-1}$: ДТ – работа на дизельном топливе, подаваемом ТНВД; Смесь+ДТ – работа на смеси 80% (по объему) дизельного топлива и 20% рапсового масла, подаваемой через ТНВД и дизельном топливе, подаваемом системой подачи присадки

Через ТНВД 19 была организована подача смеси постоянного состава, состоящей из 80 % (по объему) дизельного топлива и 20 % рапсового масла. К этой смеси в объеме $V_{ф см}$ подмешивалось дизельное топливо, подаваемое системой подачи присадки. Давление p_a в аккумуляторе составляло 2,5 МПа

Такой способ подачи растительного масла позволил избежать коксования распылителя и обеспечил работоспособность системы на протяжении всего срока исследований.

Как видно из рис.3, применение рапсового масла позволило улучшить экологические показатели дизеля. В частности, на режиме $N_e=11$ кВт снижение C составило 50 %, NO_x – 20 %. На этом же режиме выбросы CH сократились в два раза, CO – на 35 % и CO_2 – на 13 %.

Стоит отметить, что достигнутый (рис.2, рис.3) при применении кислородосодержащих топлив эффект является результатом совместного подбора способа их подвода, объема линии высокого давления ТНВД и $\phi_{o.вп.}$.

Литература:

1. Система подачи смесового топлива для дизеля: Патент № 2204048. Россия МКИ F02M 43/04 / В.Н. Луканин, В.И. Мальчук, А.Ю. Дунин. – Оpubл. 10.05.2003, бюл. № 13.

СИСТЕМА И СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫМ АГРЕГАТОМ

Хрящёв Ю.Е., Дойников К.В. (Ярославский государственный технический университет).

В условиях действующего производства силового агрегата «дизель ЯМЗ 6581.10 – коробка передач ТМЗ-14.180» с целью улучшения его потребительских качеств, принято решение об автоматизации управления переключением передач при помощи электронной системы управления для обеспечения возможности автоматического перехода с одного режима движения на другой.

Электронное управление силовым агрегатом большегрузных транспортных средств с механической коробкой передач (КП) имеет свои особенности. Это связано с большими усилиями, необходимыми для переключения с одной пары шестерён на другую, отсутствием контроля выжима сцепления. При совмещении автоматической трансмиссии и двигателя, объективно существуют проблемы по синхронизации их работы [1,2]. В связи с этим предлагается новый способ управления силовым агрегатом большегрузного транспортного средства с механической коробкой передач, который позволит оптимизировать крутящий момент в зависимости от условий движения автомобиля.

Предлагаемый способ позволяет с помощью электронной системы управления согласовать автоматическое переключение КП с работой двигателя.

Система управления двигателем содержит: электронный блок управления (ЭБУ) двигателя 1 (рис.1), электронный блок управления «Газ-регулятор» 3, исполнительные элементы управления топливоподачей 15, датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя 10, педаль топливоподачи 4 с датчиком положения педали 5.

Предлагаемый способ создан применительно к механической коробке передач нового поколения «ТМЗ-14.180», разрабатываемой ОАО «Тутаевский моторный завод». Способ может быть осуществлён с помощью электронной системы управления коробкой передач, включающей в себя исполнительные механизмы пере-