

7. Плотников, С. А. Исследование показателей работы дизеля с термофорсированием / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, В. Ф. Атаманюк // Вестник Марийского государственного университета. – 2015. – С. 39–43.

8. Плотников, С. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизелей путем создания новых альтернативных топлив и совершенствования топливоподающей аппаратуры: автореф. дис.... д-ра техн. наук / С. А. Плотников. – Нижний Новгород: НГТУ, 2011. – 40 с.

Аннотация: В процессе эксплуатации двигателя значительное внимание уделяется вопросам его экономичной работы, эмиссии отработавших газов в окружающую среду, а также улучшению процесса смесеобразования и горения.

Представлены характеристики процесса смесеобразования на активированном топливе. По результатам обоснована возможность применения данного вида топлива на стандартной ТПА с измененными условиями смесеобразования.

Ключевые слова: дизель, смесеобразование, активированное топливо, деструкция топливного факела.

УДК 621.432.3

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РАСШИРЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ БАЗЫ ДВС

А. Н. КАРТАШЕВИЧ¹, д-р техн. наук, профессор

С. А. ПЛОТНИКОВ², д-р техн. наук, профессор

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь;

²ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,

Киров, Российская Федерация

Введение. Использовать альтернативные топлива (АТ) на транспорте стали давно. Одновременно начались серьезные исследования и разработки в этой области. К настоящему времени исследованы свойства и возможность применения в ДВС значительного перечня нетрадиционных топлив и топливных композиций [1–3]. Разработаны рекомендации по их применению, созданы опытные образцы. Тем не менее, сегмент использования АТ на транспорте оставляет желать лучшего. Причин создавшейся ситуации несколько. И основная из них – неготовность заводов-изготовителей в выпуске линейки конструкций, предназначенных для работы на конкретном виде или составе АТ.

Если к тому же учесть, что каждая из модификаций должна отличаться собственными вариантами систем питания и топливоподачи, способами воспламенения и смесеобразования, регулировочными и эксплуатационными характеристиками, то вероятность широкого применения АТ становится еще более отдаленной.

Основной целью явилось исследование способов расширения топливной базы ДВС.

Задачами исследования явилась разработка способов расширения многотопливности ДВС путем увеличения пределов применяемости альтернативных топлив и топливных композиций.

Основная часть. Основными методами исследований следует считать теоретические изыскания, лабораторные опыты, моторные испытания полноразмерных дизельных и искровых двигателей.

Поисковые лабораторные опыты, теоретические исследования и анализ физико-химических свойств АТ был осуществлен в ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» (г. Киров, Россия). Испытания ДВС в стендовых условиях проводились в УО Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (г. Горки, Республика Беларусь) и ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В.Верещагина» (г. Вологда, Россия).

Общий вид установленного на испытательном стенде искрового двигателя (*а*) и дизеля (*б*) показан на рис. 1.



а



б

Рис. 1. Общий вид искрового двигателя и дизеля:
а – искровой ДВС DDE UP168-1; *б* – дизель Д-245

Моторные топлива, физико-химические свойства которых не отвечают требованиям действующих стандартов, можно разделить на несколько групп [4]:

- малостабильные топливные эмульсии и топливные композиции;
- утяжеленные АТ, в том числе топлива с повышенной кинематической вязкостью;
- топлива с низким цетановым числом;
- АТ со слабыми низкотемпературными свойствами;
- низкокалорийные топлива;
- другие.

Для теоретической оценки возможности достижения необходимого времени стабильности необходимо определить скорость (время) осаждения капель дисперсионной фазы в составе топливной эмульсии.

Обозначим объемы: 1 – V_3 (объем эмульсии), 2 – $V_{вс}$ (объем смеси дистиллированной воды с этанолом), 3 – $V_{дт}$ (объем дизельного топлива (ДТ)), V_0 – общий объем всего состава эмульсии.

Тогда в любой момент времени справедливо выражение:

$$V_{дт} + V_{вс} + V_3 = V_0. \quad (1)$$

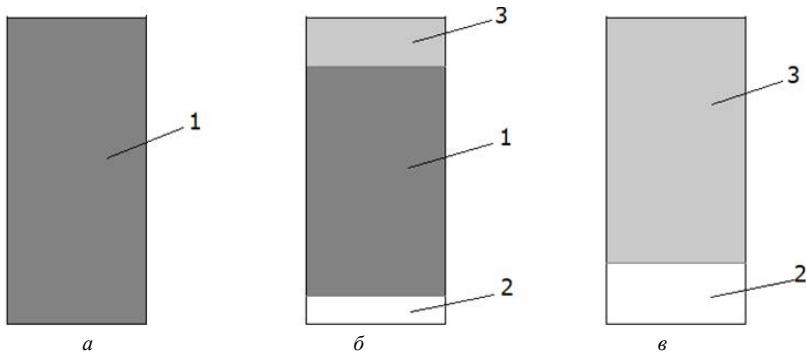


Рис. 2. Состояния эмульсии:

a – однородный состав; *б* – начало расслоения; *в* – полное расслоение

Задавая скорости изменения объемов эмульсии, ДТ и смеси со спиртом во времени, как $(V_3)_t = ce^{-k_3t}$, уравнение (1) можно представить в виде:

$$ae^{-k_1t} dt + be^{-k_2t} dt + ce^{-k_3t} dt = 0. \quad (2)$$

После преобразований окончательно получим:

$$\frac{a}{k_1} - \frac{ae^{-k_1 t}}{k_1} + \frac{b}{k_2} - \frac{be^{-k_2 t}}{k_2} + c \frac{e^{-k_3 t}}{k_3} = V_0 \quad (3)$$

Коэффициенты a , b , c соответствуют начальным значениям скоростей изменения объемов фаз, а величины k_1 , k_2 , k_3 показывают изменения скоростей этих объемов. При осаждении смеси воды со спиртом плотность начальной эмульсии начнет приближаться к значению плотности ДТ. Следовательно, можно определить, в какой момент времени объем эмульсии будет равен нулю, иначе говоря, подсчитать время ее физической стабильности [5].

С целью увеличения пределов применяемости высоковязких или утяжеленных топлив желательно точно знать химическую природу добавок, способных снижать их вязкость.

Для описания зависимости вязкости смеси от концентрации компонент иногда используется экспоненциальная аппроксимация, которая дает удовлетворительное совпадение с экспериментом.

В результате обработки данных кинематической вязкости смесей ДТ с рапсовым маслом установлено, что зависимость вязкости ν от присутствия масла в смеси описывается квадратичной зависимостью:

$$\nu = \nu_0 + ac + bc^2, \quad (4)$$

где $\nu_0 = 4,524$, $a = 96,54 \cdot 10^{-3}$ и $b = 3,407 \cdot 10^{-3}$ (ν – в сантистоксах, c – в процентах).

В случае использования мольной доли χ рапсового масла в смеси результаты описываются линейной зависимостью:

$$\nu = 4,17 + 69,24 \chi, \text{ сСт.} \quad (5)$$

Для выявления степени влияния различных физических факторов на вязкость смеси нами была проведена экспериментальная оценка энергии активации E вязкого течения. С этой целью исследовалась зависимость вязкости от температуры. Обнаружена некоторая тенденция к повышению энергии активации с увеличением концентрации примесей в растворе, что может быть связано с наличием дополнительного диполь-дипольного притяжения полярных фрагментов молекул масла и присадки.

Данные теоретического анализа и лабораторных исследований [6] подтверждают указанный путь расширения пределов применяемости высоковязких и утяжеленных топлив.

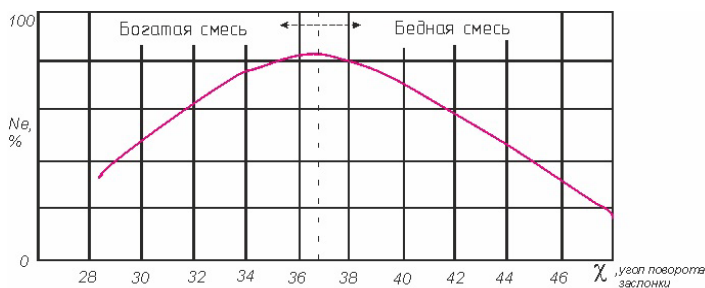


Рис. 3. Влияние угла поворота заслонки на количественное и качественное регулирование состава смеси

Для эффективной работы искрового ДВС с добавкой генераторного газа (ГГ) необходима однородная смесь, которую создает смеситель.

Но, обычно характеристики смешивания почти не влияют на величину развиваемой двигателем мощности, основное влияние оказывает дозирование подачи. Дозирование ГГ и воздуха в смесителях осуществляется заслонками. Изменяя положение дроссельной и воздушной заслонок, можно влиять на мощность двигателя как количественным, так и качественным путем (рис. 3). Для получения постоянного заданного значения качественного состава необходимо соединить дроссельную и воздушную заслонку. При этом будет наблюдаться линейная зависимость углов открытия воздушной и дроссельной заслонок.

Для обогащения смеси или ее обеднения требуется нелинейная зависимость проходного сечения воздушной заслонки от угла ее поворота. Это возможно достичь, применяя эллиптическую передачу с гибкой нерастяжимой связью в приводе заслонок (рис. 4).

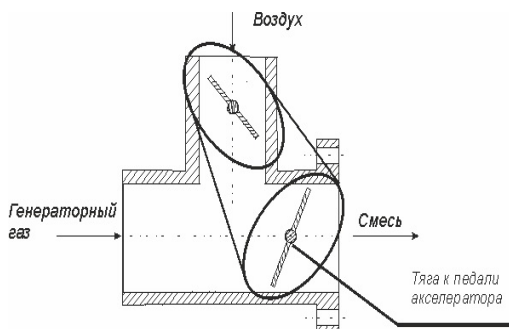


Рис. 4. Соединение дроссельной и воздушной заслонки

Задавая соотношение радиусов эллипсов, радиальный эксцентриситет, их начальное взаимное положение эллипсов, можно получить различный качественный состав смеси при различных углах открытия дроссельной заслонки.

Разработка аналитической модели перемещения заслонок при их соединении эллиптической передачей позволяет вычислить взаимную зависимость углов поворота заслонок.

Обозначим взаимосвязь между углами α и φ поворота эллипсов, как функцию:

$$\alpha = f(\varphi). \quad (6)$$

Тогда угловая скорость ведомого эллипса может быть найдена как:

$$w = \frac{d\alpha}{dt}. \quad (7)$$

Или в полярных координатах:

$$w = \frac{d(f(\varphi))}{dt} = \frac{d\alpha}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d\alpha}{d\varphi} \cdot w' \quad (8)$$

После преобразований взаимосвязь $\alpha = f(\varphi)$ принимает вид:

$$\int_0^{\varphi} \frac{dx}{\sqrt{(R_1)^2 \cdot \sin^2 x + (R_2)^2 \cdot \cos^2 x}} = \int_0^{\alpha} \frac{dx}{\sqrt{(R_1)^2 \cdot \cos^2 x + (R_2)^2 \cdot \sin^2 x}} \quad (9)$$

– Задаем диапазон для углов φ : $0^\circ, 1^\circ \dots 90^\circ$ с нужным шагом, значения углов принимаем в радианах.

– Задаем диапазон для углов α : $0^\circ, 1^\circ, \dots 90^\circ$ с тем же шагом.

– Для заданных значений углов α и φ вычисляем значения интегралов для левой и правой части формулы (9). Углы α и φ , при которых значения интегралов совпадут – искомые.

– Составляем таблицу совпавших углов: $\alpha_1 \Rightarrow \varphi_1, \alpha_2 \Rightarrow \varphi_2, \alpha_3 \Rightarrow \varphi_3, \dots \alpha_n \Rightarrow \varphi_n$, задавая значения функции таблично.

Таким образом, можно определить, каков должен быть угол поворота для ведущего эллипса, чтобы получить необходимый угол поворота ведомого эллипса.

Заключение. 1. Расширение пределов применимости альтернативных топлив и топливных композиций путем адаптации их физико-

химических свойств к свойствам ДТ повышает многотопливность и расширяет топливную базу ДВС.

2. В результате проведенных исследований найдены показатели определения пределов применяемости альтернативных топлив и топливных композиций.

3. Теоретически подтверждена возможность применения в серийных ДВС топлив и топливных композиций с существенными отличительными свойствами.

4. Предложенная аналитическая математическая модель движения заслонок позволяет численно установить взаимную зависимость углов поворота заслонок, обеспечивая требуемый качественный состав смеси при различных углах открытия дроссельной заслонки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Применение топлив на основе рапсового масла в тракторных дизелях: монография / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, В. С. Товстыка. – Киров, Авангард, 2014. – 144 с.

2. Плотников, С. А. Улучшение эксплуатационных показателей дизелей путем создания новых альтернативных топлив и совершенствования топливopодpождющей аппаратуры.: автореф. Дисс. ... д-ра техн. наук / С. А. Плотников. – Нижний Новгород, 2011.

3. Альтернативные виды топлива для двигателей: монография / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.

4. Терентьев, Г. А. Моторные топлива из альтернативных сырьевых ресурсов / Г. А. Терентьев, В. М. Тюков, Ф. В. Смаль. – Москва: Химия, 1989. – 272 с.

5. Плотников, С. А. Расчет стабильности этанола-топливной эмульсии для применения в дизелях / С. А. Плотников, Г. П. Шишкин, М. В. Смольников // Двигателестроение. – 2019. – № 1. – С. 24–27.

6. Исследование моторных свойств смесей дизельного топлива с рапсовым маслом. / С. А. Плотников [и др.] // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2018. – № 2 (121). – С. 169–174.

7. Плотников, С. А. Исследование кинематики смесительных устройств генераторного газа и бензина / С. А. Плотников, А. С. Зубакин, Ю. А. Плотникова // Известия МГТУ «МАМИ». – 2020. – № 1 (43). – С. 73–79.

7. Plotnikov, S. A. Composition research of generator gas for application as motor fuel / S. A. Plotnikov, A. L. Biryukov, A. S. Zubakin // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – № 012023. – P. 695/ DOI: 10.1088/1757-899X/695/1/012023.

Аннотация: Использование альтернативных топлив на транспорте началось сравнительно давно. Одновременно начались серьезные исследования и разработки в этой области. К настоящему времени исследованы эксплуатационные свойства и возможность применения в ДВС значительного количества нетрадиционных топлив и топливных композиций. Разработаны рекомендации по их применению, созданы

опытные образцы ДВС и их систем. Тем не менее, объем использования альтернативных топлив на транспорте невелик. Причин создавшейся ситуации несколько. В качестве основной следует считать неготовность заводов-изготовителей в выпуске значительного количества модификаций ДВС, предназначенных для работы на конкретном виде или составе нетрадиционного топлива. Следует учесть, что каждая из модификаций должна отличаться собственными вариантами систем питания и топливоподачи, способами воспламенения и смесеобразования, регулировочными и эксплуатационными характеристиками. Наиболее целесообразным вариантом решения проблемы может быть разработка способов расширения многотопливности ДВС путем увеличения пределов применяемости альтернативных топлив и топливных композиций, что также позволит существенно расширить топливную базу двигателей, находящихся в эксплуатации.

Ключевые слова: Двигатель, альтернативное топливо, физико-химические свойства, многотопливность, эффективные показатели.

УДК 623.427.422:621.433

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЯГОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА ПРИ РАБОТЕ НА СМЕШАННОМ ДИЗЕЛЬНО-ГАЗОВОМ ТОПЛИВЕ

П. Ю. МАЛЫШКИН, ст. преподаватель
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Трактор (новолат. *tractor*, от лат. *traho* – тяну) самодвижущаяся (гусеничная или колесная) машина, выполняющая сельскохозяйственные, дорожно-строительные, землеройные, транспортные и другие работы в агрегате с прицепными, навесными или стационарными машинами (орудиями) [1]. Применение газового топлива, для питания силовой установки трактора, имеющего существенно разные физико-химические свойства по отношению к традиционному дизельному, неизбежно окажет влияние на изменение топливно-экономических, экологических и других показателей колесного трактора.

Основная часть. Движение машинно-тракторного агрегата сопровождается непрерывным воздействием движущей силы и сумме сил сопротивления. При достаточном сцеплении движителей с почвой движущей силой является касательная сила тяги [2, 3].