

УДК 621.436

Вязкостно-температурные свойства многокомпонентного смесевго биодизельного топлива

Инж. А. Н. МЕДВЕДЕВ, студ. Д. А. ТАРАСОВА (РУДН, mc_sutuliy@mail.ru)

Аннотация. Изучены вязкостно-температурные свойства смесевго биодизельного топлива на основе рапсового масла с использованием этанола и изопропанола в качестве разбавляющих присадок.

Ключевые слова: многокомпонентное биодизельное топливо, рапсовое масло, этанол, изопропанол, альтернативные виды топлива.

Viscosity and temperature properties of multicomponent mixed biodiesel fuel

A. N. MEDVEDEV, D. A. TARASOVA (Peoples' Friendship University of Russia, mc_sutuliy@mail.ru)

Summary. The article studies the viscosity and temperature properties of mixed biodiesel fuel based on rape oil with the use of ethanol and isopropyl alcohol as diluting additive.

Keywords: multicomponent biodiesel fuel, rape oil, ethanol, isopropyl alcohol, alternative fuels.

Широкое распространение среди альтернативных видов топлива для автомобилей с дизельными двигателями получили смеси дизельного топлива (ДТ) и метиловых эфиров рапсового масла (МЭРМ). Учитывая проблемы, связанные, во-первых, с финансовыми затратами на производство МЭРМ, во-вторых, с низкой экологичностью производственных процессов и, в-третьих, с сильной химической активностью МЭРМ, стоит задуматься об использовании более выгодных смесевых топлив. Например, смеси ДТ и чистого рапсового масла (РМ) с применением дешевых присадок. В данной статье описаны экспериментальные исследования вязкостно-температурных свойств многокомпонентного смесевго биодизельного топлива.

Исследования в области практического применения смесевго биодизельного топлива на основе РМ показывают, что, с одной стороны, увеличение концентрации РМ C_{PM} в смеси способствует улучшению показателей токсичности отработавших газов. С другой стороны, слишком высокая концентрация РМ требует внесения изменений в конструкцию топливной аппаратуры в связи со значительным повышением кинематической вязкости смеси. Вязкость смесевго биотоплива сильно зависит от его температуры, поэтому для разжижения слишком густой смеси ее предварительно подогревают.

Изменения в конструкции топливной системы требуют определенных экономических и трудовых затрат. Избежать этого можно с помощью присадок, уменьшающих вязкость смесевых топлив без теплового воздействия. В качестве таких присадок могут быть использованы предельные одноатомные спирты (этанол, метанол, изопропанол), которые благодаря своим физико-химическим свойствам служат эффективными разбавителями [1].

Для изучения воздействия предельных спиртов на вязкость смесей ДТ и РМ на кафедре эксплуатации ав-

тотранспортных средств РУДН был проведен ряд лабораторных исследований. Изучались свойства наиболее распространенных и доступных спиртов — изопропанола и этанола (метанол также подходит в качестве разбавителя топлива, но из-за его токсичности и вреда для здоровья человека применение этого спирта требует строгих мер безопасности и высоких энергозатрат).

В первом эксперименте изучались зависимости плотности ρ и кинематической вязкости ν чистого ДТ и его смесей с РМ в различных пропорциях от температуры. Объемная доля РМ в смесях с ДТ составляла 10, 20 и 30 %. Эти смеси обозначены соответственно как РМ-10, РМ-20 и РМ-30. Для измерения плотности биодизельных смесей использовался ареометр, для измерения вязкости — вискозиметр Гесса с постоянной колбы $c = 0,3463$ (колба № 1075). Шаг замера составлял 10 °С. Результаты опытов представлены на рис. 1.

Как видно из рис. 1, кинематическая вязкость смесей ДТ и РМ значительно выше вязкости чистого ДТ. Следовательно, для надежной бесперебойной работы топливной системы и уменьшения мощности, затрачиваемой на ее привод, при большой концентрации РМ в смеси с ДТ рекомендуется либо повышать температуру смеси на входе в топливный насос высокого давления, либо уменьшать вязкость за счет добавления разбавляющих присадок (спиртов).

По ГОСТ 305—82 (далее ГОСТ) плотность топлива для дизельных двигателей должна быть в пределах 860 кг/м³, а вязкость не должна превышать 6 мм²/с при 20 °С [2]. По рис. 1 видно, что максимальная концентрация РМ в смеси не может превышать 10 % по значению вязкости (5,97 мм²/с). Плотность смеси РМ-10 (841 кг/м³) находится в пределах нормы по ГОСТу. Дальнейшее увеличение объемной концентрации масла в смеси и, соответственно, вязкости, неблагоприятно влияет на работу топливного насоса высокого давления

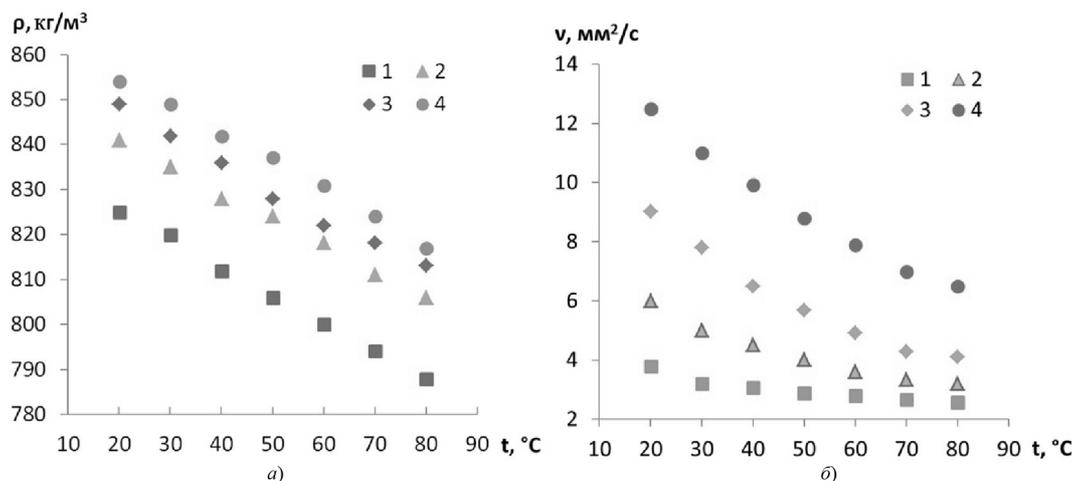


Рис. 1. Зависимости плотности (а) и кинематической вязкости (б) от температуры:

1 — ДТ; 2 — РМ-10; 3 — РМ-20; 4 — РМ-30

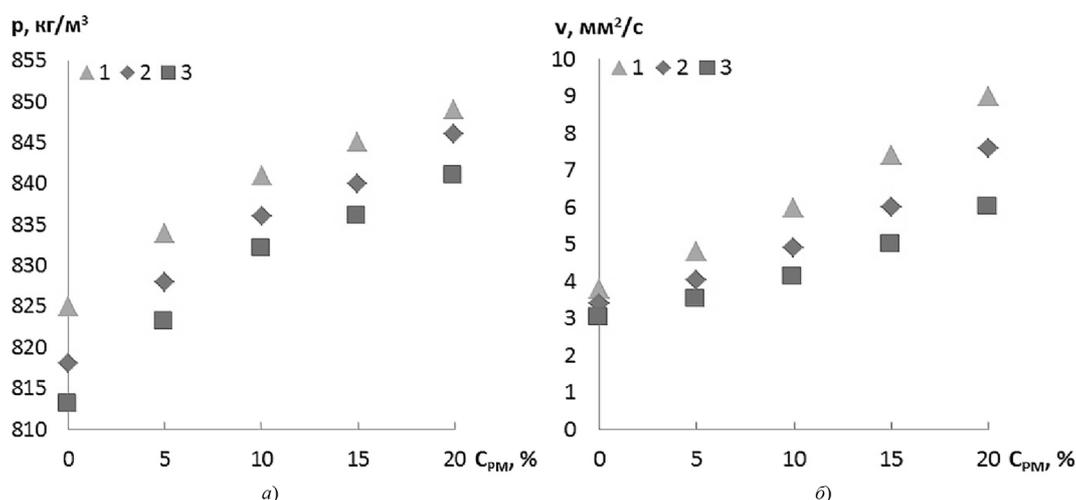


Рис. 2. Зависимости плотности (а) и кинематической вязкости (б) от содержания РМ в смесях:

1 — без ИПС; 2 — с 5 % ИПС; 3 — с 10 % ИПС

и двигателя: слишком вязкое топливо туго проходит по топливным шлангам, плохо распыляется и быстро выводит из строя форсунки.

Для увеличения содержания РМ в смесях использовались два разбавителя — этиловый и изопропиловый абсолютированные спирты. В смеси, плотность и кинематическая вязкость которых превышала значения по ГОСТу, добавлялось по 5, 10 и 15 % спирта. Сначала исследовалась разбавляющая способность этанола как наиболее распространенного и доступного спирта.

Этанол — это одноатомный спирт с формулой $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. При нормальных условиях он представляет собой бесцветную летучую жидкость с характерным запахом. Температура кипения составляет $78,4^\circ\text{C}$, плотность — 789 kg/m^3 [3]. Получают этанол путем гидратации этилена или брожения, после чего он проходит очистку (фракционную перегонку) для промышленного применения. Фракционная перегонка освобождает этанол как от легколетучих, так и от тяжелых фракций органических веществ и позволяет получить этиловый

спирт с концентрацией около 95,6 % мас. В итоге получается неразделимая азеотропная смесь, содержащая 4,4 % воды. Такой спирт не подходит для применения в качестве добавки к топливу, поэтому его подвергают обработке специальными поглощающими воду веществами (негашеной известью или прокаленным медным купоросом), получая абсолютированный спирт.

Добавление абсолютированного этанола в смеси ДТ и РМ при температуре 20°C сопровождается расслаиванием биотоплива. То же самое происходит в температурном диапазоне от 25 до 35°C . И только при 40°C этанол полностью смешивается с ДТ и РМ. Следовательно, для стабильной работы на смесевом биодизельном топливе, содержащем этанол в качестве разбавляющего компонента, необходим его предварительный прогрев до 40°C .

В третьем эксперименте в качестве разбавляющей добавки использовался изопропиловый спирт (ИПС) — простейший вторичный одноатомный спирт с формулой $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$. Он широко применяется как техниче-

ский спирт в средствах для чистки стекол и оргтехники, как растворитель в промышленности. В ИПС хорошо растворяются многие эфирные масла, алкалоиды, некоторые синтетические смолы и другие химические соединения. Температура кипения ИПС ($82,4\text{ }^{\circ}\text{C}$) выше, чем у этанола, а плотность ниже (785 кг/м^3) [3].

Для исследования влияния ИПС на плотность и кинематическую вязкость были взяты смеси ДТ, РМ-5, РМ-10, РМ-15 и РМ-20 с ИПС в количестве 5, 10 и 15 % об. В отличие от этанола, смешивание 5 и 10 % ИПС с ДТ и РМ при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ проходит без расслаивания биотоплива. Смешивание ДТ и РМ с 15 % ИПС и более сопровождается расслаиванием, поэтому объем ИПС в исследуемых биотопливных смесях не превышает 10 %. Результаты опытов представлены на рис. 2.

Как видно из рис. 2, кинематическая вязкость РМ-15 падает с $7,4$ до $6\text{ мм}^2/\text{с}$ при добавлении 5 % ИПС, а плотность — с 845 до 840 кг/м^3 , что не выходит за рамки ГОСТа. Отметим, что вязкость РМ-20 при добавлении 10 % ИПС снижается до уровня, регламентированного ГОСТом, — с 9 до $6\text{ мм}^2/\text{с}$. Плотность при этом падает с 849 до 841 кг/м^3 , что также в рамках ГОСТа.

Результаты проведенных экспериментов подтверждают предположение о том, что изопропиловый спирт можно использовать в качестве разбавляющего компо-

нента смесового биодизельного топлива для увеличения содержания рапсового масла в смеси.

Для обоснования этого предположения необходимо провести еще ряд исследований с целью изучения влияния ИПС в смеси на экономические (часовой расход топлива G_T , удельный эффективный расход топлива g_e) и силовые (эффективная мощность N_e , крутящий момент M_e) показатели работы двигателя. Также необходимо проанализировать концентрации токсичных веществ (оксидов азота, монооксида углерода и несгоревших углеводородов) в отработавших газах при работе на смесях ДТ и РМ, содержащих 5 и 10 % ИПС. После этих исследований возможна более точная коррекция процентного соотношения всех компонентов смесового биодизельного топлива с целью его максимальной оптимизации по эксплуатационным характеристикам.

Литература и источники

1. Дринберг С. А., Ицко Э. Ф. Растворители для лакокрасочных материалов: Справ. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Химия, 1986.
2. ГОСТ 305—82. Топливо дизельное. Технические условия (с Изменениями № 1—8). — М.: Изд-во стандартов, 2003.
3. Волков А. И., Жарский И. М. Большой химический справочник. — Минск: Современная школа, 2005.