

УДК 621. 436

**Канд. техн. наук А.М. Левтеров, В.Д. Савицкий,
Л.И. Левтерова, В.П. Мараховский**

Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, г. Харьков

БИОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО В ОБЩЕМ БАЛАНСЕ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ ТРАНСПОРТНЫХ ДВС

На фоне анализа использования биодизельного топлива для транспортных ДВС приводятся результаты стендовых моторных испытаний дизеля 2Ч 10,5/12 (Д21А). При снятии мощностных, экономических и экологических показателей двигателя использовалось смесевое топливо с различным содержанием биологической составляющей, полученной этанольной переэтерификацией растительного масла.

Ключевые слова: биодизельное топливо, моторные испытания, дизель, характеристики двигателя.

Среди проблем общечеловеческого масштаба, определяющих судьбу цивилизации, важное место занимают глубоко взаимосвязанные проблемы экологии и энергопотребления. Предполагаемое сокращение запасов нефти, стремление государств-импортеров топливных ресурсов к энергобезопасности ставит перед необходимостью уделять пристальное внимание энерго- и ресурсосбережению и находиться в постоянном поиске новых видов топлив, не забывая при этом о возможном воздействии на окружающую среду.

Как известно, 80% всех производных нефти идет на нужды транспорта, а большая доля моторного топлива – на нужды автомобильного транспорта. Автомобильный парк планеты на текущий момент оценивается примерно в 900 млн. единиц. Этот показатель будет расти, следовательно, будет расти и спрос на моторные топлива. Уменьшение потребления нефтепродуктов по разным прогнозам ожидается после 2020 года в результате постепенной замены традиционных топлив нетрадиционными источниками энергии, которые пока мало присутствуют на рынке энерго-ресурсов.

Обозначился определенный круг топлив, составляющих альтернативу традиционным топливам: природный газ (ПГ), шахтный метан и биотоплива, т. е. топлива, получаемые из биомассы различного происхождения. Интерес к биотопливам в Западной Европе возник в начале 90-х годов прошлого столетия, страны Южной Америки и США адаптировали значительную часть своей транспортной системы к спиртовым топливам еще раньше. В странах ЕС уже несколько лет действует система принудительной 5–10% добавки этанола к бензину и 5% добавки к дизельному топливу эфиров жирных метиловых кислот при заправке автомобилей на АЗС. Германия, Швеция, Дания могут служить примером

утилизации бытовых и сельскохозяйственных отходов. Использование не нефтяного сырья расширяет ресурсы топлив вообще, позволяет улучшить их экологические характеристики.

Большой политической поддержкой и законодательным сопровождением пользуется разработка новых технологий по производству и использованию биотоплива и в Украине [1–4].

В мировой практике наметились основные технологии производства биотоплив, одна из них – переэтерификация растительных масел и животных жиров обеспечивает производство биологического топлива для дизелей, одного из самых распространенных типов двигателей внутреннего сгорания. В ЕС и США метиловые эфиры жирных кислот (FAME), рапсового масла (RME) и соевого масла (SOME) используются в качестве альтернативных дизельных топлив как в чистом виде, так и в качестве 5–35% добавок к традиционному дизельному топливу уже несколько лет. Производство биодизельных топлив в странах ЕС постоянно растет, только за период с 2004 по 2005 год оно увеличилось на 65% [5]. К 2010 году использование биотоплив (биоэтанола, биодизельного топлива и биогаза) ожидалось на уровне 5, 75% от общего потребления топлив, ожидания 2020 года – 8% [6]. Для сравнения, в Украине рост развития биоэнергетики в соответствии с Энергетической стратегией развития Украины должен обеспечить увеличение биологической составляющей в балансе топлив с 1,3 млн. т в 2005 г. до 9,2 млн. т в 2030 г. в пересчете на условное топливо [1].

Наиболее крупные предприятия по производству биодизельного топлива находятся в европейских странах – Австрии, Франции, Германии, где по отношению к общему количеству потребляемого топлива, биодизельное соответственно составляет 7,5%, 0,7%, 0,4%, смесь сложных ме-

тиловых эфиров, полученная на основе рапсового масла находит применение в качестве 100% биодизельного топлива для тракторов сельскохозяйственного сектора Австрии, в Финляндии объем вложений в отрасль составил 100 млн. €, организуемая производственная линия рассчитана на выход 170 тыс. т биодизельного топлива. В США к 2010 году предусматривалась 30% замена традиционного дизельного топлива альтернативным биологическим с учетом того, что 75% государственных транспортных средств должны будут использовать биодизельное топливо [7, 8].

Что касается Украины, то в соответствии с законодательным сопровождением к 2014 году долю биотоплива в общем энергетическом балансе страны предусмотрено увеличить до 5–7%, при этом за счет использования собственно биодизельного топлива снизить эмиссию углеводородов и твердых частиц на 50%, оксидов углерода – на 40–50%, оксидов азота – на 5–10%, сажи – на 60% [2].

Результаты и обсуждение проведенных экспериментальных исследований

О недостатках и преимуществах биодизельного топлива по отношению к традиционному можно говорить, сравнивая их физико-химические свойства, которые, в свою очередь, зависят от состава топливной смеси (соотношения традиционного и биологического топлив) и исходного сырья.

Ниже излагаются методика и результаты сравнительных стендовых испытаний дизельного двигателя 2Ч 10,5/12 (Д21А) при работе на смеси топлива с различным объемным содержанием биологической составляющей, синтезированной по оригинальной технологии этанольной переэтерификации рапсового масла в Институте биоорганической химии и нефтехимии (ИБОНХ)

НАН Украины, и традиционным нефтяным дизельным топливом (ДСТУ 3868–99).

Испытания проводились методом снятия регулировочных характеристик (для определения оптимального установочного угла опережения подачи топлива), нагрузочных характеристик при частоте вращения коленчатого вала $n = 1200, 1400, 1600 \text{ мин}^{-1}$, внешних скоростных характеристик (полная подача топлива) при частоте вращения коленчатого вала от минимально устойчивой до номинальной ($n = 1800 \text{ мин}^{-1}$) с интервалом 200 мин^{-1} и характеристик холостого хода.

Анализ полученных результатов (рис. 1) позволяет утверждать, что использование биодизельного топлива в смеси с дизельным топливом по ДСТУ 3868–99 практически не вызывает падения мощности. Некоторое снижение максимальной эффективной мощности дизеля наблюдается только с содержанием в смесевом топливе более 80% биологической составляющей, а значение максимального крутящего момента увеличивается со смещением максимума в зону более низкой частоты вращения коленчатого вала. Кроме того, наблюдается увеличение максимального эффективного КПД, наибольший рост которого составляет 3% при наличии в топливной смеси 60% биотоплива.

Эмиссия вредных веществ в продуктах сгорания топлива, содержащего биологическую составляющую, тоже зависит его состава. По данным [5, 9] в отработавших газах при сгорании чистого биодизельного топлива большинство вредных веществ в сравнении с традиционным нефтяным дизельным топливом уменьшается: несгоревших углеводородов на 56%, твердых частиц – на 55%, оксидов углерода – на 43%. Содержание оксидов азота увеличивается на 10%, но этот показатель может быть минимизирован применением специальных добавок к топливу или использованием смеси

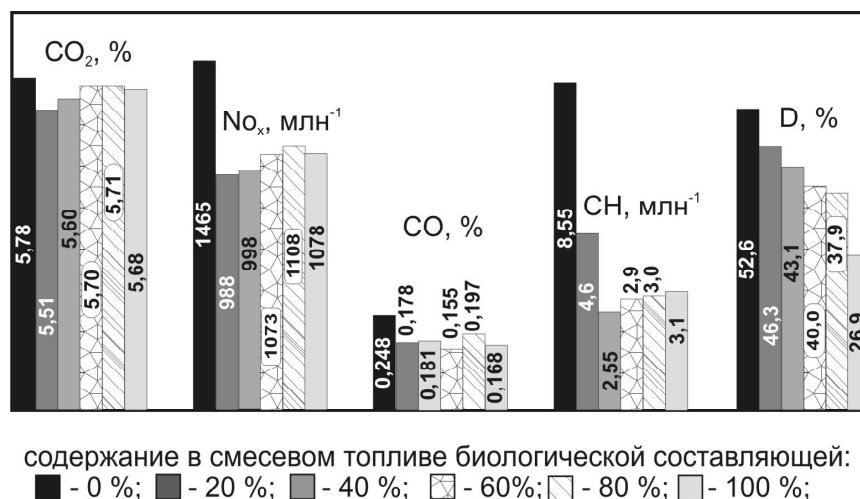


Рис. 1. Максимальные значения мощностных и экономических показателей дизеля для смесевых топлив различного состава

биодизельного топлива и синтетического дизельного топлива «Fischer-psch» в отношении 46/54%. Уменьшается эмиссия СН в продуктах сгорания, но с учетом их выделений при промышленном производстве биодизельного топлива общий показатель выбросов несгоревших углеводородов может увеличиваться на 35%.

При испытании выше заявленного биодизельного топлива оценка токсичных компонент в отработавших газах производилась путем усреднения за цикл испытаний, включающий работу дизеля по внешним скоростным, нагрузочным и характеристикам холостого хода для каждого состава смесевых топлив. На рисунке 2 представлены полученные результаты. Минимальные значения выбросов оксидов углерода (CO , CO_2) отвечают топливной смеси с содержанием 20% биологической составляющей, количество несгоревших углеводородов, которые несут в себе канцерогенные вещества, уменьшается примерно в 1,9–3,4 раза в зависимости от состава топливной смеси. В противовес некоторым сообщениям [5, 9] испытания заявленного биотоплива показали снижение содержания в отработавших газах оксидов азота (NO_x) почти на 50%. Очевидно, это можно отнести к оригинальности биологической составляющей, полученной этанольной переэтерификацией, и технологии его получения. Дымность отработавших газов снижается по мере увеличения биосоставляющей в топливной смеси и достигает своего максимума при работе дизеля на чистом биотопливе.

Использование биодизельного топлива увеличивает нагарообразование в камере сгорания дизеля; оно агрессивнее к некоторым неметаллическим частям двигателя [5].

Нужно отметить, что пусковые качества дизеля на смесевых топливах при температуре воздуха в испытательном боксе 12–17 °С не уступают

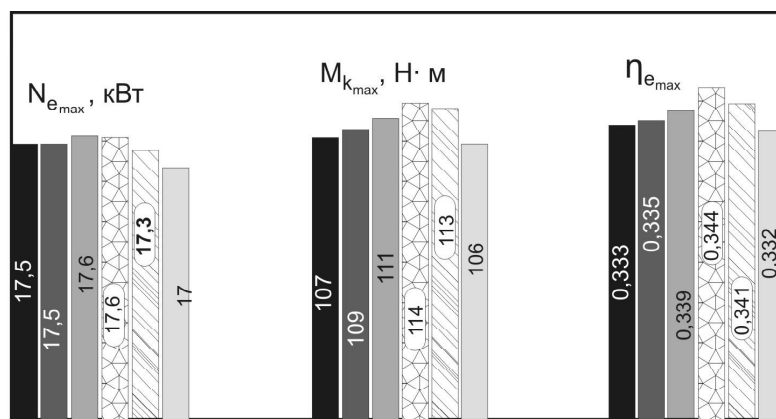
пусковым качествам дизеля на традиционном топливе. Кроме того, работа дизеля на смесевых топливах потребовала коррекции настройки топливного насоса для установки оптимального угла опережения подачи топлива.

Выводы

Таким образом, первичная оценка моторных свойств испытываемого биодизельного топлива дала удовлетворительные результаты. Более полная оценка эксплуатационных свойств этого топлива может быть получена в ходе длительных моторных стендовых и ходовых испытаний.

Список литературы

1. Энергетична стратегія Енергозбереження України на період до 2030р.: Розпорядження КМУ №145-р від 15 березня 2006 р. // Урядовий кур'єр. – 2007, 18 квітня.
2. Про схвалення Концепції Державної цільової науково-технічної програми розвитку виробництва та використання біологічних видів палива: Розпорядження КМУ №276-р від 12 лютого 2009 р. // Офіційний вісник України. – 2009. – № 21.
3. Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива: Закон України №1391-VI від 21 травня 2009 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2009. – № 40.
4. Програма розвитку виробництва дизельного біопалива: Постанова КМУ №1774 від 22 грудня 2006 р. // Офіційний вісник України. – 2006. – № 52.
5. Лысогор А. В. Биотопливное раздорожье / А. В. Лысогор, В. Г. Сердюк // Современная АЗС. – 2007. – №1. – С. 76–83.



содержание в смесевом топливе биологической составляющей:

■ - 0 %; ■ - 20 %; ■ - 40 %; ▨ - 60%; ▩ - 80 %; □ - 100 %;

Рис. 2. Усредненные значения токсичных составляющих ОГ за цикл испытаний смесевых топлив различного состава

6. Alternative fuels for transport // European Union information Website. – 2006. – Published 24 February. – Режим доступа: www.euractiv.com/
7. Смирнова Т.Н. Биодизель – альтернативное топливо для дизелей / Т.Н. Смирнова, В.М. Подгаецкий // Двигатель. – 2007. – №2. – С. – 32–34.
8. Сердюк В. Г. Будем ездить на масле? / В. Г. Сердюк, Л. Ашкинази // Нефть России. – 2007. – № 3. – С. – 58–61.
9. Смирнова Т.Н. Биодизель – альтернативное топливо для дизелей / Т.Н. Смирнова, В.М. Подгаецкий // Двигатель. – 2007. – № 1. – С. 32–38.

Поступила в редакцию 14.03.2011

Левтеров А.М., Савицкий В.Д., Левтерова Л.И., Мараховський В.П. Біодизельне паливо в загальному балансі моторних палив транспортних ДВЗ

З посиланням на аналіз використання біодизельного палива для транспортних ДВЗ наводяться результати стендових моторних випробувань дизеля 2Ч 10,5/12 (Д21А). При визначенні потужнісних, економічних та екологічних показників двигуна використовувалось сумішеве паливо з різним вмістом біологічної складової, отриманої шляхом етанольної переестерифікації рослинної олії.

Ключові слова: біодизельне паливо, дизель, моторні випробування, характеристики двигуна.

Levterov A., Savitsky V., Levterova L., Marahovsky V. Biodiesel fuel in the general balance motor fuels transport engine

On a background of analysis use of biodiesel fuel for transport ICE results of bench motor tests a diesel engine 2C 10,5/12 (D21A) are resulted. At removal power, economic and ecological parameters of the engine it was used flex fuel with the various maintenance of the biological component received ethanol interesterification of vegetable oil.

Key words: biodiesel fuel, motor test, diesel engine, engine characteristic.