

УДК 662.758.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БИОДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ И ИХ СМЕСЕЙ

Е.А. ТУРОВЕЦ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.В. СПИРИДОНОВ)

Рассматриваются биодизельные добавки (растительные масла) к моторному топливу. Проведено исследование эффективности применения и свойств биодизельных топливных композиций. Представлен их фракционный состав. Приведены основные характеристики, проанализирован мировой опыт использования отходов растительных масел.

Идея использовать растительные масла в качестве топлив для дизельных двигателей была выдвинута еще при их создании (первый двигатель с воспламенением от сжатия был построен Рудольфом Дизелем в 1897 году). Однако с освоением нефтяных запасов в XX веке более выгодным оказалось топливо из нефти. Сейчас биодизельное топливо часто отождествляют с рапсовым маслом, которое действительно стало основным сырьевым источником «биодизеля» в Европе, но биодизельное топливо можно получать и из других масел, например, подсолнечного, пальмового или соевого.

Важно иметь в виду, что сами по себе растительные масла в качестве топлив не используются. Любое биодизельное топливо представляет собой смесь растительных масел. В растительном масле содержатся жиры – эфиры жирных кислот с глицерином. В Европе основным биодизельным топливом стал метиловый эфир рапсового масла.

Растительные масла и их эфиры, как и спирты, отличаются агрессивностью ко многим материалам, традиционно используемым в двигателях и топливной системе автомобилей. В последние годы большинство европейских производителей выпускают машины, допускающие использование смесей нефтяного топлива с биодизельным в количестве 5–20%, а иногда и 100% биотоплива. Добавление биодизельного компонента в количестве до 5% обычно считается приемлемым для любых двигателей, неадаптированных к биотопливу. Достаточно активно биодизельное топливо внедряется и в США, где в качестве сырья используют чаще всего соевое масло. Еще один перспективный источник биодизельного топлива – отработанные пищевые масла.

Истощение нефтяных месторождений и продолжающийся рост цен на нефть и нефтепродукты обуславливают неизбежное и все более широкое использование в дизельных двигателях биотоплив на основе растительных масел. Перевод дизелей на биотоплива позволит не только обеспечить замещение топлив нефтяного происхождения топливами, производимыми из возобновляемых сырьевых ресурсов, но и заметно снизить токсичность отработавших газов и улучшить экологическую ситуацию в городах и сельской местности [1–3].

Для централизованного снабжения топливом автотранспорта в значительной степени пригодны сложные эфиры растительных масел – метиловые, этиловые и бутиловые, получаемые путем обработки растительных масел спиртами (соответственно метанолом, этанолом и бутанолом).

Из перечисленных эфиров менее доростоящими являются метиловые эфиры. Причем сложные эфиры растительных масел можно получать из различных растительных масел – рапсового, подсолнечного, соевого, пальмового и других. Возможно использование для этих же целей животных жиров.

Производство биодизельных топлив на основе растительных масел и животных жиров постоянно расширяется. Так, в 2005 году выпуск биодизельного топлива в странах ЕС составил около 3,5 млн т, в 2009 году его объем достиг 12 млн т, а в 2011 году – около 18 млн т этого топлива. Данные о динамике производства биодизельного топлива в некоторых странах ЕС представлены на рисунке 1 [1].

Биодизельные топлива, предназначенные для использования в дизельных двигателях, должны за минимальный период сформировать в камере сгорания топливно-воздушную смесь, обеспечивающую ее легкое воспламенение, плавное и достаточно полное сгорание с минимальным содержанием сажи, токсичных и канцерогенных веществ. Не допускается образование осадков в топливоподающей системе и нагароотложений на деталях двигателя.

Исходя из изложенного, одной из основных проблем является организация рабочего процесса дизельных двигателей, работающих на биодизельных топливах. Обеспечение современных требований к показателям топливной экономичности и токсичности возможно лишь при дальнейшем совершенствовании процессов распыливания топлива и смесеобразования [2–5]. При этом скорость формирования топливно-воздушной смеси предопределяется как длиной и шириной топливных струй, так и их структурой (качеством распыления), интенсивностью испарения топлива и диффузии его в сжатый воздух.

Для достижения требуемого качества процесса смесеобразования топливо должно обладать заданным *фракционным составом*, который является одним из важнейших показателей эксплуатационных

свойств топлив для двигателей внутреннего сгорания. Фракционный состав характеризует содержание в топливе различных фракций, выкипающих в определенных температурных пределах.

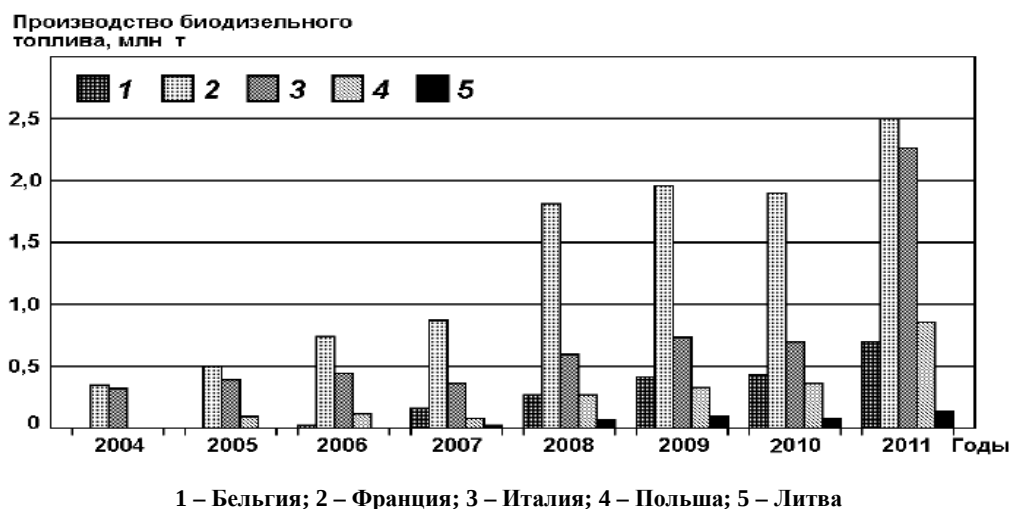


Рисунок 1. – Динамика роста производства биодизельного топлива в странах Европы

При снятии характеристик фракционного состава для традиционного дизельного топлива обычно выделяют температуру начала перегонки (начала кипения), температуры перегонки 10, 50, 90% топлива и температуру окончания перегонки (конца кипения), соответствующую перегонке 96 или 98% топлива. Температура перегонки 10% топлива характеризует склонность топлива к образованию паровых пробок в системе питания дизеля. Наличие в топливе большого количества легких фракций приводит к увеличению жесткости сгорания (скорости нарастания давления и максимального давления сгорания) и снижению ресурса работы дизельного двигателя.

Среднюю испаряемость топлива устанавливают по температуре выкипания 50%, которая обуславливает испаряемость топлива и период задержки воспламенения [4, с. 13–94]. Наличие в топливе тяжелых трудноиспаряющихся фракций можно определить по температуре 90%-ной точке кипения при перегонке. По температуре окончания перегонки, соответствующей перегонке 96 или 98% топлива, также выявляют присутствие в нем тяжелых (выкипающих при высоких температурах) фракций, чрезмерное содержание которых в топливе приводит к ухудшению испарения и усложнению образования однородной топливно-воздушной смеси. Высокая температура выкипания 96% топлива свидетельствует о наличии тяжелых фракций, которые не только ухудшают смесеобразование, но и увеличивают нагарообразование на деталях цилиндропоршневой группы, снижая тем самым экономичность и надежность работы двигателя. При использовании топлива с большим содержанием тяжелых фракций некоторая их часть догорает в такте расширения, вызывая дымность отработавших газов и повышение их температуры, рост удельного расхода топлива, загрязнение моторного масла и деталей двигателя продуктами неполного сгорания топлива, прежде всего сажей.

Перечисленные выше факторы указывают на необходимость учитывать фракционный состав при выборе топлива для дизелей. Это также относится и к биодизельному топливу. Фракционный состав топлив определялся методом перегонки – путем разделения смеси жидкостей на компоненты, основанного на разности температур их кипения. Данный метод заключается в нагревании жидкости до кипения с последующей конденсацией паров в холодильнике.

В настоящее время существуют способы и устройства автоматического определения фракционного состава топлив. На рисунке 2 изображен автоматический аппарат AD86 5G для определения фракционного состава светлых нефтепродуктов [6].

На рисунке 3 приведены кривые фракционной разгонки нефтяного ДТ и различных растительных масел [1; 7; 8]. Температура кипения ДТ находится в пределах 140 до 350 °С. Температура начала кипения биодизельных топлив, полученных из различных растительных масел, обычно колеблется от 220 до 285 °С. При количестве испарившегося топлива более 10% кривые разгонки сложных метиловых эфиров идут резко вверх. При повышении температуры выше $t = 310...330$ °С метиловые эфиры жирных кислот подвергаются термическому разложению.



Рисунок 2. – Автоматический анализатор фракционного состава светлых нефтепродуктов AD86 5G (Франция)

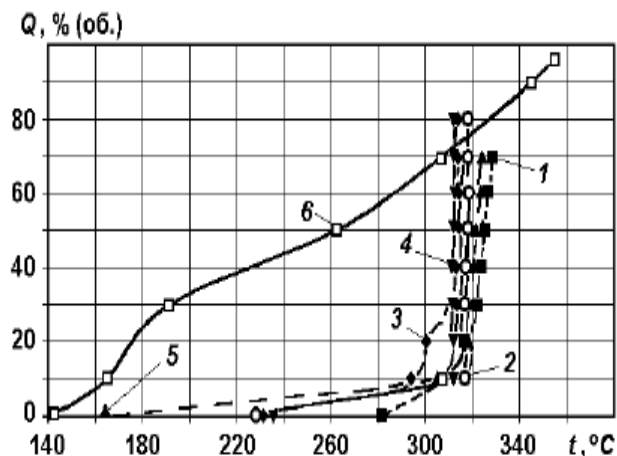


Рисунок 3. – Фракционный состав дизельного топлива (6) и биодизельных топлив, полученных из масел: рапсового (1), кукурузного (2), подсолнечного (3), льняного (4), редьки (5)

При перегонке биодизельного топлива отмечено термическое разложение его компонентов. Можно предположить, что оно происходит и при работе дизельного двигателя. Образующиеся продукты окисления и полимеризации являются причиной негативных процессов в двигателе – нагаро- и коксоотложения на деталях камеры сгорания. Температура выкипания 50% фракций для нефтяного ДТ в данном случае составляла 265 °C. Для всех биодизельных топлив эта температура намного выше – находится в интервале 300...330 °C.

С этой точки зрения целесообразно использовать в качестве моторного топлива смеси нефтяного ДТ и метиловых эфиров растительных масел. В смесях с нефтяными ДТ указанные негативные свойства метиловых эфиров растительных масел в значительной степени нивелируются: эти компоненты хорошо смешиваются друг с другом в любых пропорциях с образованием стабильных смесей.

Заключение. Приведенные данные экспериментальных исследований подтверждают возможность использования в дизелях биодизельных топлив, получаемых из различных сырьевых ресурсов. Наибольшее приближение к свойствам нефтяных дизельных топлив обеспечивает применение смесей нефтяного дизельного топлива и метиловых эфиров растительных масел. При этом удастся получать показатели токсичности отработавших газов, которые заметно лучше аналогичных показателей дизеля, работающего на чистом дизельном топливе. Причем улучшения показателей токсичности отработавших газов достигают даже при небольшом содержании биодизельного топлива в смеси (5–10%). Это позволяет использовать исследованные биодизельные топлива в качестве экологических добавок к нефтяному дизельному топливу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Использование биотоплив на основе растительных масел в дизельных двигателях / В.А. Марков [и др.] // Вестн. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». – М., 2012.
2. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях / В.А. Марков [и др.] М. : ООО НИЦ «Инженер», 2011. – 536 с.
3. Зачем нужны биотоплива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://computerra.ru/> - Компьютерра-Онлайн.htm. – Дата доступа: 13.04.2015.
4. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение : справочник / под ред. В.М. Школьников. – М. : Техноинформ, 1999.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // <http://car188.ru/>. – Режим доступа: 27.08.2014.
6. Спиридонов, А.В. Определение фракционного состава бензинов с кислородсодержащими высокооктановыми компонентами / А.В. Спиридонов, Д.П. Панфилов // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия, С. Фундаментальные науки. – 2010. – № 9. – С. 142–149.
7. ASTM D86. Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products at Atmospheric Pressure, 1999, 22 с.
8. Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава : ГОСТ 2177-99. – 25 с.