

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Г. М. КУХАРЕНОК, д-р техн. наук, профессор

Е. Д. ПЕТУХОВИЧ, студент

УО «Белорусский национальный технический университет»,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Спектр возобновляемых альтернативных видов топлива, применяемых, для автотракторной техники в настоящее время довольно широк – это топлива на основе растительных масел, диметиловый эфир, спирты, природный и биогаз. Каждый из этих видов топлива в большей или меньшей степени отличается по своим свойствам от традиционного дизельного. Эти изменения вызывают необходимость адаптации существующих дизельных двигателей и их топливных систем к новым видам топлива [1].

Основная часть. Растительные масла. В мировой практике сложилось два основных направления по применению топлив из растительных масел: приближение свойств масел к свойствам ДТ и адаптация дизельного двигателя к применяемым топливам. Свойства растительных масел, в основном, изменяют за счет их переработки в эфиры, что с энергетической точки зрения является невыгодным. Предпринимаются и другие попытки приблизить свойства растительного масла к свойствам нефтяного ДТ, например, с помощью различных присадок.

В качестве моторного топлива в мировой практике использовались различные растительные масла: арахисовое, хлопковое, соевое, подсолнечное, рапсовое, кокосовое, пальмовое. В Европе наиболее перспективными считают топлива, полученные из рапсового масла, так как рапс относительно зимостоек и неприхотлив при выращивании. США является ведущей страной, производящей соевое масло. В странах Азии имеются большие сырьевые ресурсы соевого и арахисового масел. Для России перспективным представляется использование подсолнечного масла.

Результаты исследований по испытанию дизелей на растительных маслах противоречивы по влиянию альтернативных топлив на показатели работы дизелей.

Исследования фирмы John Deere работы одноцилиндрового дизеля с неразделенной камерой сгорания на арахисовом и подсолнечном

маслах свидетельствуют о повышении мощности дизеля на 6 % и удельного расхода топлива на 20 %, при этом термический КПД снижается [2].

Сравнительные испытания работы одноцилиндрового дизеля на ДТ и четырех растительных маслах – подсолнечном, хлопковом, соевом и полученным из семян ореха, проведенные группой исследователей показали, что индикаторный КПД при работе дизеля на растительных маслах несколько выше, чем при работе на ДТ.

При сравнительных испытаниях ДТ, хлопкового масла, подсолнечного масла, и метиловых эфиров этих масел на одноцилиндровом дизеле Avco-Bernard с неразделенной КС было отмечено увеличение индикаторного КПД дизеля при работе на растительных маслах по сравнению с ДТ. Переход работы двигателя с ДТ на растительные масла сопровождался увеличением содержания NO_x и альдегидов в ОГ.

Испытания, проведенные на одноцилиндровом дизеле Komatsu 10–105 показали увеличение КПД и снижение эмиссии NO_x и дымности ОГ при замене ДТ на растительное масло (сурепное и пальмовое масло).

Исследовалось изменения дымности ОГ одноцилиндровых дизелей с предкамерой и неразделенной КС при использовании ДТ с добавлением арахисового, соевого и хлопкового масел в количестве 10 и 25 %. Для всех режимов работы на смесевых топливах по сравнению с чистым ДТ наблюдалось более чем 50 % увеличение дымности.

При работе на топливе, содержащем 100 % растительных масел, эффективный КПД снижается в дизелях обоих типов, причём наиболее существенное снижение отмечено при использовании арахисового масла и достигло более 14 % [3].

Растительные масла имеют повышенную вязкость по сравнению с ДТ поэтому показатели впрыска топлива у них значительно хуже. Однако снизить вязкость возможно путем подогрева масел.

Метиловый эфир рапсового масла. Метиловый эфир – это топливо по своим характеристикам наиболее близко к ДТ. МЭРМ или биодизель хорошо смешивается с дизельным топливом [3].

Биодизель – это эфиры соответствующих масел, которые используются как дизельное топливо. Метиловый эфир обычно получают методом известным как «трансэфиризация». В процессе реакции для получения 1 т метилового эфира расходуется 980 кг масла, 125 кг метилового спирта, 14,2 кг катализатора.

Метиловый эфир может подаваться в двигатель как в чистом виде, так и в смеси с ДТ через штатную топливоподающую систему. Необ-

ходима лишь замена некоторых уплотнительных материалов, к которым эфир агрессивен. По сравнению с дизельным топливом МЭРМ имеет ряд достоинств: высокое цетановое число, высокую температуру вспышки, лучшие смазывающие свойства.

Однако он имеет и ряд недостатков: низкая стабильность при хранении, отрицательное влияние на моторное масло. Метилловый эфир растворяет лакокрасочные покрытия и резину.

Диметилловый эфир (ДМЭ). В нормальных условиях диметилловый эфир – это газ с запахом хлороформа. Он не вреден для озонового слоя, так как легко разрушается в тропосфере. Также является относительно инертным, бескоррозионным, неконцерогенным газом. Получают ДМЭ в основном из природного газа, но возможно и из биомассы. По своим свойствам близок к пропан-бутановой смеси (за исключением цетанового числа [4].

Для подачи ДМЭ в цилиндры двигателя требуется модернизация топливной системы: вместо топливного бака используется баллон, топливная система должна быть полностью герметична, требуется увеличение емкости заправляемых баллонов в 1,6 раза. Подавать ДМЭ в дизель можно отдельно или в виде смеси с ДТ. Также эфир может смешиваться с топливами, имеющими низкое цетановое число, такими как метанолом, этанолом и метаном или выступать инициатором горения последних.

ДМЭ более экологически чистое топливо, чем дизельное. При его сгорании не происходит выделения твердых частиц на всех режимах работы дизеля.

Это связано с высоким содержанием кислорода в топливе (около 35 %) и отсутствие связей углерод-углерод. Также снижается содержание NO_x в ОГ в 3–4 раза. Наблюдается увеличение выбросов угарного газа CO и углеводородов C_nH_m . КПД дизеля остается на уровне эксплуатации на ДТ.

Недостатками ДМЭ является то, что он имеет более низкое значение теплоты сгорания, чем дизельное топливо, поэтому необходимо увеличение производительности ТНВД, чтобы подать ДМЭ по массе в 1,6 раз больше. ДМЭ обладает большей сжимаемостью, чем ДТ, что также негативно влияет на работу топливной аппаратуры. ДМЭ химически агрессивен по отношению к уплотняющим материалам и деталям, выполненным из пластмассы. Низкие смазывающие свойства ДМЭ увеличивают вероятность задиров или требуется добавление в него специальной присадки «Любризол 459А» [5].

Спирты. К спиртовым топливам можно отнести метанол и этанол. Они получили наибольшее распространение в качестве моторного топлива и хорошо зарекомендовали себя при использовании в качестве добавок к ДТ.

Проблемой применения спиртов как топлива для дизелей являются их низкие цетановые числа 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. Помимо указанных выше недостатков использование спиртов в дизелях затрудняется из-за их плохих смазывающих свойств, что ведет к повышенному износу топливной аппаратуры. В связи с высокой коррозионной активностью элементы топливной системы двигателя, изготовленные из легких сплавов и неметаллических материалов, должны быть заменены [4].

Просто заменить ДТ на спирт в штатной топливной системе дизеля невозможно. Необходимо компенсировать изменение свойств этих топлив. В настоящее время исследователями выделены разнообразные способы применения спиртов в качестве топлив для дизелей: растворы и эмульсии спиртов в дизельном топливе; карбюрирование или впрыскивание спирта во впускную систему, а дизельного топлива в цилиндр; впрыскивание спирта и запального топлива в цилиндр; конвертация дизеля в двигатель с внешним смесеобразованием и принудительным зажиганием; впрыскивание спирта с присадкой, повышающей цетановое число.

При использовании эмульсии метилового спирта в ДТ наблюдается снижение содержания твердых частиц в ОГ дизеля, что является следствием повышенного содержания кислорода в спирте. При использовании спирта температура отработавших газов снижается, соответственно уменьшаются выбросы NO_x . Содержание CO остается на уровне работы на ДТ. Наблюдается незначительное повышение CO_2 и C_nH_m . Так же спиртам при сгорании свойственны повышенные выбросы альдегидов (формальдегиды для метанола и альдегиды для этанола). Но тем не менее спирты возможно получать из возобновляемых источников и они расширяют спектр топлив для дизелей.

Биогаз. Смесь метана и диоксида углерода при наличии небольшого количества других газов называют биогазом. Получают биогаз практически из любых отходов (солома, зерно, отходы жизнедеятельности животных, силос, подстилка для скота, пищевые и другие отходы ферм, твердые бытовые отходы, отходы предприятий, перерабаты-

вающих сельскохозяйственную продукцию). В результате переработки в биогаз отходов сельского хозяйства и других отраслей промышленности можно дополнительно получить до 10 % производимой в мире энергии [5, 6].

В качестве моторного топлива для ДВС используют биометан полученный из биогаза. Для хранения на борту автомобиля биометан сжимают до 20–40 МПа или сжижают. Сжижать газ наиболее перспективно. Состав сжиженного биометана и сжиженного природного газа практически одинаковы (95–98 % метана). По показателям работы двигателя и используемому газобаллонному оборудованию биометан ничем не отличается от природного газа.

При применении биометана в качестве топлива для дизелей снижаются дымность и выбросы CO и NO_x с ОГ. Но в связи с низким cetановым числом и соответственно плохой воспламеняемостью возникают значительные трудности при организации рабочего процесса.

Для организации рабочего процесса в дизеле с использованием биометана требуется применение двойной системы топливоподачи в которой порция газа воспламеняется с помощью запальной порции дизельного топлива. При этом замещается от 80 до 100 % ДТ.

Заключение. Альтернативные топлива могут стать реальными конкурентами дизельному топливу.

Их применение для автотракторной техники является в настоящее время особенно актуальным из-за острой необходимости защиты окружающей среды, при их использовании происходит меньше выбросов в атмосферу окислов азота и твердых частиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Двигатели внутреннего сгорания. Основы теории и расчета: учеб. пособие / А. Н. Карташевич, Г. М. Кухаренок. – Горки: БГСХА, 2011. – 312 с.
2. Карташевич, А. Н. Использование смесевых топлив на основе рапсового масла для сельскохозяйственных тракторов: монография / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки: БГСХА, 2012. – 210 с.
3. 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.
4. Карташевич, А. Н. Применение этанолсодержащих топлив в дизеле (часть 1) / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Г. Н. Гурков. – Киров, 2011. – 115 с.
5. Карташевич, А. Н. Возобновляемые источники энергии / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. – Горки: БГСХА, 2007. – 261 с.
6. Альтернативные виды топлива для двигателей: монография / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 с.

Спектр возобновляемых альтернативных видов топлива, применяемых, для автотракторной техники в настоящее время довольно широк – это топлива на основе растительных масел, диметиловый эфир, спирты, природный и биогаз. Каждый из этих видов топлива отличается по своим свойствам от традиционного дизельного. Эти изменения вызывают необходимость адаптации существующих дизельных двигателей и их топливных систем к новым видам топлива.

Приводятся основные характеристики альтернативных видов топлив, их преимущества и недостатки. Их применение для автотракторной техники является в настоящее время особенно актуальным из-за острой необходимости защиты окружающей среды, при их использовании происходит меньше выбросов в атмосферу окислов азота и твердых частиц.

топливо, автотракторная техника, растительные масла, диметиловый эфир, спирты, природный и биогаз, окислы азота, твердые частицы.

УДК 621.432.3

БЕЗМОТОРНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ

С. А. ПЛОТНИКОВ¹, д-р техн. наук, профессор

П. В. ГНЕВАШЕВ¹, аспирант

А. Н. КАРТАШЕВИЧ², д-р техн. наук, профессор

¹ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,

Киров, Российская Федерация;

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь

Введение. Альтернативное моторное топливо состоит из большого количества индивидуальных углеводородов и других соединений. Основными составляющими топлива являются парафиновые, наftenовые и ароматические углеводороды. Для улучшения качества топлива в него добавляют присадки [1, 2]. Каждый компонент вносит свой вклад в эксплуатационные характеристики топлива. Многокомпонентность моторных топлив является главной трудностью при разработке методов контроля их характеристик.

Детонационная стойкость (октановое число) или воспламеняемость (цетановое число) топлива регламентированы ГОСТ 511–82,