

УДК 504:662.756:621.436

В.Г. СЕМЁНОВ*Национальный технический университет «ХПИ», Украина***БИОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ
ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ И ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ**

Биодизельное топливо (метиловые эфиры жирных кислот масел и жиров) достаточно хорошо адаптировано к дизельным двигателям. Химическая формула эфиров отличается наличием карбонильной и метиловой групп, двойными связями, которые определяют повышенную способность к окислению и биологическому разложению биодизельного топлива. Наличие кислорода в молекуле эфиров улучшает протекание процесса сгорания в цилиндре двигателя, но в то же время снижает энергетический потенциал биотоплива. Биодизельное топливо, химмотологические показатели которого отвечают европейскому стандарту EN 14214, предопределяет надежную работу дизельного двигателя и его топливной системы.

дизельный двигатель, плотность, вязкость, теплота сгорания, эффективный КПД, экологические характеристики

Введение

Экономия энергоносителей нефтяного происхождения, ужесточение норм выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизелей, а также ограничение эмиссии диоксида углерода заставляют большинство стран искать пути снижения опасности влияния тепловых двигателей на окружающую среду.

В последнее время все более широкое распространение получают альтернативные биотоплива на основе масел и животных жиров. Интенсивные работы по переводу дизельных двигателей на биотопливо ведутся как в странах с ограниченными топливно-энергетическими ресурсами, так и в высоко развитых странах, имеющих возможность приобретения жидких энергоносителей.

1. Формулирование проблемы

Биодизельное топливо (биодизель, МЭРМ, РМЭ, РМЕ, FAME, EMAG, бионафта и др.) – это экологически чистый вид биотоплива, получаемый из жиров растительного и животного происхождения и используемый для замены нефтяного дизельного топлива (ДТ). С химической точки зрения биодизельное

топливо представляет собой смесь метиловых (этиловых) эфиров насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.

В табл. 1 приведены Европейский стандарт EN 14214:2003 «Автомобильные топлива. Метиловые эфиры жирных кислот (FAME) для дизельных двигателей. Требования и методы испытаний» и национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 52368-2005 «Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия».

2. Решение проблемы

Вкратце рассмотрим влияние некоторых физико-химических показателей биодизельного топлива, определяемые стандартом EN 14214:2003, на параметры дизеля и его эколого-эксплуатационные характеристики. Повышенные, по сравнению с дизельным топливом, на 10% плотность и кинематическая вязкость в 1,5 раза способствуют некоторому увеличению дальности топливного факела и диаметра капель распыленного топлива, что может привести к увеличенному попаданию биодизельного топлива на стенки камеры сгорания и гильзы цилиндра. Меньшие значения коэффициента

Физико-химические показатели биодизельного и дизельного ЕВРО топлив

Показатели	Европейский стандарт на метиловые эфиры жирных кислот для дизельных двигателей EN14214:2003			Национальный стандарт Российской Федерации на топливо дизельное ЕВРО ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2004)	
	Размерность	пределы		Наименование показателя	Значение
		min	max		
1	2	3	4	5	6
Содержание эфира	% (м/м)	96,5		-	-
Плотность при температуре 15°C	кг/м ³	860	900	Плотность при температуре 15 °С, кг/м ³	820-845
Кинематическая вязкость при температуре 40°C	мм ² /с	3,50	5,0	Кинематическая вязкость при 40°C, мм ² /с	2,00-4,50
Температура вспышки	°С	120	-	Температура вспышки в закрытом тигле, °С, выше	55
Содержание серы	мг/кг	-	10,0	Содержание серы, мг/кг, не более	1-350; II-50,0; III-10,0
Коксуемость 10% остатка	% (м/м)	-	0,30	Коксуемость, 10% остатка разгонки, %(м/м), не более	0,30
Цетановое число		51,0		Цетановое число, не менее	51,0
Зольность	% (м/м)	-	0,02	Зольность, % (м/м), не более	0,01
Содержание воды	мг/кг	-	500	Содержание воды, мг/кг, не более	200
Содержание механических примесей	мг/кг	-	24	Общее загрязнение, мг/кг, не более	24
Испытания на медной пластинке (3 часа при 50°C)	оценка	класс 1		Коррозия медной пластинки (3 часа при 50 °С), единицы по шкале	Класс 1
Окислительная стабильность, 110°C	часов	6,0	-	Окислительная стабильность: общее количество осадка, г/м ³ , не более	25
Кислотное число	мг КОН/г		0,50	Цетановый индекс, не менее	46,0
Йодное число	г J ₂ / 100 г		120	Полициклические ароматические углеводороды, % (м/м), не более	11
Метиловый эфир линоленовой кислоты	% (м/м)		12,0	Фракционный состав:	
Полиненасыщенные (>=4 двойных связи) метиловые эфиры	% (м/м)		1	При температуре 250 °С, % (об/об), менее	65
Содержание метанола	% (м/м)		0,20	При температуре 350 °С, % (об/об), не менее	85
Содержание моноглицеридов	% (м/м)		0,80	95% (об/об) перегоняется при температуре, °С, не выше	360
Содержание диглицеридов	% (м/м)		0,20	Смазывающая способность: скорректированный диаметр пятна износа при 60 °С, не более	460
Содержание триглицеридов	% (м/м)		0,20		

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6		
Свободный глицерин	% (м/м)		0,02	Наименование показателя	значение для марок		
Общий глицерин	% (м/м)		0,25	Предельная температура фильтруемости, °С, не выше (топливо для умеренного климата)	A	B	C
1-а группа металлов (Na+K)	мг/кг		5,0		5	0	-5
2- а группа металлов (Ca+Mg)	мг/кг		5,0		D	E	F
Содержание фосфора	мг/кг		10,0	Содержание метиловых эфиров жирных кислот, % (об/об), не более	-10	-15	-20
					5		

Таблица 2

Возможные неисправности дизеля, топливной аппаратуры и его систем при работе на биодизельном топливе

Составляющие и характеристики топлива	Действие	Неисправность
Метиловые эфиры жирных кислот	Вызывает высыхание, затвердевание и разрушение резиновых изделий, попадание в моторное масло	Течь топлива. Более частая смена моторного масла
Свободный метанол	Коррозия алюминия и цинка	Коррозия топливной аппаратуры. Низкая температура вспышки в закрытом сосуде.
Свободная вода в топливе	Преобразование метиловых эфиров растительного масла в жирные кислоты. Коррозия. Увеличение электропроводности топлива, развитие микроорганизмов	Засорение фильтра. Коррозия топливной аппаратуры
Свободный глицерин	Коррозия цветных металлов. Образование осадка на движущихся частях и на лакокрасочном покрытии	Засорение фильтров. Засорение сопел топливных форсунок
Моно- и диглицериды	Такое же, как и глицерин	
Свободные жирные кислоты	Образование электролита и ускорение коррозии цинка. Образование солей органических кислот. Образование органических соединений	Коррозия топливной аппаратуры. Засорение фильтра. Отложение осадка на деталях
Увеличение плотности топлива	Увеличение давления впрыска	Уменьшение ресурса топливной аппаратуры
Большая вязкость при низкой температуре	Более жесткие условия работы ТНВД. Повышенный износ деталей	Повышенный износ деталей ТНВД. Ухудшение показателей впрыска топлива. Необходимость применения депрессорных присадок
Твердые частицы	Ухудшение смазочных способностей топлива	Снижение ресурса топливной аппаратуры
Муравьиная и уксусная кислоты	Коррозия всех металлических частей	Коррозия топливной аппаратуры
Высокомолекулярные органические кислоты	Такое же, как и свободные жирные кислоты	Коррозия топливной аппаратуры. Засорение фильтра. Отложение осадка на деталях
Продукты полимеризации	Отложение осадков, особенно в смесевых топливах	Засорение фильтра
Фосфор	Отравление нейтрализаторов и катализаторов системы выпуска дизеля	Выход из строя, снижение уровня экологической безопасности отработавших газов (ОГ) дизеля

сжимаемости биодизельного топлива приводит к увеличению действительного угла опережения впрыскивания топлива и максимального давления в форсунке. Высокое цетановое число биодизельного топлива 51 и более способствует сокращению периода задержки воспламенения и менее «жесткой» работе дизеля. Повышенная почти в 3 раза, температура вспышки биодизельного топлива в закрытом тигле 120 °С и более, обеспечивает высокую пожаробезопасность. Кислород (~ 10 %) в молекуле метилового эфира действует по следующим направлениям. Наличие окислителя непосредственно в молекуле топлива позволяет интенсифицировать процесс сгорания и обеспечить более высокую температуру в цилиндре дизеля, что, с одной стороны, способствует повышению индикаторного и эффективного к.п.д. двигателя, а с другой – приводит к некоторому увеличению оксида азота NO_x в отработавших газах. Меньшая доля углерода (~ 77 %) в молекуле биодизельного топлива приводит к уменьшению его низшей теплоты сгорания на 10 – 12 % и увеличению часового и удельного эффективного расходов топлива. Для сохранения номинальных параметров двигателя при переводе на биодизельное топливо требуется перерегулировка топливной аппаратуры (упор рейки топливного насоса высокого давления переустанавливают на увеличение цикловой подачи топлива). Применение биодизельного топлива позволяет обеспечить снижение выбросов вредных веществ с отработавшими газами. Для дизельных двигателей с вихревой камерой (предкамерой) и непосредственным впрыском снижение соответственно составляет: CO – 12 (10) %, C_nH_m – 35 (10) %, РМ (твердые частицы) – 36 (24) %, сажа – 50 (52) %. Некоторое увеличение выбросов NO_x можно компенсировать рядом мероприятий: уменьшение действительного угла опережения впрыскивания топлива, рециркуляция отработавших газов, подача воды на впуске.

При эксплуатации дизельных двигателей на биодизельном топливе необходимо обратить внимание на следующее (табл. 2). Перед началом эксплуатации двигателя на биодизельном топливе необходимо промыть фильтр грубой и тонкой очистки топлива. Из-за повышенной агрессивности такого топлива требуется смена топливных шлангов и прокладок на изготовленные из устойчивого к биотопливу материала, а также тщательное удаление биодизельного топлива, попавшего на лакокрасочные покрытия. В некоторых случаях требуется более частая смена моторного масла из-за возможного разжижения попадающим в него биодизельным топливом. Возможно некоторое увеличение уровня шума и дымности при холодном пуске, при пониженных температурах требуется применение депрессорных присадок. Необходимо осуществлять контроль содержания воды в биодизельном топливе (из-за его большой гигроскопичности), чтобы избежать опасности развития микроорганизмов, образования перекисей и коррозионного воздействия воды, в том числе и на элементы топливной аппаратуры.

Заключение

1. Биодизельное топливо по сравнению с дизельным топливом имеет определенные отличия по многим физико-химическим показателям.
2. Хорошее качество применяемого биодизельного топлива, которое определяется применением высоких технологий его производства, позволяет обеспечить высокие энерго-экологические характеристики дизельных двигателей.

Поступила в редакцию 6.06. 2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ф.И. Абрамчук, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков.