

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ ЖИДКИХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ

Ш. В. БУЗИКОВ, канд. техн. наук, доцент
С. А. ПЛОТНИКОВ, д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация

Введение. На сегодняшний день одним из разновидностей топлив, применяемых для дизельных двигателей, являются жидкие альтернативные топлива, к ним можно отнести такие как растительные масла, спирты и эфиры растительных масел получившие широкое применение [1, 2]. Одним из главных достоинств их применения является уменьшенный выброс токсичных компонентов, содержащихся в отработавших газах по сравнению с традиционным топливом [1, 2].

Основные физико-химические свойства жидких альтернативных топлив в чем-то схожи с ДТ, однако стоит выделить большую долю содержания кислорода, оказывающего влияние на интенсивность процессов сгорания топлива в цилиндрах дизеля [1, 3, 4, 5].

Также достаточно перспективно использованием в качестве топлива всевозможных смесевых топлив, получаемых путем предварительного смешивания товарного дизельного топлива (ДТ) и альтернативно-го [6, 7]. Непосредственное использование чистых альтернативных топлив в дизелях затруднено из-за их различия в физико-химических и моторных свойствах по сравнению с чистым ДТ [8, 9]. Основными недостатками альтернативных топлив по сравнению с ДТ являются высокая или низкая вязкость, скрытая теплота парообразования, высокая температура воспламенения, низкое цетановое число, меньшая теплотворная способность [10, 11]. На данный момент времени имеется достаточный объем исследований по применению различных составов смесевых топлив [1–11]. В то же самое время, данные по степени применимости альтернативных топлив и их смесей с традиционным практически отсутствуют. В связи с этим исследование применимости тех или иных жидких альтернативных топлив, а также их смесей является на сегодняшний день весьма актуальной задачей.

Основная часть. Известно, что при использовании смесевых топлив изменяются значения эффективных показателей работы двигателя [6, 8, 10, 11].

Основными эффективными показателями дизеля являются мощность крутящий момент, среднее эффективное давление и эффективный удельный расход топлива и КПД.

При использовании как альтернативных, так и смесевых топлив основным критерием является соответствие значений крутящего момента и эффективной мощности двигателя паспортным значением установленным заводом-изготовителем при его работе на чистом дизельном топливе. Однако разность физико-химических свойств таких топлив по сравнению с традиционным накладывает определенные условия, например, такие как увеличение цикловой подачи топлива связанной с уменьшением низшей расчетной теплоты сгорания и теоретически необходимого количества воздуха.

В исследовании [9] проведенном ранее нами был определен критерий для определения эффективности применения того или иного альтернативного топлива и их смесей:

$$K = \frac{H_u}{l_0}, \quad (1)$$

где H_u – удельная низшая расчетная теплота сгорания альтернативного или смесевого топлива, МДж/кг топл.;

l_0 – теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг альтернативного или смесевого топлива, кг возд./кг топл.

Данный критерий, рассчитываемый по формуле (1), показывает какое количество теплоты должно выделяться при сгорании альтернативного или смесевого топлива в 1 кг воздуха.

Удельную низшую расчетную теплоту сгорания альтернативного или смесевого топлива определили:

$$H_u^{\text{ср}} = (m_1 + m_2)(33,91(C_1 + C_2) + 103,01(H_1 + H_2) - 10,89(O_1 + O_2)), \quad (2)$$

где $m_{1,2}$ – массовая доля ($_1$ – дизельного топлива и $_2$ – альтернативного топлива) в 1 кг смесевого топлива, кг.

33,91 – удельная теплота сгорания углерода, МДж/кг;

$C_{1,2}$ – массовая доля углерода, содержащаяся в 1 кг ($_1$ – дизельного топлива и $_2$ – альтернативного топлива), кг;

103,01 – удельная теплота сгорания водорода с учетом парообразования, МДж/кг;

$H_{1,2}$ – массовая доля водорода, содержащаяся в 1 кг ($_1$ – дизельного топлива и $_2$ – альтернативного топлива), кг;

10,89 – величина снижения теплотворной способности топлива, вследствие содержания в смесевом топливе кислорода, МДж/кг кисл.;

$O_{1,2}$ – массовая доля кислорода, содержащаяся в 1 кг ($_1$ – дизельного топлива и $_2$ – альтернативного топлива), кг.

Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг альтернативного или смесевого топлива нашли:

$$I_0^T = (m_1 + m_2)(11,594(C_1 + C_2) + 34,783(H_1 + H_2) - 4,347(O_1 + O_2)), \quad (3)$$

где 11,594 – масса воздуха для полного сгорания 1 кг углерода, кг;

34,783 – масса воздуха для полного сгорания 1 кг водорода, кг;

4,347 – масса воздуха, содержащая 1 кг кислорода, кг.

После подстановки выражений (2) и (3) в (1) и преобразования окончательно получили:

$$K = \frac{33,91(C_1 + C_2) + 103,01(H_1 + H_2) - 10,89(O_1 + O_2)}{11,594(C_1 + C_2) + 34,783(H_1 + H_2) - 4,347(O_1 + O_2)}. \quad (4)$$

Выражение (4) представляет из себя формулу для нахождения значений критерия применимости того или иного вида альтернативного топлива, а также их смесей с традиционным дизельным.

Чем больше значение данного критерия, тем больше применимо то или иное альтернативное топливо или его смесь.

Физико-химические свойства основных видов альтернативных топлив представлены в таблице.

Проанализировав полученные данные табл. 1, можно сделать вывод, что из растительных масел наибольшее значение критерия применимости имеют рапсовое 2,9534 МДж/кг возд. и пальмовое 2,9533 МДж/кг возд. масла. Из низших спиртов это метиловый 3,0893 МДж/кг возд. и этиловый 3,0131 МДж/кг возд. спирты. Наиболее применимы метиловые эфиры рапсового и подсолнечного масел 2,9519 МДж/кг возд. и 2,9531 МДж/кг возд. соответственно.

Известно [1, 2], что в дизелях применение спиртов в качестве топлива ограничено в связи с их моторными свойствами, вызывающими недопустимую жесткость протекания процессов сгорания. В виду этого обстоятельства содержания их в смесевом топливе ограничено до

40–50 %, поэтому сравнивать чистые спирты с другими альтернативными топливами некорректно.

Физико-химические свойства альтернативных топлив

Топливо	Элементарный состав, масс.			ρ , кг возд./кг топл.	H_u , МДж/кг	K
	С	Н	О			
Дизельное	0,870	0,126	0,004	14,45	42,44	2,9364
Рапсовое масло	0,766	0,119	0,113	12,53	37,00	2,9534
Подсолнечное масло	0,776	0,115	0,109	12,52	36,97	2,9524
Соевое масло	0,776	0,115	0,109	12,52	36,97	2,9524
Сурепное масло	0,778	0,115	0,107	12,57	37,10	2,9520
Редьковое масло	0,778	0,116	0,105	12,61	37,24	2,9518
Рыжиковое масло	0,781	0,112	0,107	12,49	36,86	2,9519
Льняное масло	0,775	0,114	0,111	12,48	36,85	2,9526
Горчичное масло	0,780	0,117	0,103	12,66	37,35	2,9515
Сафлоровое масло	0,775	0,114	0,111	12,48	36,85	2,9526
Соевое масло	0,776	0,115	0,109	12,50	36,92	2,9525
Пальмовое масло	0,775	0,120	0,114	12,66	37,40	2,9533
Хлопковое масло	0,771	0,117	0,112	12,52	36,98	2,9530
Арахисовое масло	0,780	0,123	0,097	12,90	38,06	2,9507
Метиловый спирт	0,375	0,125	0,5	6,52	20,15	3,0893
Этиловый спирт	0,522	0,130	0,348	9,07	27,34	3,0131
Пропиловый спирт	0,600	0,133	0,267	10,43	31,18	2,9878
Бутиловый спирт	0,649	0,135	0,216	11,28	33,56	2,9751
Метиловый эфир рапсового масла	0,775	0,120	0,105	12,70	37,50	2,9519
Этиловый эфир рапсового масла	0,775	0,121	0,104	12,74	37,61	2,9518
Метиловый эфир подсолнечного масла	0,767	0,122	0,111	12,65	37,37	2,9531
Этиловый эфир подсолнечного масла	0,767	0,123	0,110	12,69	37,48	2,9530

Поэтому были проведены сравнительные расчеты наиболее применимых альтернативных топлив с их смесями с чистым дизельным топливом.

Значения критерия применимости того или иного альтернативного топлива от его содержания в смесевом топливе отражено на рис. 1.

Проведенный анализ полученных результатов показал, что среди всех видов жидких альтернативных топлив наиболее применимы метиловый и этиловый спирты с содержанием их в смесевом топливе до 50 %.

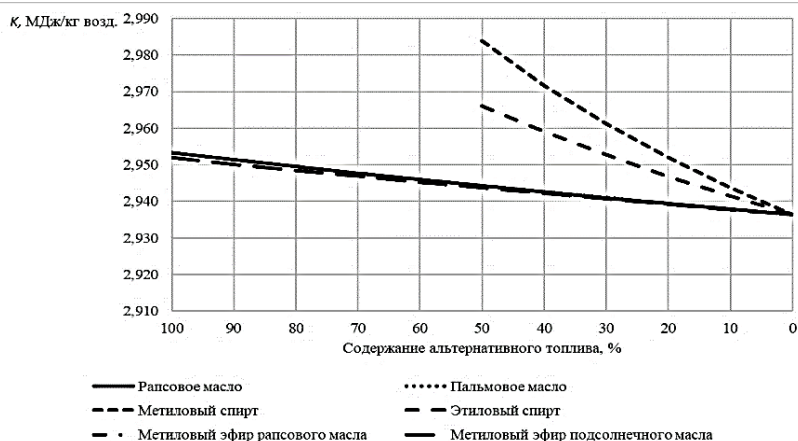


Рис. 1. Зависимость критерия применимости от содержания альтернативных топлив в смешевом

Заклучение. Таким образом, из растительных масел наибольшее значение критерия применимости имеют рапсовое 2,9534 МДж/кг возд. и пальмовое 2,9533 МДж/кг возд. масла. Из низших спиртов – это метиловый 3,0893 МДж/кг возд. и этиловый 3,0131 МДж/кг возд. спирты. Наиболее применимы метиловые эфиры рапсового и подсолнечного масел 2,9519 МДж/кг возд. и 2,9531 МДж/кг возд. соответственно. Среди всех видов жидких альтернативных топлив наиболее применимы метиловый и этиловый спирты с содержанием их в смешевом топливе до 50 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич, А. Н. Применение этанолсодержащих топлив в дизеле (часть 1) / А. Н. Карташевич, С. А. Плотников, Г. Н. Гурков. – Киров, 2011. – 115 с.
2. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 376 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. Бузиков, Ш. В. Испытание топливной аппаратуры дизелей при работе на смесях с добавками рапсового масла / Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов // Транспортные системы. – 2018. – № 4 (10). – С. 10–16.
5. Плотников, С. А. Определение регулировочных параметров системы топливоподачи тракторного дизеля при работе на топливных композициях с добавками рапсового

го масла / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 133–138.

6. Бузиков, Ш. В. Исследование кинематической вязкости смесового топлива / Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов, М. Н. Втюрина // Тракторы, автомобили и машины для природообустройства. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 68–71.

7. Плотников, С. А. Определение влияния смесового топлива на механизмы процесса сгорания для автомобильных и тракторных ДВС / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, П. Н. Черемисинов // Транспортные системы. – 2019. – № 2 (12). – С. 4–8.

8. Плотников, С. А. Исследование работы дизельной ТПА на высокоактивированном топливе / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, М. В. Мотовилова // Транспортные системы. – 2019. – № 1 (11). – С. 12–18.

9. Плотников, С. А. Теоретические предпосылки определения оптимальных составов смесевых топлив / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков // AdvancedScience. – 2019. – № 4 (15). – С. 34–38.

10. Плотников, С. А. Определение эффективных показателей тракторного дизеля при работе на топливной композиции с добавками рапсового масла / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов // AdvancedScience. – 2019. – № 3 (14). – С. 15–18.

11. Плотников, С. А. Исследование работоспособности дизельной форсунки на смесевых топливах с недостаточными низкотемпературными свойствами / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 1. – С. 10–16.

Аннотация. В статье представлен обзор применения жидких альтернативных топлив. Проведен теоретический анализ применимости жидких альтернативных топлив в чистом виде и в смеси с дизельным топливом.

На основании проведенного теоретического анализа полученных результатов определено, что среди всех видов жидких альтернативных топлив наиболее применимы метиловый и этиловый спирты с содержанием их в смесевом топливе до 50 %.

Ключевые слова: альтернативное топливо, смесевое топливо, критерий применимости.