

Key words: motor vehicle, power system, mineral diesel fuel, vegetable oil, bio-fuel.

Abstract. The article describes a new design of the dual-fuel power system of automotive vehicles, which provides diesel operation on two types of motor fuel: commercial mineral diesel fuel (in the modes of start-up, warm-up and stop of the engine) and diesel mixed fuel (when operating in the axial modes). A distinctive feature of this diesel power system is automatic switching from one type of motor fuel to another.

УДК 621.436

ОЦЕНКА ПУСКОВЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЯ Д-243-648 ПРИ РАБОТЕ НА МИНЕРАЛЬНО-СОЕВОМ ТОПЛИВЕ

Уханова Ю. В.,
аспирант,

Горбачёва С.В.,
аспирант,

Перова Н. А.,
аспирант,

Уханов А. П.,
доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, 628517, e-mail: ukhanov.penza@mail.ru

Ключевые слова: дизель, минеральное топливо, соевое масло, дизельное смесевое топливо, минерально-соевое топливо, пусковые свойства.

Аннотация. В статье дана оценка пусковых свойств дизеля Д-243-648 при работе на смесевом минерально-соевом топливе. Результаты исследований показали, что максимально допустимое содержание соевого масла в дизельном смесевом топливе, при котором обеспечивается надежный пуск дизеля при нормальных температурных условиях (20 °С), составляет не более 30%. Применение смесевое топлива с содержанием соевого масла менее 30% обеспечивает пуск дизеля и при более низких температурах окружающего воздуха.

Экспериментальные исследования показывают, что прогретый автотракторный дизель может работать на смесевом минерально-соевом топливе с любым соотношением биологического и минерального компонентов. Однако с увеличением доли биологического компонента (соевого масла) в смесевом топливе происходит ухудшение мощностных и топливно-экономических показателей дизеля. Поэтому использование дизельного смесевоего топлива (ДСТ) с содержанием соевого масла более 50% не рекомендуется ввиду небольшого снижения эффективной мощности дизеля и существенного увеличения удельного эффективного расхода топлива. Экологические показатели дизеля при увеличении содержания биологического компонента в смесевом топливе, напротив, улучшаются, но при превышении более 50% соевого масла в ДСТ происходит ухудшение и данных показателей. Ухудшение мощностных и топливно-экономических показателей дизеля обусловлено тем, что соевое масло обладает по сравнению с нефтяным дизельным топливом (ДТ) повышенными значениями вязкости и плотности, пониженными значениями цетанового числа и низшей теплоты сгорания, а также высоким содержанием растворенного кислорода. Поэтому научный и практический интерес представляет оценка пусковых свойств дизеля при его работе на смесевом минерально-соевом топливе [1, 2].

Процесс пуска дизеля Д-243-648 смоделирован с использованием программы Дизель-РК при его работе на эталонном нефтяном ДТ, товарном нефтяном ДТ марки Л-0,2-62 и смесевом минерально-соевом топливе с процентным соотношением минерального и биологического компонентов 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50.

Расчеты показателей дизеля проводились на пусковой частоте вращения коленчатого вала, равной 200 мин^{-1} , при этом температура пуска варьировалась в интервале от минус $15 \text{ }^\circ\text{C}$ до плюс $20 \text{ }^\circ\text{C}$ с шагом $5 \text{ }^\circ\text{C}$. За оценочный показатель пусковых свойств дизеля принята величина максимального давления цикла.

Расчет максимального давления цикла (P_z) выполняли по формуле:

$$P_z = P_c + 5,39 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{m_{vi} \cdot H_{уддс} \cdot (n_1 - 1)}{V_c \cdot 10^{-3}}, \text{ МПа}, \quad (1)$$

где P_c – давление в конце сжатия, МПа; n_1 – показатель политропы сжатия; m_{vi} – общая масса топлива, испарившегося за период задержки воспламенения, кг; $H_{уддс}$ – низшая теплота сгорания смесового топлива, МДж/кг; V_c – объем камеры сжатия, м^3 .

В свою очередь, низшая теплота сгорания ДСТ рассчитывалась по выражению:

$$H_{уддс} = 34,013 \cdot 10^{-2} \cdot (C_1 \cdot K_1 + C_2 \cdot K_2) + 125,6 \cdot 10^{-2} \cdot (H_1 \cdot K_1 + H_2 \cdot K_2) - 10,9 \cdot 10^{-2} \cdot [(O_1 \cdot K_1 + O_2 \cdot K_2) - (S_1 \cdot K_1 + S_2 \cdot K_2)] - 2,512 \cdot 10^{-2} [9 \cdot (H_1 \cdot K_1 + H_2 \cdot K_2) + (W_1 \cdot K_1 + W_2 \cdot K_2)], \text{ МДж/кг}, \quad (2)$$

где S_1, S_2 – содержание серы в минеральном ДТ и соевом масле, W_1, W_2 – содержание воды в минеральном ДТ и соевом масле.

В соответствии с требованиями ГОСТ 305-2013 летнее ДТ рекомендуется применять при температуре окружающего воздуха не ниже минус 5 °С. При более низкой температуре возникают проблемы с пуском дизеля, вызванные ухудшением прокачиваемости топлива через узлы и агрегаты топливной системы вследствие образования кристаллов парафиновых углеводородов [3]. Поэтому условно принимаем, что для обеспечения пуска дизеля должно выполняться условие

$$P_z \geq 3,5, \quad (3)$$

где P_z – расчетное максимальное давление цикла при работе дизеля на исследуемых топливах, МПа; 3,5 – количественное значение максимального давления цикла при работе дизеля на эталонном ДТ при температуре окружающего воздуха минус 5 °С, МПа.

Результаты расчетов максимального давления цикла приведены в таблице 1.

Из анализа данных таблицы 1 следует, что товарное ДТ удовлетворяет условию $P_z \geq 3,5$ даже при минус 10 °С ($3,57 \text{ МПа} \geq 3,5 \text{ МПа}$). Смесовое топливо состава 90:10 может обеспечить пуск дизеля при температуре до 0 °С. Смесовое

топливо с содержанием 20% соевого масла обеспечивает пуск дизеля при температуре не ниже 5 °С. Добавление в товарное ДТ 30% соевого масла может обеспечить пуск дизеля только при температуре 15 °С и выше. Дальнейшее увеличение в ДСТ содержания соевого масла приводит к тому, что смесевое топливо с соотношением компонентов 60:40 и 50:50 не удовлетворяют условию $P_z \geq 3,5$ даже при 20 °С.

Таблица 1 – Результаты расчетов максимального давления цикла при работе дизеля на эталонном дизельном топливе по ГОСТ 305-2013, товарном дизельном топливе Л-0,2-62 и смесевом минерально-соевом топливе

Вид топлива	Максимальное давление цикла, МПа							
	Температура топлива, °С							
	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
Эталонное нефтяное дизельное топливо по ГОСТ 305-2013	3,27	3,40	3,5	3,61	3,68	3,79	3,91	3,99
Товарное нефтяное дизельное топливо Л-0,2-62	3,43	3,57	3,68	3,78	3,85	4,0	4,14	4,21
Дизельное смесевое топливо 90:10	3,18	3,28	3,42	3,50	3,64	3,77	3,88	3,96
Дизельное смесевое топливо 80:20	2,99	3,11	3,25	3,34	3,50	3,57	3,68	3,74
Дизельное смесевое топливо 70:30	2,81	2,98	3,09	3,16	3,27	3,38	3,49	3,55
Дизельное смесевое топливо 60:40	2,64	2,86	2,95	3,03	3,15	3,24	3,31	3,37
Дизельное смесевое топливо 50:50	2,62	2,76	2,83	2,90	3,0	3,10	3,16	3,21

Таким образом, максимально допустимое содержание соевого масла в ДСТ, при котором обеспечивается надежный пуск дизеля при нормальных температурных условиях (20 °С), составляет не более 30%. Применение смесевое топлива с содержанием соевого масла менее 30% обеспечивает пуск дизеля и при более низких температурах. Так, смесевое топливо с содержанием 20% соевого масла обеспечивает пуск дизеля при температуре до 5 °С, с содержанием 10% – до 0 °С. Использование смесевое топлива с содержанием соевого масла более 30% для пуска холодного дизеля не рекомендуется даже при нормальных температурных условиях, для этого необходимо в топливной системе предусмотреть подогрев ДСТ. Для приготовления минерально-соевого топлива непосредственно на «борту» автотракторной техники разработаны различные смесители

соевого масла и нефтяного ДТ, а также двухтопливная система питания дизеля [4-10].

Библиографический список

1. Уханов, А.П. Адаптация тракторного дизеля к работе на смесевом топливе / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.А. Хохлова // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 10. – С. 14-16.

2. Уханов, А.П. Исследование свойств биологических компонентов дизельного смесевоего топлива / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, И.Ф. Адгамов // Нива Поволжья. – 2014. – № 1 (30). – С. 92-98.

3. Артемов, И.И. Эксплуатационные материалы: Учебник / И.И. Артемов, Ю.В. Гуськов, А.П. Уханов. – Пенза: Инф.-изд. центр ПГУ, 2006. – 414с.

4. Патент 2503491 РФ, МПК В 01 F 5/06. Смеситель минерального топлива и растительного масла с активным приводом / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.А. Сидоров, Е.А. Хохлова. – №2012128420/05; Заяв. 05.07.2012; Оpubл. 10.01.2014, Бюл. №1.

5. Патент 2426588 РФ, МПК В 01 F 5/06. Смеситель-дозатор топлива / А.П. Уханов, В.А. Голубев, Е.С. Зыкин. – №2009141463/05; Заяв. 09.11.2009; Оpubл. 20.08.2011, Бюл. № 23.

6. Патент 2377060 РФ, МПК В 01 F 5/06. Смеситель минеральных и растительных композиций моторного топлива / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Иванов, В. А. Рачкин. – № 2007149172/15; Заяв. 28.12.2007; Оpubл. 27.12.2009, Бюл. № 36.

7. Патент 2486949 РФ, МПК В 01 F 5/06. Смеситель-фильтр минерального топлива и растительного масла / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, В.В. Крюков, Е.А. Сидоров, Е.Д. Година. – № 2012113657/05; Заяв. 06.04.2012; Оpubл. 10.07.2013, Бюл. № 19.

8. Устройства для конструктивной адаптации дизелей автотракторной техники к работе на биоминеральном топливе / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.А. Хохлова, А.А. Хохлов // Известия Самарской ГСХА. – 2016. – Вып.2. – С. 34-40.

9. Патент 2387867 РФ, МПК F 02 M 43/00. Двухтопливная система тракторного дизеля / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Рачкин, В. А. Иванов. – №2008138726/06; Заяв. 29.09.2008; Оpubл. 27.04.2010, Бюл. № 12.

10. Патент 2465478 РФ, МПК F 02 D 19/08, F 02 M 43/00. Двухтопливная система питания дизеля / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, В.В. Крюков, Д.С. Шеменев. – №2011128953/06; Заяв. 12.07.2011; Оpubл. 27.10.2012, Бюл. №30.

Evaluation of starting properties of diesel D-243 - 648 at work on mineral-soy fuel

Ukhanova Yu.V., Gorbacheva S.V., Perova N.A., Ukhanov A.P.

Key words: diesel, mineral fuels, soybean oil, mixed diesel fuel, mineral-salt fuel, the startability of.

Abstract. In the article the estimation of the starting properties of diesel D-243-648 when working in mixed mineral-soy fuel. The results of the research showed that the maximum permissible content of soybean oil in the diesel mixture top-line, which provides a reliable start of the diesel under normal temperature conditions (20 °C), is not more than 30%. The use of a mixed fuel with a soybean oil content of less than 30% ensures the start of the diesel engine and at lower ambient temperatures.

УДК 631.31

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ДЕТАЛЕЙ

Яковлев С. А.,

кандидат технических наук, доцент
Тел. 8(8422)55-95-97, Jakseal@mail.ru