

БЕЗМОТОРНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ

П. В. ГНЕВАШЕВ, аспирант

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

ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация

Введение. Как известно, важными эксплуатационными характеристиками являются: цетановое число (ЦЧ), содержание серы, низшая теплота сгорания и некоторые другие. Для определения эксплуатационных свойств дизельных двигателей в настоящее время используют моторные установки, в которых выходные параметры измеряются при сжигании топлива. В данном направлении проведено значительное число исследований, где в качестве топлива применяли смеси дизельного топлива (ДТ) со спиртами, растительными маслами и др. [1–3]. Недостатками таких способов является то, что они трудоемки, требуют сложного лабораторного оборудования и не позволяют оценить эксплуатационные свойства дизельного топлива по месту эксплуатации. Некоторые исследователи используют безмоторные экспресс-методы (БЭМ) оценки эксплуатационных характеристик топлив, в которых устанавливаются корреляционные зависимости между физико-химическими показателями и эксплуатационными свойствами [4–6]. Среди таких показателей можно перечислить следующее: диэлектрическая проницаемость, показатель преломления, бензольный индекс и др. Преимущества таких методов перед моторными в том, что благодаря им можно прогнозировать эксплуатационные характеристики работы ДВС без сжигания топлива.

Развитие науки и техники неразрывно связано с использованием симптоматики. Показатели протекания процессов бывает затруднительно в связи с их трудоемкостью, поэтому некоторые параметры определяются опосредованно по другим свойствам. Эмпирическим путём устанавливаются зависимости нужных параметров от тех параметров, которые можно измерить простыми способами. Часто такие методы используются при диагностике неисправностей в машинах и агрегатах.

Большой спектр эксплуатационных параметров двигателя можно определить по содержанию углеводов, оксидов углерода, двуокс-

идов углерода, кислорода в выхлопных газах с помощью газоанализаторов.

В работах Б. В. Скворцова, Е. А. Силова, А. В. Солнцева была исследована диэлектрическая проницаемость стандартных бензинов и стандартных дизельных топлив [4]. Было выявлено, что диэлектрическая проницаемость связана с октановым числом бензинов, и показано, что при ее увеличении ОЧ бензина увеличивается. Для дизельных же топлив была установлена связь диэлектрической проницаемости с цетановым числом (ЦЧ). ЦЧ дизельного топлива увеличивается при уменьшении диэлектрической проницаемости.

В работе зарубежных авторов было показано, что ЦЧ зависит от анилиновой точки [5]. Для установления корреляционной зависимости были использованы данные по 257 образцам дизельного топлива. Установлено, что анилиновая точка имеет удовлетворительные статистические характеристики. Метод анилиновой точки также известен, как метод определения содержания ароматических углеводородов в нефтепродуктах ГОСТ 12329-77.

В работе [6] было показано, что с помощью рефрактоденсиметрического метода можно оценить ОЧ бензинов.

Основная часть. Для исследования были подготовлены смеси дизельного топлива с рапсовым маслом. Массовая доля рапсового масла в смеси варьировалась от 0 % до 50 %. Для каждого образца измерялась плотность d и показатель преломления n_D^{20} . Измерения проводились при температуре окружающей среды 20 °С. Плотность определялась с помощью пикнометра ПЖ-2-25 и лабораторных весов VIBRAAJH-620CE по ГОСТ 3900-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности». Расчет производился по формуле:

$$d = ((m_{\text{пс}} - m_{\text{пн}})0,99703)/(m_{\text{нд}} - m_{\text{пн}}), \quad (1)$$

где $m_{\text{пс}}$ – масса пикнометра со смесью;

$m_{\text{пн}}$ – масса пустого пикнометра;

$m_{\text{нд}}$ – масса пикнометра с дистиллированной водой;

0,99703 – значение относительной плотности воды при 20 °С с учетом плотности воздуха.

Показатель преломления образцов измерялся с помощью рефрактометра ИРФ-4546. Так как показатель преломления и плотность зависят от температуры и давления, при которых проводится измерение, то для экспресс-методов оценки эксплуатационных свойств предпочтительно использовать не сами эти величины, а их функцию – удельную

рефракцию Лорентца-Лоренца sR , которая практически не зависит от внешних условий: температуры окружающей среды и давления.

$$sR = (n^2-1)/(n^2+2)d. \tag{2}$$

В результате измерений были получена зависимость показателя преломления n_D^{20} и плотности d от содержания рапсового масла в смеси (таблица).

Зависимость показателя преломления n_D^{20} и плотности d от содержания рапсового масла в смеси

% рапсового масла в смеси	Плотность смеси, d	Коэффициент преломления, n_D^{20}
0	0,823	1,4592
5	0,828	1,4596
10	0,831	1,4607
15	0,836	1,461
20	0,84	1,4617
25	0,845	1,4625
30	0,85	1,4631
35	0,854	1,4638
40	0,859	1,4641
45	0,862	1,465
50	0,868	1,4657

По данным плотности и показателя преломления с использованием формулы (1) был построен график удельной рефракции Лорентца-Лоренца (рис. 1).

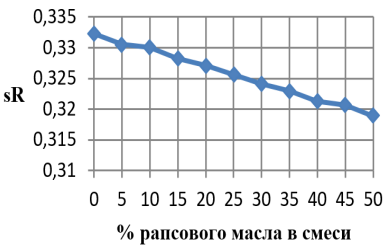


Рис. 1. Удельная рефракции смеси в зависимости от содержания рапсового масла

Заключение. Наличие зависимости удельной рефракции от содержания рапсового масла, позволяет разработать экспресс метод опреде-

ления состава произвольно взятой смеси. Если зависимость эксплуатационных свойств двигателя от содержания рапсового масла предварительно известна, можно сделать оценку эффективности использования данной смеси. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Некоторые выходные показатели работы ДВС на альтернативных топливах могут существенно зависеть от измеренных в ходе эксперимента, что позволяет найти корреляционные зависимости между ними.

2. В качестве экспресс-метода оценки эксплуатационных свойств двигателя можно использовать удельную рефракцию, так как она проста в определении, не зависит от внешних условий и позволяет использовать ее на месте эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Создание и исследование свойств многокомпонентных биотоплив для тракторных дизелей / С.А. Плотников [и др.] //Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – № 6. – С. 6–12.
2. Оценка регулировочных показателей двигателя сельскохозяйственных транспортных средств при применении многокомпонентных биотоплив / С. А. Плотников [и др.]. // Вестник РГАТУ. – 2021. – № 1. – С. 149–155.
3. Determining of optimum operation modes of a diesel engine with a multicomponent bio-fuel composition / S.A. Plotnikov [et al. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2021. – № 012014.
4. Определение взаимосвязи показателей детонационной стойкости с электродинамическими параметрами углеводородных топлив на основе статистического моделирования компонентного состава / Б. В. Скворцов, Е. А. Силов, А. В. Солнцева // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. Академика С. П. Королева. – 2010. – № 1. – С. 166–173.
5. Ladommatos, N. Equations for predicting the cetane number of diesel fuels from their physical properties / N. Ladommatos, J. Goacher // Fuel. – 1995. – Vol. 74, Nr. 7. – P. 1083–1093.
6. Рефракто-денсиметрический метод контроля автомобильных бензинов на соответствие нормативам евро-4 и -5 по суммарному содержанию ароматических углеводородов и содержанию кислорода / И. И. Табрисов, Р. Б. Султанова, В. Ф. Николаев // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 9. – С. 228–232.

Аннотация. В результате исследований для определения эксплуатационных свойств предложено использовать корреляционные зависимости на основе показателя преломления и плотности альтернативного топлива.

Ключевые слова: двигатель, альтернативное топливо, экспресс анализ, эксплуатационные свойства, удельная рефракция.