

УДК 621.43.013

РАСЧЕТНЫЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА
СМЕСЯХ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И МЕТИЛОВОГО ЭФИРА
ЖИРНЫХ КИСЛОТ РАПСОВОГО МАСЛА

DESIGN AND EXPERIMENTAL STUDIES OF THE DIESEL
WORKING PROCESS WORKING ON THE MIXTURES OF DIESEL
FUEL AND METHYL ETHER OF FATTY ACIDS OF RAPE OIL

Г.М. Кухаренок, д-р техн. наук, проф.,

А.Н. Петрученко, канд. тех.наук, доц.

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

G. Kukharonak, Doctor of technical Sciences, Professor,
A. Petruchenka, Ph.D. in Engineering, Associate Professor
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Выполнен комплекс расчётных и экспериментальных исследований рабочего процесса дизеля 4ЧН 11×12,5 при применении смесей дизельного топлива и метилового эфира жирных кислот рапсового масла. Отмечено незначительное изменение показателей работы дизеля при содержании в смеси метилового эфира до 5% по массе.

A set of computational and experimental studies of the working process of a diesel engine 4 ЧН 11×12.5 with the use of mixtures of diesel fuel and rapeseed oil methyl ester of rapeseed oil is carried out. A slight change in the performance of the diesel engine with a content of a methyl ether mixture of up to 5% by mass was noted.

ВВЕДЕНИЕ

Относительная ограниченность запасов нефти, обострение экологических проблем ужесточают требования к экологическим и потребительским свойствам топлив, что определяет актуальность исследований и разработок, направленных на диверсификацию сырьевой базы, поиск эффективных и экологически чистых топлив из нетрадиционных источников сырья, так называемых альтернативных моторных топлив.

Секция «ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ»

Среди альтернативных нефтепродуктов наиболее перспективным считается биодизельное топливо на основе метилового эфира жирных кислот рапсового масла (МЭРМ). Это обусловило актуальность расчетно-экспериментальных работ по поиску эффективных методов использования МЭРМ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основу математической модели составляют первое начало термодинамики, совместно с уравнениями, моделирующими процесс тепловыделения с использованием дифференциальной характеристики процесса топливоподачи. Это позволяет учитывать элементный состав и теплофизические свойства топлива.

Моделировалась работа дизеля 4ЧН 11×12,5. для режима номинальной мощности при неизменных регулировочных и конструктивных параметрах. Концентрация МЭРМ в дизельном топливе составляла 2,5%, 5%, 10%, 20%, 30%, 50% и 75%. Содержание МЭРМ в смеси определялось по массе. Оценивались мощностные и топливно-экономические показатели дизеля.

По мере роста концентрации МЭРМ в дизельном топливе увеличивается максимальное давление цикла (рис.). При концентрации МЭ до 10% прирост максимального давления – менее 1%. Дальнейшее увеличение содержания МЭРМ ведет к интенсивному росту максимального давления. Наиболее высокая величина максимального давления соответствует работе дизеля на “чистом” МЭРМ, увеличение максимального давления составляет 18%. При этом экстремальное значение давления достигается на 2 град ПКВ раньше по сравнению с нефтяным дизельным топливом.

Увеличение концентрации МЭРМ ведет к росту максимальной температуры цикла. При концентрации МЭРМ в смесевом топливе до 10 % максимальная температура цикла практически не меняется.

Рост максимальной температуры при использовании в качестве топлива “чистого” МЭРМ менее 10%, при этом этот максимум достигается на 6 град ПКВ раньше по сравнению с дизельным топливом. Увеличение концентрации МЭРМ ведет к уменьшению периода между моментами достижения максимального давления и максимальной температуры цикла.

Испытания проводились на дизеле Минского моторного завода Д-245С, укомплектованном топливным насосом РР4М10Р1f-3480 и

Секция «ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ»

турбокомпрессором С14 27. Двигатель был установлен на стенде, оборудованном в соответствии с ГОСТ 18509-88.

Испытания дизеля Д-245С проводились при неизменных регулировках топливного насоса и угла опережения впрыскивания топлива. Показатели дизеля определены на номинальном режиме и режиме максимального крутящего момента. Результаты прямых и косвенных измерений приведены в таблицах 1, 2.

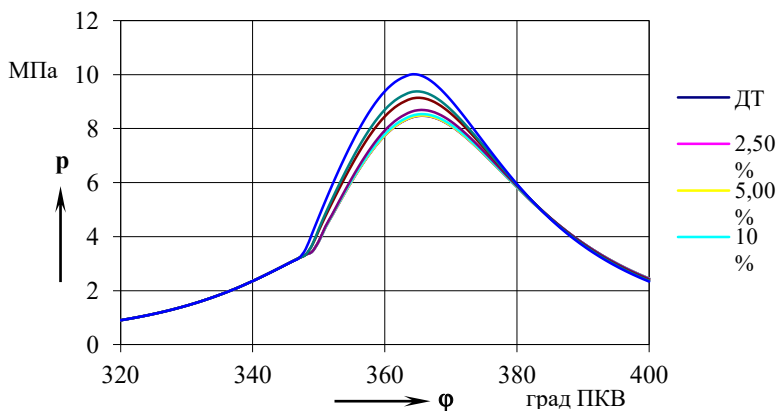


Рисунок – Расчетные индикаторные диаграммы дизеля, работающего на топливе, содержащем различное количество МЭРМ

Анализ результатов приведенных в таблицах 1, 2 показывает, что при работе дизеля на смесевом топливе с содержанием МЭРМ 5% мощностные и экономические показатели практически не меняются.

Дальнейшее увеличение концентрации МЭРМ в смесевом топливе ведет к снижению мощности и увеличению расхода топлива. При работе дизеля на 10% смеси для режима номинальной мощности уменьшение эффективной мощности составляет ~1 %, увеличение расхода топлива ~1,5%, на режиме максимального крутящего момента эти же показатели снижаются на ~2%.

При работе дизеля на 50% смеси снижение эффективной мощности составляет ~5%, а расход топлива возрастает до ~7%. Это обусловлено уменьшением теплотворности смеси.

Увеличение концентрации МЭРМ в смесевом дизельном топливе ведет к росту коэффициента избытка воздуха. Для исследованных смесей этот показатель возрастает в среднем на 0,05 при работе на

Секция «ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ»

режиме номинальной мощности и максимального крутящего момента. Наличие 5% МЭРМ в смеси практически не изменяет величину этого показателя.

Таблица 1 – Показатели дизеля Д-245С, работающего на ДТ и смесевых топливах на режиме номинальной мощности (2200 мин⁻¹)

Топливо	Мк, Н·м	Ne, кВт	Gt кг/ч	ge, г/кВт×ч	α
ДТ	343	78,79	17,19	218,8	1,65
5% МЭРМ	342	78,56	17,33	219,9	1,65
10% МЭРМ	335	77,64	17,37	223,7	1,66
20% МЭРМ	334	76,95	17,5	227,4	1,66
30% МЭРМ	328	75,93	17,66	232,5	1,67
50% МЭРМ	310	74,87	17,66	235,8	1,71

Таблица 2 – Основные показатели дизеля Д-245С, работающего на ДТ и смесевых топливах на режиме максимального крутящего момента (1400 мин⁻¹)

Топливо	Мк, Н·м	Ne, кВт	Gt кг/ч	ge, г/кВт×ч	α
ДТ	404,3	57,9	12,85	221,9	1,32
5% МЭРМ	394,2	57,79	12,92	223,5	1,32
10% МЭРМ	387	56,73	12,83	226,2	1,34
20% МЭРМ	385	56,44	12,94	229,2	1,34
30% МЭРМ	383	55,71	13,016	233,6	1,35
50% МЭРМ	380	55,18	13,015	238,4	1,37

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рост концентрации метилового эфира в смесевом топливе ведет к снижению среднего индикаторного давления и увеличению расхода топлива. Снижение среднего индикаторного давления и увеличение удельного индикаторного расхода топлива при работе на 10% смеси соответственно составляет 0,2% и 1,1%.

Выбором рациональной величины угла опережения впрыска и цикловой подачи топлива может быть достигнуто снижение динамических показателей процесса сгорания до уровня работы на нефтяном дизельном топливе.

При содержании МЭРМ в смесевом топливе до 5% мощностные и экономические показатели, дизеля практически не меняются по сравнению с дизельным топливом.