

Д.В. ЛИЧМАН, Д.Д. ЛЬВОВ, А.А.ПРОХОРЕНКО, канд. тех. наук
(г.Харьков)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СГОРАНИЯ РАПСОВОГО МАСЛА В ЦИЛИНДРЕ ДИЗЕЛЯ

На основі енерго-ексергетичного методу проведено аналіз індикаторних діаграм дизельного двигуна 4ЧН12/14 який працював на суміші дизельного палива та рапсового масла.

On the basis of energo-eksergetik method the analysis of indicator-diagrams of diesel engine is conducted 4ЧН12/14 which worked on mixture of fuel-oil and rapeoil.

Жесткие современные требования к экологическим показателям двигателя, а также истощение месторождений нефти и рост цен на нефтепродукты вынуждают к поиску альтернативных топлив для ДВС. К альтернативным относят топлива, не являющиеся продуктами переработки нефти и традиционные нефтяные топлива, модифицированные различными добавками. В работе, в качестве объекта исследований использовано топливо, содержащее различный процент рапсового масла в смеси с дизельным топливом, а также этиловый эфир рапсового масла.

Для исследования применен энерго-эксергетический метод, который позволил провести качественный анализ процесса подвода теплоты в действительном рабочем цикле дизеля, оценить уровень работоспособной части подведенной теплоты, выявить резервы повышения теплоиспользования при применении топлив различного состава.

Энерго - эксергетический метод позволяет провести качественный анализ энергетических потоков в цилиндре двигателя, оценить уровень потерь эксергии в процессе сгорания на различных режимах работы двигателя, а значит, выявить резервы увеличения теплоиспользования [1,2,3,4].

В статье [4] рассмотрен вопрос о влиянии характера теплоподвода к рабочему телу и теплоотвода в окружающую среду на формирование эксергии теплоты в круговом процессе.

В данной работе была поставлена задача энерго - эксергетического анализа действительного рабочего цикла дизеля на основе обработки индикаторных диаграмм, полученных экспериментальным путем, для определения относительного количества эксергии и анергии в выделившейся теплоте при сгорании топлива различного состава.

Методика энерго-эксергетического метода анализа рабочего цикла дизеля при его работе на дизельном топливе приведена в работе [5].

Основные положения этой методики следующие:

1. Относительное количество эксергии рабочего тела и максимальный КПД определяются разницей между относительным количеством теплоты x , выделившегося при сгорании топлива и относительным количеством энергии рабочего тела в цилиндре двигателя x_a

$$x_e = \eta_{\max} = x - x_a. \quad (1)$$

2. Для упрощения расчетов, в силу малости величины, можно принять элементарное приращение количества энергии рабочего тела вследствие массообмена $\delta A_M = 0$. При этом погрешность вычисления не превышает 1,5% от погрешности методики, где $\delta A_M \neq 0$.

3. В связи с тем, что выделяющееся при сгорании топлива за один цикл относительное количество теплоты x определено с погрешностью до 1%, приведем эксергию в виде относительной величины x_e / x .

На основе такой методики анализа произведены расчеты для двух режимов работы дизеля 4ЧН12/14 при максимальной нагрузке ($n = 1500 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$). Индикаторные диаграммы, которые являются исходными данными для расчетов, получены экспериментальным путем. Исходные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

№ индикаторной диаграммы	$n, \text{ мин}^{-1}$	$N_e, \text{ кВт}$	α	$G_e, \text{ г/(кВт·ч)}$	$G_b, \text{ л/с}$	$G_t, \text{ кг/ч}$	Вид топлива
12D	1994	111	2,32	224,44	179	24,912	ДТ
21DTR	1997	111	2,3138	232,55	179	26,046	75%ДТ+25%РМ
2DTR	1989	111,4	2,2095	240,81	172	26,826	50%ДТ+50%РМ
12DTR	1990	112,4	2,2474	249,2	177	28,011	25%ДТ+75%РМ
5EE	1989	111,9	2,2476	259,3	178	29,015	ЭЭРМ
17D	1500	100	1,7551	224,44	122	22,444	ДТ
26DTR	1498	99,7	1,8133	232,55	126	23,185	75%ДТ+25%РМ
7DTR	1500	98,3	1,8197	240,81	125	23,671	50%ДТ+50%РМ
16DTR	1500	101,1	1,7363	249,2	123	25,195	25%ДТ+75%РМ
9EE	1500	100,1	1,7362	259,3	123	25,956	ЭЭРМ

ДТ – дизельное топливо; РМ – рапсовое масло; ЭЭРМ – этиловый эфир рапсового масла.

На рис. 1, 2, 3 и 4 приведены относительная скорость тепловыделения и относительное количество теплоты, выделившейся при сгорании топлива различного состава, полученные на основе обработки опытных индикаторных диаграмм.

На рис. 5, 6 и 7 приведены результаты расчетов по указанной выше методике энерго-эксергитического анализа. Из рисунков видно, что относительное количество эксергии рабочего тела не зависит от вида топлива и содержания в нем рапсового масла.

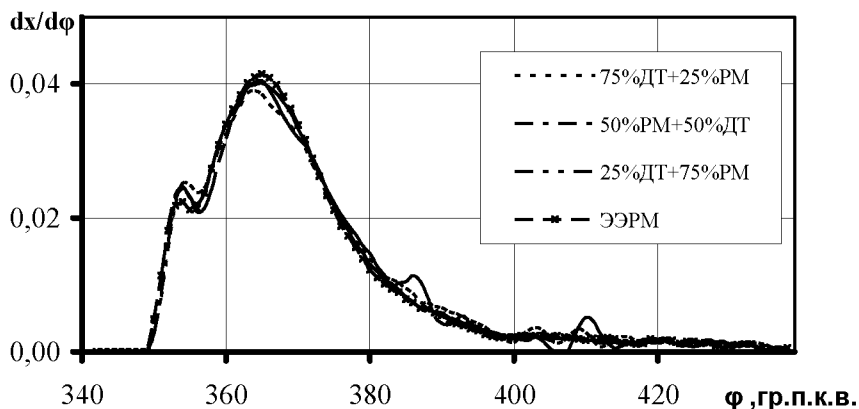


Рисунок 1 – Относительная скорость тепловыделения при $n=2000 \text{ мин}^{-1}$

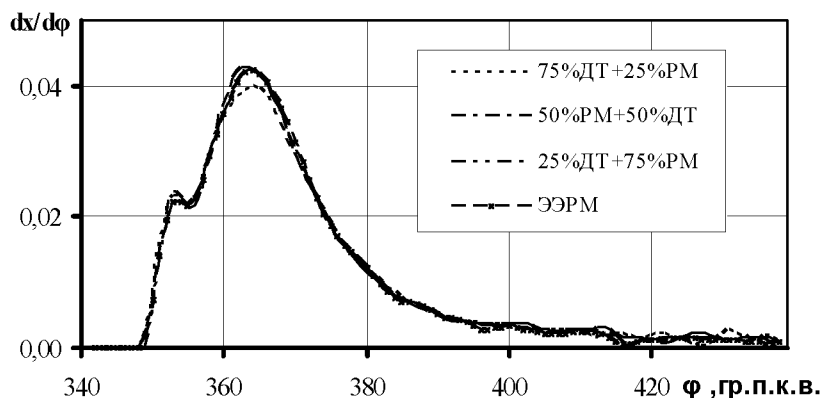


Рисунок 2 – Относительная скорость тепловыделения при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$

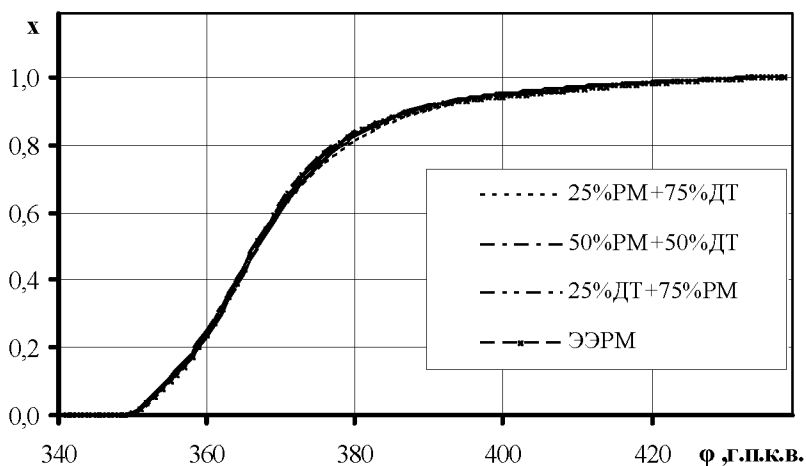


Рисунок 3 – Относительное количество теплоты, выделившееся при сгорании топлива при $n=2000 \text{ мин}^{-1}$

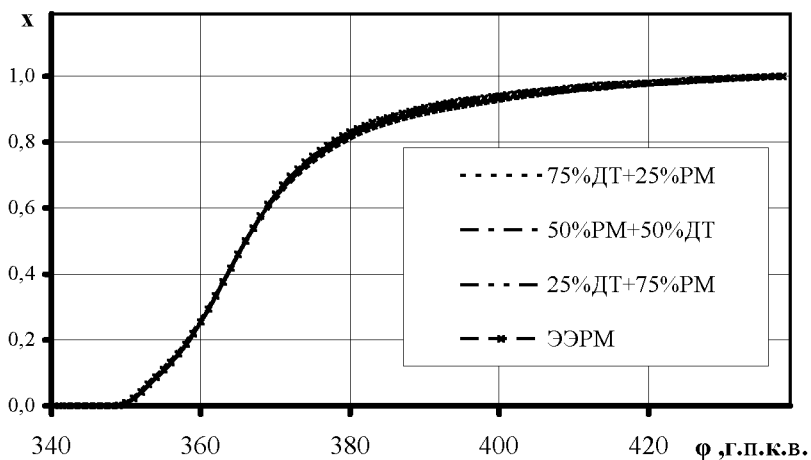


Рисунок 4 – Относительное количество теплоты, выделившееся при сгорании топлива при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$

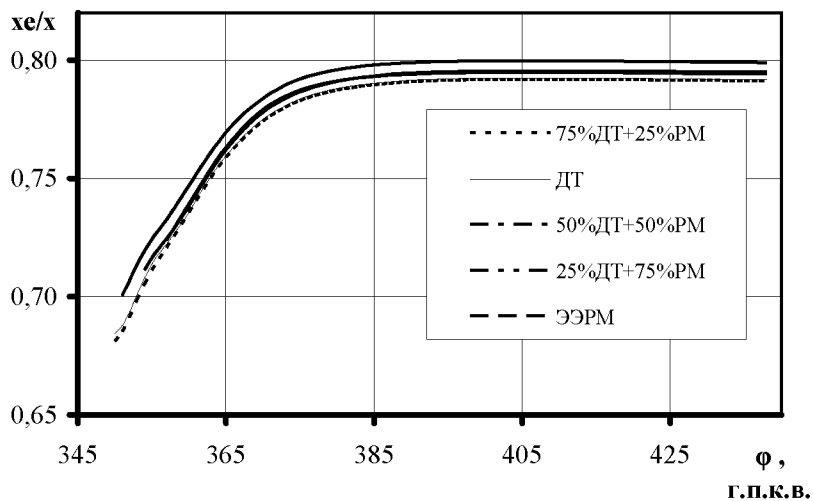


Рисунок 5 – Относительное количество эксергии рабочего тела
дизеля при $n=2000 \text{ мин}^{-1}$

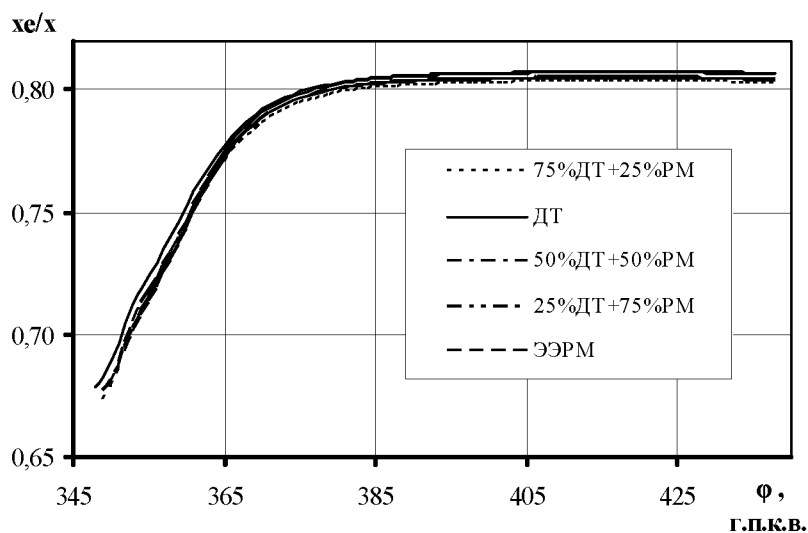


Рисунок 6 – Относительное количество эксергии рабочего тела
дизеля при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$

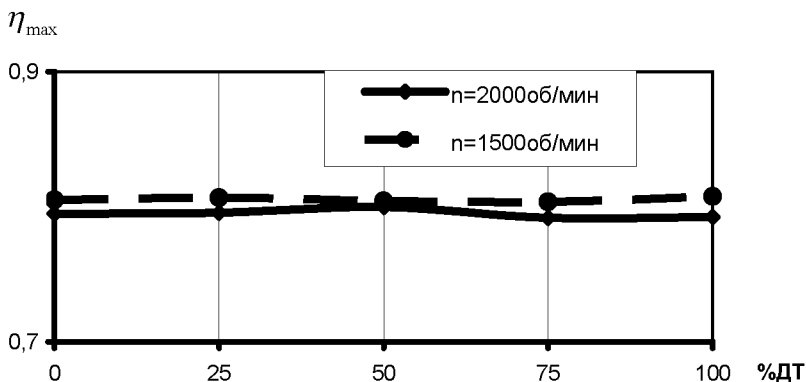


Рисунок 7 – Зависимость относительного количества эксергии рабочего тела от состава смеси

Обобщая приведенные в работе результаты, можно отметить, что:

- величина $(x_e / x)_{\max}$ определяет предел значений эффективного КПД η_e двигателя. Очевидно, что этот предел, может быть достигнут усовершенствованием конструкции двигателя и повышением эффективности рабочего процесса за счет теплоиспользования.
- при использовании смеси топлива различного состава, значение $(x_e / x)_{\max}$ лежит в пределах 0,79...0,80 (рис.7), для режима $n=2000$ мин⁻¹ и 0,8...0,81 для $n=1500$ мин⁻¹. Это подтверждает, что относительное количество работоспособной теплоты, выделившейся при сгорании топлива, не зависит от типа смесового топлива.

Список литературы: 1. *Шокотов Н.К.* Основы термодинамической оптимизации транспортных дизелей. - Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1980. - 120 с. 2. *Шокотов Н.К.* Механизм возникновения потерь работоспособности в цилиндре дизеля // Двигатели внутреннего сгорания. - Харьков, 1977. - №26. - С. 18 - 23. 3. *Шокотов Н.К.* Оптимальная степень сжатия и потери эксергии на участке горения в дизеле с наддувом // Двигатели внутреннего сгорания. Харьков, 1977. - №26. - С.23 - 29. 4. *Шокотов Н. К., Марченко А.П.* Эксергия и закон подвода теплоты // Двигатели внутреннего сгорания. – Харьков: НТУ «ХПИ», 1993. -№53. – С.3 - 10. 5. *Прохоренко А А., Кувика М.Н.* Энерго – эксергитический анализ действительного рабочего цикла дизеля // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 1997 – С.157 - 165.

Поступила в редколлегию 30.05.07