

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

С.П. Кулманаков, А.И. Балашов, С.С. Кулманаков

Рассматриваются показатели рабочего процесса и токсичности дизеля при использовании биотоплива, произведенного из рапсового масла. Для снижения экономических затрат при производстве топлив были использованы различные технологии изготовления. Полученные продукты имеют различный химический состав. Приводятся данные о влиянии состава биотоплива на протекание рабочего процесса и образование вредных веществ.

Для увеличения энергетической независимости регионов, не обладающих на своей территории ископаемым топливом, постоянно ведутся поиски альтернативных возобновляемых источников энергии, прежде всего для двигателей внутреннего сгорания.

Одним из перспективных направлений в этой области является применение рапсового масла. Одним из основных направлений его использования является переработка рапсового масла в эфиры жирных кислот, которые по своим физико-химическим свойствам значительно ближе к нефтяному дизтопливу по сравнению с чистым рапсовым маслом [1, 2].

Администрацией Алтайского края принято постановление об организации производства биотоплива в Алтайском крае «Рапс – биодизель».

При производстве биотоплива возникает вопрос согласования уменьшения стоимости его изготовления и обеспечения удовлетворительных показателей экономичности и ограничения вредных выбросов при использовании в двигателях внутреннего сгорания.

Исследования по отработке технологии получения биодизельного топлива проводились Бийским олеумным заводом, готовые продукты испытывались в лаборатории кафедры ДВС Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

В ходе испытаний регистрировались: крутящий момент; частота вращения; температура отработавших газов; температура топлива в основной магистрали ТНВД; расход воздуха; расход топлива; контрольные параметры двигателя, а также содержание вредных выбросов в отработавших газах.

Проводились испытания двух опытных образцов биотоплива (таблица 1). В качестве образцового топлива использовался метиловый эфир рапсового масла, соответствующий стандарту Европейского Союза LST EN 14214:2003, изготовленный в Литве.

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 4 2007

Таблица 1
Физико-химические свойства опытных образцов метилового эфира

№ п/п	Определяемый параметр	Образец №1 МЭРМ	Образец №2 МЭРМ
1	Кинематическая вязкость при 20°C, мм ² /сек	8,36	8,7
2	Температура вспышки в закрытом тигле, °C	90	88
3	Температура застывания, °C	-13	-
4	Сульфатная зола, %	0,009	0,003
5	Массовая доля мех.примесей, %	отс.	0,002
6	Массовая доля воды, %	0,17	-
7	Плотность при 15 °C, г/см ³	0,887	0,885
8	Массовая доля метанола, %	0,05	0,13
9	Массовая доля глицерина, %	0,01	0,02
10	Массовая доля КОН (NaOH), %	0,009	0,03
11	Массовая доля АПАВ, %	отс.	-
12	Массовая доля метилового эфира жирных кислот, %	100	82,7
13	Кислотное число, мг КОН/г	-	0,17
14	Йодное число, гI ₂ /100г	-	112,5
15	Массовая доля метилового эфира линоленовой кислоты, %	-	6,4
16	Проба на медной пластине	Выдержив. испыт.	Выдержив. испыт.

На испытания были представлены два опытных образца биотоплива. Основное отличие опытных образцов топлив состоит в разном количестве метилового эфира рапсового масла (МЭРМ) в готовом продукте. Для образца №1 характерно наличие большего

количества МЭРМ и, соответственно, меньшее количество рапсового масла. В образце №2 уменьшено количество МЭРМ и увеличено количество рапсового масла (табл. 1).

Приведенные далее данные показывают результаты сравнительных испытаний при использовании двух опытных образцов биотоплив и стандартного нефтяного дизельного топлива. Различие химического состава данных предопределяет различие протекание рабочего процесса, что подтверждается данными других исследователей [3, 4].

На рис. 1 показано изменение максимального давления сгорания P_z - при работе на образце №1 в области средних и максимальных нагрузок выше, что предопределяется лучшим смесеобразованием и большей скоростью сгорания метилового эфира рапсового масла. На режиме малых нагрузок наблюдается возрастание максимального давления сгорания для образца №2, за счет меньшего значения цетанового числа. Примерно равное значение вязкости и плотности для опытных образцов биотоплив определяет равенство максимального давления впрыска P_i , однако превышающее этот параметр по сравнению со стандартным нефтяным дизтопливом.

Большее значение цетанового числа для биотоплив предопределяет уменьшение периода задержки самовоспламенения, и, соответственно, снижение жесткости процесса $(dP/d\varphi)_{\max}$ (рис. 2). Различие хим.состава образца №1 и образца №2 при анализе жесткости процесса $(dP/d\varphi)_{\max}$ показывает те же закономерности, как и для максимального давления сгорания P_z - увеличение жесткости в области малых нагрузок и уменьшение в области средних и больших нагрузок для образца №2, связанное с меньшим цетановым числом и, соответственно, большим периодом задержки самовоспламенения.

Наличие высококипящих фракций в образце №2 несколько увеличивает продолжительность сгорания. Вследствие затягивания процесса сгорания возрастает температура отработавших газов при использовании образца №2. При этом энергосодержание смеси, характеризуемый коэффициентом избытка воздуха α для образцов №1 и №2 практически совпадает (рис. 3).

Сравнение мощностных и экономических параметров испытанных образцов показывает, что при использовании образца №1 и №2 часовой расход топлива G_r , удельный индикаторный расход топлива g_i и индикаторный КПД η_i практически не изменяются (рис. 4, 5).

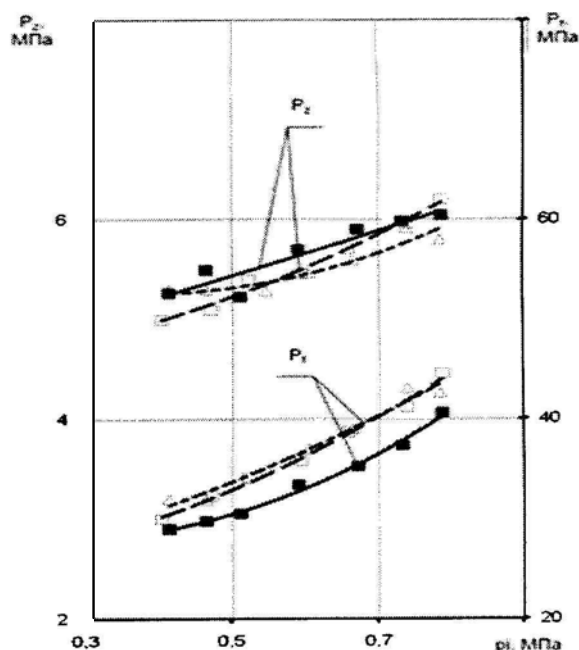


Рис. 1. Максимальное давление газов в цилиндре (P_z) и максимальное давление топлива в трубопроводе высокого давления (P_i): — дизтопливо; — — — образец №1; ······ образец №2

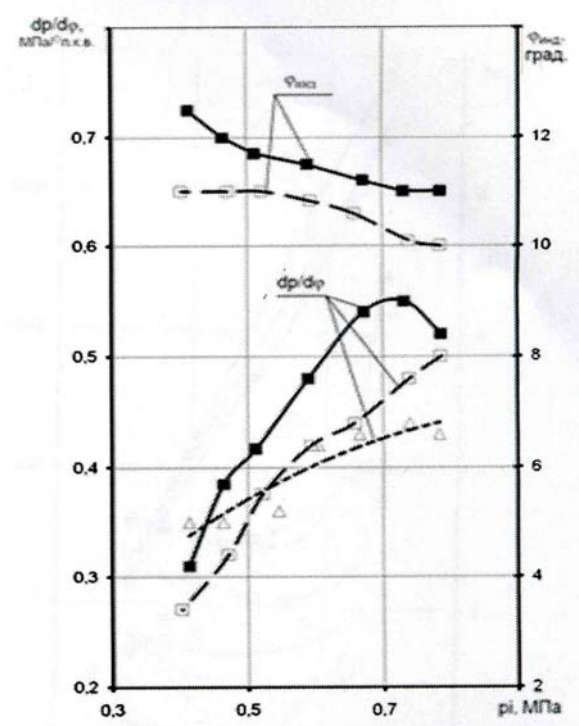


Рис. 2. Максимальная скорость нарастания давления газов в цилиндре ($dp/d\varphi_{\max}$) и угол задержки воспламенения топлива ($\varphi_{\text{инд}}$): — дизтопливо; — — — образец №1; ······ образец №2

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

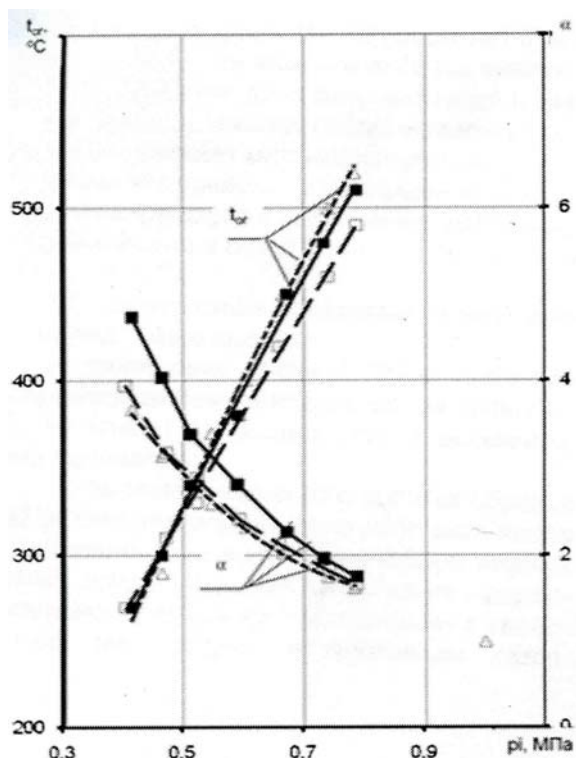


Рис. 3. Температура отработавших газов на выхлопе (t_{or}) и коэффициент избытка воздуха (α): _____ дизтопливо; _____ образец №1; _____ образец №2

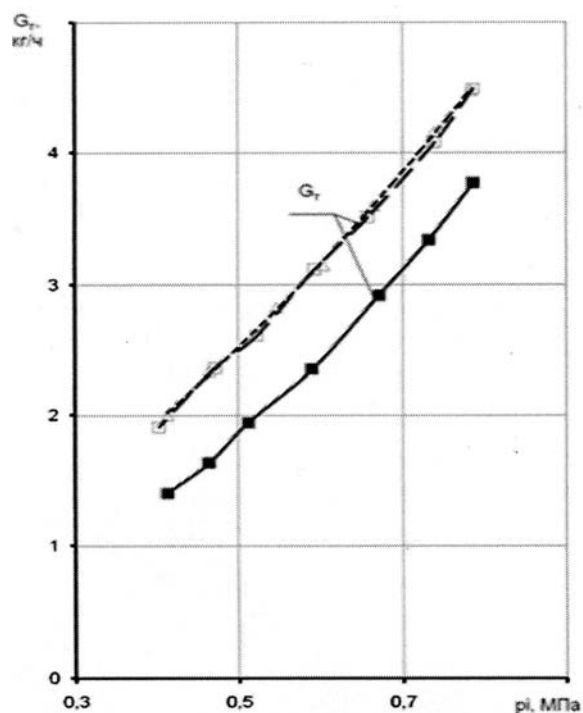


Рис. 5. Удельный индикаторный расход топлива (g_i) и индикаторный КПД двигателя (η_i): _____ дизтопливо; _____ образец №1; _____ образец №2

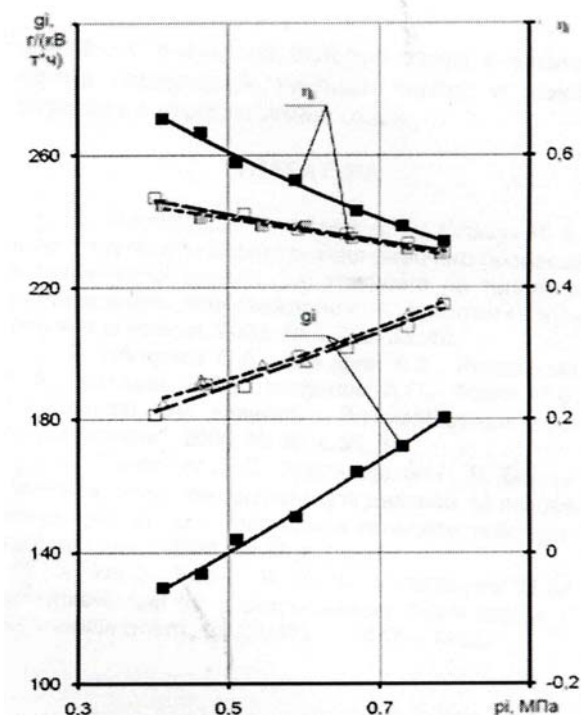


Рис. 4. Часовой расход топлива (G_T): _____ дизтопливо; _____ образец №1; _____ образец №2

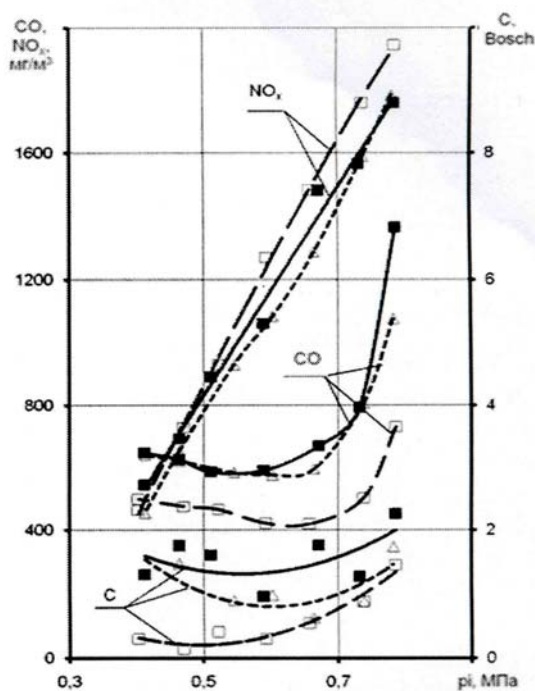


Рис. 6. Содержание токсичных газов (CO , NO_x) и твердых частиц (C) в выбросах: _____ дизтопливо; _____ образец №1; _____ образец №2

Наибольшие отличия для образцов №1 и №2 наблюдаются при анализе вредных выбросов.

Увеличенная доля рапсового масла для образца №2 удлиняет продолжительность сгорания и снижает максимальную температуру цикла, что приводит к уменьшению выбросов окислов азота и увеличению выбросов твердых частиц и окиси углерода СО (рис. 6).

По результатам испытаний можно сделать следующие выводы:

- применение образца №2 с увеличенным содержанием рапсового масла практически не влияет на мощностные и экономические параметры;

- различие химического состава образца №2 за счет увеличения доли рапсового масла и снижение доли метилового эфира жирных кислот предопределяет увеличение продолжительности сгорания, что приводит к увели-

чению температуры отработавших газов, снижению выбросов окислов азота и увеличению содержания твердых частиц и окиси углерода в отработавших газах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нагорнов С.А., Макушин А.А. и др. Биотопливо для дизелей // Автомобильная промышленность. – 2006. - № 10. - С.35-38.
2. Савельев Г.С., Краснощеков Н.В. Биологическое моторное топливо для дизелей на основе рапсового масла // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. - № 10. - С.11-13.
3. Марченко А.П., Минак А.Ф. и др. Результаты исследования рабочего процесса и токсичности дизеля, работающего на топливах растительного происхождения // Двигатели внутреннего сгорания. – 2003. - № 1-2. - С. 33-40.
4. He Y., Bao Y. D. Study on rapeseed oil as athernative fuel for a single-cylinder diesel engine // Renewable Energy 28 (2003). - P. 1447 – 1453.