

УДК 621.48:62–634.5

В.И. Захарчук, В.В. Ткачук
(*Национальный технический университет,
г. Луцк, Украина*)

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ИЗОПРОПИЛОВОГО ЭФИРА РАПСОВОГО МАСЛА

Введение

В настоящее время в Украине имеется большой парк колесных транспортных средств и мобильной сельскохозяйственной техники с дизелями, работающими на дизельном топливе (ДТ) нефтяного происхождения. Однако, по данным многочисленных источников, запасов нефти, доступных для нашего рынка, может хватить только до 2015 года, поэтому стоимость дизельного топлива будет постоянно расти. В такой ситуации использование альтернативных видов топлива становится экономически оправданным. Кроме того, автотракторная техника является одним из наибольших загрязнителей окружающей среды. Применение альтернативного топлива позволит заметно уменьшить вредные выбросы с отработавшими газами дизелей и улучшить экологическую ситуацию в городах и сельских населенных пунктах. Применение такого вида альтернативного топлива, как биотопливо, производимого из возобновляемых источников, позволит уменьшить зависимость Украины от импорта энергоносителей.

Один из основных путей выхода из сложившейся ситуации – это адаптация дизелей к работе на альтернативном топливе: компримированном (сжатом) природном газе (КПГ), диметиловом эфире (ДМЭ) и на биотопливе, в частности метиловом эфире рапсового масла (МЭРМ). Природный газ приблизительно в два раза дешевле дизельного топлива. Однако для обеспечения работы дизеля на природном газе требуется его существенное переоборудование в газодизель или в газовый двигатель с искровым зажиганием [1]. Причем газодизель работает на смеси природного газа и дизельного топлива, у него значительно более сложная система питания по сравнению с дизелем и меньший ресурс работы. Что касается газовых двигателей с искровым зажиганием, то их исследования еще не завершены.

По мнению экспертов, диметилэфир (ДМЭ) является перспективным альтернативным топливом для дизелей. Сырье для его получения – природный газ. Его большими преимуществами являются высокое цетановое число и полнота сгорания, что обеспечивает малое содержание сажи в отработавших газах. Недостатками ДМЭ являются в 1,5 раза меньшая теплота сгорания, что приводит к увеличению его расхода при работе двигателя, низкая кинематическая вязкость, а также низкие смазочные свойства. Поскольку ДМЭ производится из природного газа, то его стоимость выше стоимости газа.

Цель данной публикации – расчет и анализ эффективных показателей дизеля при его работе на разных видах биотоплива.

Основная часть

В последнее время все более широкое применение находит альтернативное биотопливо на основе растительных масел. К нему принадлежит биодизельное топливо, которое является собой метиловые и этиловые эфиры растительных ма-

сел, наиболее распространенным из которых является рапсовое. Исследование топлива, изготовленного из растительных масел, проводят известные моторостроительные фирмы США, Великобритании, Германии, Швеции, Японии. В настоящее время в Европе производится более 6,5 млн. *t* биотоплива. Ведутся исследования применения эфиров растительных масел в качестве дизельного топлива на территориях бывшего СССР. Стоит отметить работы, проводимые в МВТУ им. Баумана, МГАУ им. Горячкина, Клайпедском университете, Национальном университете биоресурсов и природопользования Украины, ХПИ и др.

Применение биодизеля не требует никаких изменений в конструкции двигателя. Испытания показали увеличение расхода биодизельного топлива до 10%, что объясняется меньшей теплотой сгорания. В то же время уменьшаются выбросы с отработавшими газами некоторых вредных веществ [2].

Традиционное биодизельное топливо производится с применением метилового спирта, который является высокотоксичным и опасным для здоровья людей. Допустимая концентрация его в воздухе рабочей зоны составляет 5 мг/м^3 , в то же время для этанола она составляет 1000 мг/м^3 . Это существенный негативный фактор с точки зрения экологической безопасности при производстве биотоплива (особенно в условиях сельскохозяйственного производства) и при его использовании, ведь через эффекты деструкции возможно выделение из биотоплива метилового спирта, особенно при отклонении от нормальной работы топливной системы двигателя. Недостаток метилового эфира также в том, что он является достаточно агрессивным веществом по отношению к материалам деталей двигателя (металлы, резина). Поэтому при его применении требуется замена топливных баков, топливных шлангов и прокладок на изготовленные со стойкого к МЭРМ материала, а также более частая замена моторного масла.

Биодизельное топливо может изготавливаться также с применением этилового спирта (ЭЭРМ). Но такое топливо имеет достаточно высокую стоимость из-за высокой стоимости этилового спирта. Кроме того, реакция этиризации с этиловым спиртом протекает значительно тяжелее.

Результаты исследований

В Луцком национальном техническом университете создано новое биодизельное топливо, которое имеет незначительную токсичность и агрессивность. Топливо получено в результате реакции переэтерификации рапсового масла изопропиловым спиртом в присутствии щелочного катализатора. Математическим моделированием определено оптимальное соотношение компонентов нового биотоплива. Поиск оптимальных параметров осуществляли, используя трехфакторный эксперимент. В качестве параметра оптимизации выбрана температура застывания $t_{\text{заст}}^{\text{био}}$ биотоплива (рисунок 60).

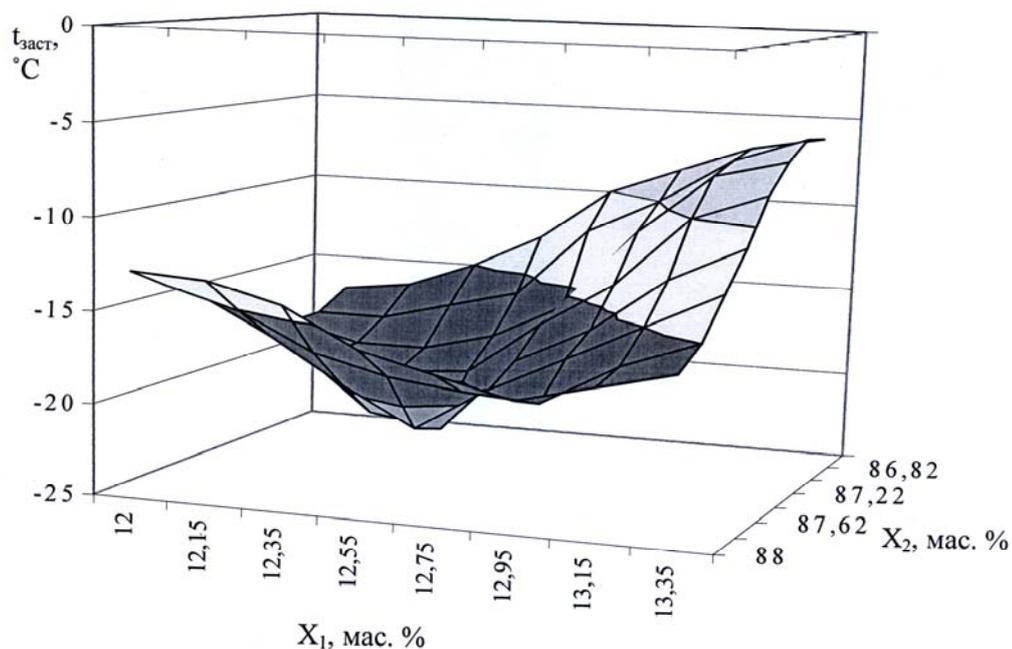


Рисунок 60 – Зависимость температуры застывания $t_{\text{заст}}$ биодизельного топлива от содержания рапсового масла (X_1) и изопропилового спирта (X_2)

Был определен элементарный состав (содержание углерода С, водорода Н и кислорода О) изопропилового эфира рапсового масла (ИЭРМ) в соответствии с содержанием кислот в рапсовом масле [3]: эфира эруковой кислоты – 50,0%, олеиновой – 29,0%, линолевой – 15%, эфиров других кислот. Экспериментальные значения эксплуатационных свойств разных видов биодизельного топлива сравнивались с требованиями ДСТУ для дизельного топлива марки «Л» (таблица 24).

Таблица 24 – Сравнительная характеристика показателей эксплуатационных свойств дизельного и биодизельного топлива

Наименование показателя	Метод испытания	Норма по ДСТУ 3868–99	Дизельное топливо	Биодизельное топливо	
				МЭРМ	ИЭРМ
Цетановое число	ДСТУ 3868–99	Не ниже 45	47	48	49
Плотность, $г/см^3$ при 15 °С	ГОСТ 3900–99	Не больше 0,860	0,84	0,88	0,88
Вязкость кинематическая при 40 °С, $сСт$	ДСТУ 33–00	3,0–6,0 при 20 °С	5,4	5,6	16,1
Кислотность, мг КОН на 100 $см^3$	ГОСТ 5985–79	Не больше 5,0	2,7	Отсут.	Отсут.
Температура застывания, °С	ГОСТ 20287–91	Не выше	–14	–12	–22

Новое топливо имеет лучшие потребительские свойства, в частности более низкую температуру застывания. На новое топливо получен токсикологический паспорт, разработаны и утверждены технические условия. На

частном предприятии «Лимекс Инвест» осуществлена промышленная апробация производства предложенного биотоплива. В ближайшее время будут проводиться стендовые испытания дизеля на таком топливе.

Для сравнения и оценки эффективных показателей дизеля Д-240 при его работе на нефтяном дизельном топливе и биодизельном топливе при условии одинакового среднего эффективного давления на компьютере выполнен расчет его рабочего цикла для номинального режима. Выходные данные к расчету сведены в таблицу 25, а результаты расчета в таблицу 26.

Таблица 25 – Исходные данные для расчета рабочего цикла дизеля

Показатель	Топливо			
	ДП	МЭРМ	ЭЭРМ	ИЭРМ
Элементарный состав, %:				
С	87	77,5	77,54	76,28
Н	12,6	12,0	12,04	13,16
О	0,4	10,5	10,42	10,05
Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива, кг	14,45	12,70	12,73	12,98
Низшая теплота сгорания, Мдж/кг	42,44	37,50	37,56	38,33

Таблица 26 – Результаты расчета эффективных показателей дизеля при его работе на разных видах топлива

Показатель	Топливо			
	ДП	МЕРО	ЕЕРО	ИЕРО
Эффективная мощность, кВт	60,43	60,76	60,76	60,88
Удельный эффективный расход топлива, г/кВт·ч	242,63	274,54	274,06	268,05
Среднее эффективное давление, МПа	0,694	0,698	0,698	0,699
Эффективный КПД	0,350	0,350	0,350	0,350
Коэффициент избытка воздуха	1,5	1,5	1,5	1,5
Содержание двуоксида углерода CO ₂ в отработавших газах, кмоль/кг топлива	0,0725	0,0646	0,0646	0,0636

Как видно из расчетов, меньшее количество углерода в молекулах биодизельных топлив приводит к уменьшению их низшей теплоты сгорания. Поэтому для получения одинаковой эффективной мощности дизеля при его работе на нефтяном дизельном топливе и видах биодизельного топлива удельный эффективный расход топлива будет большим в случае использования биотоплива. Кроме того, к некоторому ухудшению показателей дизеля при работе на биодизельном топливе приводит большая его вязкость по сравнению с нефтяным, вследствие чего затрудняется его распыливание форсунками. Поэтому некоторые исследователи рекомендуют использовать биодизельное топливо в смесях с дизельным (30% биодизельного и 70% ДТ).

Но среди всех видов биодизельного топлива наибольшая теплота сгорания и наименьший расход топлива у ИЭРМ, что выгодно отличает его от МЭРМ и ЭЭРМ. Наличие кислорода в молекулах биодизельного топлива позволяет интенсифицировать процесс сгорания. Другие эффективные показатели двигателя при условии увеличения удельного эффективного расхода топлива одинаковы.

Вязкость ИЭРМ более высока в сравнении с соответствующим значением нормативных требований, что может затруднить прохождение топлива через фильтры, подачу топлива форсунками и ухудшить смесеобразование. Это можно считать недостатком ИЭРМ. Поэтому при низких температурах такое топливо целесообразно использовать в смесях с нефтяным дизельным топливом. Однако повышенная вязкость топлива обеспечит хорошую смазку деталей топливной аппаратуры дизеля. Температура застывания ИЭРМ вдвое ниже, чем МЭРМ, и в 2,2 раза ниже, чем требует ДСТУ для нефтяного дизельного топлива марки «Л». Это важное преимущество нового продукта над существующими аналогами, так как оно дает возможность использовать такое топливо в зимний период при температуре до -22°C , тогда как эталонное – до -12°C . Кислотность у ИЭРМ отсутствует, то есть оно не является коррозионно активным. Зольность ИЭРМ в пределах нормы, что свидетельствует о низком содержании в биодизельном топливе минеральной золы.

Биодизельное топливо, и в первую очередь ИЭРМ, безопаснее с точки зрения экологии. Как показали опыты, биодизель при попадании в воду не причиняет вреда живым организмам. Кроме того, он полностью биологически разлагается в почве или в воде микроорганизмами за 28 дней. Проведенные токсиколого-гигиенические исследования ИЭРМ позволили сделать вывод, что это топливо принадлежит к 4 классу опасности (самый низкий класс).

В биодизельном топливе практически не содержится серы, благодаря чему двигатель, работающий на этом топливе, имеет практически нулевой уровень выбросов SO_2 , что выгодно отличает его от дизеля, выбросы оксидов серы которого наносят существенный вред экологии. Это особенно актуально для нашего государства, потому что в дизельном топливе, которое производится на наших нефтеперерабатывающих заводах, содержание серы в несколько раз превышает допустимые нормы. Важным преимуществом двигателей, которые работают на биодизельном топливе, являются малые выбросы в атмосферу двуоксида углерода, который способствует образованию парникового эффекта на Земле. Это объясняется тем, что в биодизельном топливе содержится меньше углерода, чем в нефтяном.

Выводы

Анализ эксплуатационных свойств видов биодизельного топлива свидетельствует о том, что новое биодизельное топливо имеет более низкую температуру застывания, чем метиловый эфир рапсового масла, имеет низкую токсичность и агрессивность, в чем схож с этиловым эфиром рапсового масла, но значительно дешевле его.

19.10.10.

Литература

1. Технология переоборудования дизелей в газовые двигатели с искровым зажиганием для работы на природном газе (руководитель разработки Захарчук В.И.) // Каталог инновационных технологий по результатам Всеукраинского конкурса инновационных технологий. – Киев, 2006. – С. 180-181.
2. Девянин, С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С.Н. Девянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. – Харьков: Новое слово. – 2007. – 452 с.
3. Физер, Л. Органическая химия / Л. Физер, М. Физер. – М.: Химия, 1966. – 782 с.
4. Захарчук, В.И. Применение альтернативных топлив в автотракторных дизелях / В.И. Захарчук // Энергосбережение. – 2010. – № 2. – С. 26-28.

УДК 631.3:005.93

**В.П. Чеботарев, В.К. Клыбик,
М.И. Новиков**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

А.В. Новиков

*(УО «БГАТУ»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ БАЗЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Введение

В последние годы количество сельскохозяйственных предприятий в стране постепенно уменьшается вследствие их укрупнения. Сопутствующее увеличение посевных площадей в хозяйствах ведет к увеличению доли высокопроизводительной энергонасыщенной техники в машинно-тракторном парке (МТП). Наряду с распространенными в республике формами фирменного сервиса заводов-изготовителей и сервиса сельскохозяйственной техники на районном уровне, основной объем работ по поддержанию техники в работоспособном состоянии, в том числе и современной высокопроизводительной, ложится на эксплуатирующие сельскохозяйственные организации. Для выполнения работ по обслуживанию и ремонту такой техники им необходима современная ремонтно-обслуживающая база.

Основная часть

Главная задача ремонтно-обслуживающей базы (далее – РОБ) заключается в обеспечении высокой технической готовности машинно-тракторного парка и сельскохозяйственного оборудования.

Структура, размеры и функции объектов РОБ обуславливаются работами, выполняемыми при обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники, и в первую очередь зависят от количественного и качественного состава машинно-тракторного парка, необходимого для обработки всех сельскохозяйственных угодий предприятия.

В настоящее время РОБ сельскохозяйственных предприятий можно разделить на 3 типа [1]:

- тип А – каждое подразделение хозяйства представляет собой самостоятельный хозяйственный центр, где размещена закрепленная за ним техника и