

УДК 621.436

**В.Е. Тарасенко, к.т.н., доцент, Н.Г. Шабуня, к.т.н., доцент,
А.Ю. Раковец, магистрант, Т.А. Варфоломеева,
ст. преподаватель, А.М. Губич, студент,
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь**

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Введение

Большинство государств Евросоюза, США, Канада, Бразилия, Австралия сейчас активно развивают программы получения и использования биотоплива из растительного сырья.

В последние годы осуществляется быстрый переход к использованию биомассы как топлива. ЕС декларирует до 2030 года замещения четвертой части потребляемого топлива для транспорта за счет жидких видов биотоплива. Это значительно снизит уровень зависимости стран ЕС от импорта ископаемых видов топлива [1].

Сейчас более 20 стран мира производят жидкое биотопливо для дизельных двигателей из различного растительного сырья. Построены более 150 заводов, которые выпускают в год около 3 млн. тонн биотоплива. В Европе для производства биотоплива используется 84 % рапса, 13 % подсолнечника, 1 % сои, 1 % пальмового масла и другие виды масличных культур [2].

Основная часть

Наиболее перспективным является рапсовое масло, которое может использоваться в виде смеси масла с добавлением дизельного топлива или в виде эфирного топлива из рапсового масла. При энергетическом использовании рапсового масла в качестве горючего возможны два пути: децентрализованного и централизованного производства.

Децентрализованное производство требует модификации дизельных моторов, допускающей использование фильтрованного рапсового масла или в смеси с дизельным топливом. Полученное масло фильтруется на месте, в малых отстойных ёмкостях и ис-

пользуется в модифицированных дизельных агрегатах. Преимущество децентрализованной обработки растительных масел: сокращение транспортных расходов, небольшие энергозатраты, небольшие инвестиционные затраты, сохранение рабочих мест в сельскохозяйственных регионах.

В немецком варианте децентрализованного использования биотопливо применяют в основном сельскохозяйственные производители. Фермеры или кооперативы фермеров покупают маломощные установки (300–3000 тонн в год), сами производят рапс и из него же получают биотопливо, которое используют в собственной технике. В Германии производится несколько марок дизельных двигателей для работы на чистом рапсовом масле. Основным поставщиком этих двигателей является фирма Deutz Fahr. Двигатели работают на топливной смеси из дизельного топлива, рапсового масла, воды и эмульгатора [2].

Централизованное производство, иногда называемое «Французским вариантом», предполагает модификацию рапсового масла – получение биодизеля (метилового эфира жирных кислот рапсового масла (МЭЖК)), и использование в дизельных моторах любых марок (полученное масло поступает на завод для химической переработки, а затем на заправочные станции). Производят данный продукт в основном централизованно на мощных установках 5–10 тыс. тонн в год.

В Японии сторонники применения биотоплива делают основной упор не на экономическую эффективность использования этого вида топлива, а на его экологические свойства (отсутствие выбросов серных окислов, более чем в три раза снижение выбросов сажи по сравнению с обычным дизельным топливом, менее опасное воздействие на здоровье человека и окружающую среду в целом) [1, 3].

Лидером в потреблении биотоплива является Германия, где уже к началу 1990 г. насчитывалось более 350 раздаточных колонок, а потребитель имел возможность заправить автомобиль или трактор биодизелем [1, 3]. Сейчас в Германии производится и реализуется более чем 1 млн. тонн биотоплива и свыше тысячи АЗС по его продаже. По данным UFOP (Объединение по содействию использования масличных и протеиносодержащих культур),

биодизель способен заменить в Германии 5, 10%, а в ЕС — до 10% суммарной потребности в дизельном топливе [1, 3].

Топливо биодизель в Германии получают из масличной культуры рапса. Рапс выращивается, как правило, на выведенных из севооборота земельных угодьях. Посевы рапса повышают биологическую активность, улучшают структуру почвы. Рапс выполняет функции очистителя почвы от азота, что способствует снижению нитратной нагрузки на грунтовые воды [1].

При возделывании технического рапса не требуются значительные расходы на удобрения, средства защиты. Из рапса получают от 1000 до 1200 литров рапсового масла с одного га [1].

Разрешение на использование биотоплива дали 13 известных тракторостроительных фирм, в том числе «Fendt», «Case», «John Deere», «Massey-Ferguson», «Renault», «Same», «Steyr» и другие. Фирма «John Deere» дала разрешение на отдельные модели тракторов с гарантией 2 года или 1500 рабочих часов по наработке. Некоторые фирмы разрешали использовать топливо биодизель на новых моделях тракторов без ограничения гарантии [5].

Интерес к рапсу как энергетической культуре в Финляндии проявляется разработчиками сельскохозяйственных тракторов. Исследовательский центр «VACOLA» совместно с фирмой «Valmet» и исследовательской лабораторией по новым видам топлива провели исследования по использованию рапсового масла в качестве топлива на тракторах. В качестве топлива использовалась смесь рапсового масла и дизельного топлива, обозначаемая «R-33» и состоящая из 1/3 рапсового масла и 2/3 дизельного топлива [1].

Испытаниями установлено, что энергетическая эффективность рабочей смеси рапсового масла и дизельного топлива в принятом соотношении достаточная при применении её в качестве топлива дизельных двигателей. Мощностные и экономические параметры дизелей при работе на смеси R33 незначительно отличаются по сравнению с работой дизеля на дизельном топливе.

Исследования финских учёных подтверждают возможность применения рапсового масла в качестве топлива дизельных двигателей.

Альтернативные виды топлива для тракторов и автомобилей в

Швейцарии на основе рапсового масла изучались исследовательским институтом сельскохозяйственной экономики и техники. В качестве топлива принят рапсовый метил-эфир, сокращённо «RME», произведённый в австрийском институте сельскохозяйственной техники (г. Весельбург). Стендовыми испытаниями определены параметры мощности, удельного расхода топлива, эмиссии выхлопных газов при работе дизелей на растительном топливе RME и дизельном топливе. На тракторе JOHN DEERE 2250 отмечено снижение мощности при работе на RME на частичных режимах и также выравнивание её на номинальном режиме. Отклонение значений мощности при работе на RME по сравнению с дизельным топливом на испытуемых дизелях незначительны, поэтому заключение ученых, что «мощность остаётся такой же» следует считать справедливым [1, 4, 5].

Увеличение удельного расхода топлива при работе на RME составляет от 9,5 до 17,3%. Среднестатистическое значение увеличения и удельного расхода топлива по испытуемым машинам равно 12,8%. Увеличение расхода топлива пропорционально меньшей теплотворной способности топлива RME по сравнению с дизельным топливом.

Исследования рапсового масла в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания проведены также в России [6].

Испытания дизеля Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5), выпускаемого Минским моторным заводом, проведены в следующей комплектации [6]. Дизель оснащен турбокомпрессором ТКР-6 Борисовского завода автоагрегатов, ТНВД мод. PP4M10Ulf (диаметр и ход плунжеров – 10 мм) чешской фирмы «Моторпал», форсунками ОАО «Кураоппаратура» (г. Вильнюс), отрегулированными на давление начала впрыскивания 21,5 МПа и имеющими распылитель DOP 119S534 фирмы «Моторпал» с пятью распыливающими отверстиями диаметром 0,34 мм и суммарной эффективной площадью распылителя в сборе, равной 0,250 мм². Результаты исследований его по 13-ступенчатому испытательному циклу показали: при работе дизеля на смеси «80 % дизельного топлива +20 % рапсового масла» экологические показатели заметно улучшаются: выброс легких углеводородов снижается с 1,519 до 0,965 г/(кВт·ч), т.е. на 36,5 %;

оксидов азота – с 7,442 до 7,159 г/(кВт·ч), или на 3,8 %. Однако выброс монооксида углерода, напротив, возрастает на 9,5 % – с 3,482 до 3,814 г/(кВт·ч). Последнее обусловлено некоторым (на 6–10 %) увеличением часового расхода топлива и соответствующим повышением мощности дизеля. В частности, при переводе двигателя на смесевое биотопливо на режиме максимального крутящего момента ($n = 1500 \text{ мин}^{-1}$) мощность выросла с 53,6 до 57,1 кВт, а на режиме максимальной мощности ($n = 2400 \text{ мин}^{-1}$) – с 75,5 до 78,2 кВт. Коэффициент α избытка воздуха остался при этом практически неизменным (соответственно 1,7 и 2,2 на указанных режимах), что объясняется меньшим количеством воздуха, необходимым для сгорания 1 кг топлива (14,3 кг/кг у дизельного топлива и 13,9 кг/кг у смеси).

Характерно, что переход с дизельного топлива на рассматриваемую смесь сказывается на удельном эффективном расходе топлива: на режиме максимального крутящего момента он увеличивается с 225,8 до 231,8 г/(кВт·ч), а на режиме максимальной мощности – с 249,0 до 255,1 г/(кВт·ч). Причина - меньшая, чем у дизельного топлива, теплотворная способность смеси (соответственно 41,5 и 42,5 МДж/кг).

В 2003 году принят единый стандарт для стран Евросоюза EN 14214:2003 Europe Biodiesel. На основе европейского стандарта подготовлен государственный стандарт Республики Беларусь СТБ 1657 – 2006 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. МЕТИЛОВЫЕ ЭФИРЫ ЖИРНЫХ КИСЛОТ (FAME) ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Технические требования и методы испытаний» (таблица 1).

Дизели, работающие на растительном масле, уже долгое время представляют интерес для исследователей и проектировщиков.

Поскольку использование «чистого» рапсового масла требует конструктивных доработок серийных двигателей, то его целесообразно применять в смеси с дизельным топливом. Тем более что эти компоненты хорошо смешиваются, а смеси имеют свойства, позволяющие сжигать их в дизеле без внесения изменений в его конструкцию.

Работы по использованию смесевых топлив из рапсового масла и дизельного топлива и выбору их параметров ведутся во всем

мире.

Таблица 1 – Некоторые физико-химические показатели биодизеля по СТБ 1657 – 2006 (EN 14214: 2003)

Показатели	Единицы измерения	Величина
Плотность при 15 °С	г/см ³	0,86–0,90
Вязкость при 40 °С	мм г/с	3,5–5,0
Температура вспышки	°С	120 мин
Сера	мг/кг	10 макс
Коксуемость (10% превышение)	% масс	0,3 макс
Цетановое число		51,0 мин
Сульфатная зольность	% масс	0,02 макс
Содержание воды	мг/кг	500 макс
Испытания на медной пластине	Зч/50 °С	1
Окислительная стабильность	"час; 110°С"	6 часов мин
Кислотное число	мг КОН / г	0,5 макс
Йодное число		120 макс

Заключение

В работе изложен мировой опыт использования растительного топлива, рассмотрены особенности рабочего процесса дизелей, влияние его физико-химических свойств на компоненты системы питания. Отмечается, что топливо из рапсового масла для дизелей тракторов в полной мере является альтернативой и одним из способов экономии нефтяных видов топлива. Основное преимущество топлив из растительных масел перед нефтяным дизельным топливом состоит в том, что источники их получения возобновляемые, оказывают меньшее негативное воздействие на окружающую среду.

Различные методы использования рапсового масла в качестве топлива дизелей показывают, что наиболее приемлемый оптимальный способ не определен, как нет и научных исследований и обоснований рабочего процесса дизеля при использовании этого вида топлива.

Список использованной литературы

1. Войтов, В.А. Использование биотоплива при работе дизельных двигателей в сельском хозяйстве / В.А. Войтов [и др.]. – Минск : ГИВЦ Минсельхозпрода, 2012. – 116 с.
2. Якубович, А.И. Экономия топлива на тракторах: моногра-

фия / А.И. Якубович, Г.М. Кухаренок, В.Е. Тарасенко. – Минск: БНТУ, 2009. – 229 с.

3. Биоэнергетика: мировой опыт и прогноз развития. Научный аналитический обзор. – Москва, 2007. – 130 с.

4. Тарасенко, В.Е. Эксплуатация дизельных двигателей при использовании растительного топлива / В.Е. Тарасенко, А.А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник в 2 т. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2013. – Вып. 47. – Т. 1. – С. 18–29.

5. Бобровник, А.И. К вопросу использования растительного топлива на основе рапсового масла / А.И. Бобровник, В.Е. Тарасенко, Н.С. Лесов // Агропанорама. – 2013. – № 6. – С. 32–36.

6. Марков, В.А. Рапсовое масло как альтернативное топливо для дизеля / В.А. Марков [и др.] // Автомобильная промышленность. – 2006. – № 2. – С. 43–48.

УДК 629.3

Головач В. М., ассистент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, РБ

КИНЕМАТИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО АГРЕГАТА НА БАЗЕ ПОЛНОПРИВОДНОГО ТРАКТОРА

Введение

Особенности современных МТА - рабочая ширина захвата, обычно не превышающая 6,5 м, и большая кинематическая длина, достигающая 17 ... 18 м; относительно большой удельный вес полуприцепных сельскохозяйственных машин, создающих тяговое сопротивление на повороте. Это привело к увеличению ширины поворотной полосы, достигшей $B = 40 \dots 50$ м. Чтобы снизить ширину последней по мере прохождения рабочего гона выглубляют поочередно первый, второй и т.д. корпуса плуга.