

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ДИЗЕЛЬНОГО СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ РИЦИНОВОГО МАСЛА

Садов Артем Александрович, аспирант кафедры «Технологические и транспортные машины», ФГБОУ ВО Уральский ГАУ.

620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42.

E-mail: artemsadov@yandex.ru

Денежко Любовь Васильевна, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский ГАУ.

620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42.

E-mail: denezhko@yandex.ru

Новопашин Леонид Алексеевич, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Уральский ГАУ.

620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42.

E-mail: novopashin-leonid@ya.ru

Ключевые слова: масло, дизель, смесь, расчет, биотопливо.

Цель исследований – теоретическое обоснование применения дизельного смесцевого топлива на основе рицинового масла. Предпочтительным видом биотоплива, применяемого в сельском и лесном хозяйстве, является многокомпонентное дизельное смесцевое топливо, производимое смешиванием нефтяного дизельного топлива (ДТ) и растительного масла. В качестве сырья для получения дизельных смесцевых топлив привлекательны масленичные культуры, не используемые в пищевой промышленности, такие как сафлор, рыжик, рапс, сурепица, крамбе абиссинская и клещевина. В качестве дизельного смесцевого топлива исследована смесь рицинового масла (РицМ), и летнего дизельного топлива (ГОСТ 305-2013) трех составов. На основании теплового расчета определены показатели рабочего цикла двигателя и представлены зависимости показателей рабочего цикла двигателя от состава смеси. Проведено сравнение полученных показателей с показателями традиционного дизельного топлива. Теплота сгорания смесей снижается с увеличением доли биологического компонента (РицМ), тепловая характеристика горючей смеси практически не изменяется, что объясняется увеличением доли кислорода в элементарном составе рицинового масла. С увеличением концентрации рицинового масла в смесцевом топливе отмечено снижение мощности двигателя Д-240 на 1,8-1,9 % по сравнению с дизельным топливом, расход смеси возрастает на 6-8 % или на 2,3 г/кВт·ч в среднем на каждые 5 % увеличения концентрации рицинового масла в смеси. Согласно проведенным расчетам и сопоставлениям с имеющимися исследованиями по другим культурам ДСТ, производимое из рицинового масла, имеет схожие показатели со смесями на основе рапсовых, горчичных, соевых масел. Данные исследования направлены на диверсификацию топливных ресурсов и повышение энергонезависимости сельскохозяйственных предприятий.

THEORETICAL STUDY OF THE WORK OF THE TRACTOR DIESEL IN APPLYING DIESEL MIXTURE FUEL BASED ON RICINIC OIL

A. A. Sadov, Postgraduate Student of the Department «Technological and Transport Machines», FSBEI HE Ural SAU. 620075, Yekaterinburg, Karl Libknecht street, 42.

E-mail: artemsadov@yandex.ru

L. A. Novopashin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE Ural SAU.

620075, Yekaterinburg, Karl Libknecht street, 42.

E-mail: novopashin-leonid@ya.ru

L. V. Denezhko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE Ural SAU.

620075, Yekaterinburg, Karl Libknecht street, 42.

E-mail: denezhko@yandex.ru

Keywords: oil, diesel, mixture, calculation, biofuel.

The purpose of the research is the theoretical justification for the use of diesel fuel mixture based on castor oil. The preferred type of biofuel used in agriculture and forestry is multi-component diesel fuel produced by mixing petroleum diesel fuel (DF) and fuel oil. As raw materials to produce diesel fuel blends-entertainment oil crops that are not used in the food industry, such as safflower, camelina, canola, rape, crambe Abyssinian and castor. As diesel fuel blends investigated mixture ricinic oil (RicM) and summer diesel fuel (GOST 305-2013) three compositions. On the basis of

the thermal calculation, the parameters of the engine operating cycle are determined and the dependences of the engine operating cycle indicators on the composition of the mixture are presented. The comparison of the obtained parameters with the indicators of traditional diesel fuel was made. Calorific value of mixing substance decreases with increase in the proportion of the biological component (RicM), thermal characteristics of the gas mixture is practically unchanged, due to gain-eat proportion of oxygen in the elemental composition ricinic oil. With an increase in the concentration of ricinic oil in the mixed fuel, a decrease in the power of the D-240 engine by 1.8-1.9% compared to diesel fuel was noted, the consumption of the mixture increased by 6-8 % or by 2.3 g/kWh on average for every 5 % increase in the concentration of ricinic mass in the mixture. According to the calculations and comparisons with studies on other crops, DMF produced from ricinic oil has similar characteristics with mixtures based on rapeseed, mustard, soybean oils. These studies are aimed at diversifying fuel resources and increasing the energy independence of agricultural enterprises.

Предпочтительным видом биотоплива, применяемого в сельском и лесном хозяйстве, является многокомпонентное дизельное смесевое топливо, производимое смешиванием нефтяного дизельного топлива (ДТ) и растительного масла [1].

Наиболее исследованным источником растительного сырья является рапс. Однако заслуживает внимания применение масел и других масленичных культур [2, 8]. На данный момент в Российской Федерации растет потребность в рициновом масле в военной, химической, машиностроительной, радиоэлектронной, полиграфической, лакокрасочной, медицинской, косметической и других отраслях промышленности. Основная доля рицинового масла, представленного на рынке, производится в Индии. В связи с проводимой политикой импортозамещения можно считать, что техническое рициновое масло – перспективный конкурент другим растительным маслам, исследованным в качестве компонентов дизельного смесевое топлива (ДСТ) [3].

В результате переработки плодов клещевины путем холодного отжима в остаточном шроте остается порядка 10% масла, которое возможно выделить путем переработки шрота по технологии экстракции или переработки плодов путем горячего отжима с получением технического рицинового масла с возможностью применения его как сырья для получения лакокрасочных материалов и дизельного смесевое топлива [4].

Цель исследования – теоретическое обоснование применения дизельного смесевое топлива на основе рицинового масла.

Задача исследований – изучить влияние составляющих компонентов топлива на экономические, мощностные показатели рабочего цикла распространённого тракторного дизельного двигателя при работе на смесях с добавлениям рицинового масла.

Материалы и методы исследования. Теоретический расчет рабочего цикла дизельного двигателя был проведен по известным методикам, представленным в трудах Р. М. Прокопенко, А. И. Хорош, Р. М. Баширова [5]. Тепловой расчет двигателя Д-240 проведен с использованием 3 смесей дизельного топлива с рициновым маслом (ДТ + РицМ) с различной концентрацией компонентов: 15%РицМ + 85%ДТ; 20%РицМ + 80%ДТ; 25%РицМ + 75%ДТ [5].

Результаты исследований. Расчёт элементарного состава смеси показал, что добавка к дизельному топливу рицинового масла повышает количество кислорода в элементарном составе смеси (табл. 1). Предварительно проведенное исследование вязкости смеси выявило, что при небольшой добавке биокомпонента (до 25%) вязкость конечного продукта остается в пределах допустимого [6, 7].

Таблица 1

Элементарный состав смесей					
№	Показатели	ДТ	15%РицМ + 85%ДТ	20%РицМ + 80%ДТ	25% РицМ + 75%ДТ
1	Углерод С	0,870	0,8495151	0,8426868	0,8358585
2	Водород Н	0,126	0,1239453	0,1232604	0,1225755
3	Кислород О	0,004	0,0265396	0,0340528	0,041566

Полученные данные позволяют выделить первостепенную особенность ДСТ на основе рицинового масла – способность увеличивать содержание кислорода, что благоприятно влияет на полноту сгорания смеси.

Анализ расчетов исследуемых смесей показал заметное снижение теплоты сгорания (в среднем 0,93%) при изменении доли масла на 5% (табл. 2).

Требуемое количество воздуха для сгорания смеси согласно расчетам снижается на 2,86%. Это обусловлено большим содержанием кислорода (согласно элементному составу рицинового масла) по сравнению с дизельным топливом.

При этом было выявлено, что теплота сгорания горючей смеси сравнительно мало изменяется, что связано с уменьшением количества молей продуктов сгорания [5, 8].

Таблица 2

Показатели рабочего цикла дизельного двигателя при использовании смесей различной концентрации

№	Показатели	ДТ	15%РицМ+ 85% ДТ	20%РицМ+ 80% ДТ	25% РицМ+ 75% ДТ
1	Теплота сгорания топлива, МДж/кг	42,5	41,37065	40,986	40,6013
2	Теоретическое количество воздуха, кг/кг топлива	14,35	13,94	13,80	13,67
3	Теплота сгорания горючей смеси, МДж/кг	1,8874	1,8882	1,88876	1,8880
4	Коэффициент молекулярного изменения	1,041	1,04283771	1,04334192	1,043856
5	Температура сгорания, °К	2158,0	2168,5	2168,0	2167,5
6	Среднее эффективное давление, МПа	0,7233	0,709635	0,71	0,71035
7	Эффективный КПД	0,363	0,351645	0,3517	0,35174
8	Эффективный удельный расход топлива, г/кВт	233,3	247,46	249,74	252,08
9	Эффективная мощность, кВт	63,0	61,80	61,83	61,86
10	Изменение мощности, %	-	-1,91	-1,86	-1,81
11	Изменение удельного расхода топлива, %	-	+6,07	+7,048	+ 8,05

Удельный расход смесевоего топлива значительно увеличивается (на 6,07%) в сравнении с дизельным топливом. Выявлена закономерность: при увеличении концентрации масла на каждые 5% расход возрастает на 2,3 г/кВт·ч.

Имеет место незначительное уменьшение мощности по сравнению с работой двигателя на дизельном топливе: в среднем на 1,86-1,91% в зависимости от концентраций используемых компонентов.

Заключение. Проведенные теоретические исследования применения рицинового масла в качестве биокон компонента дизельного смесевоего топлива показали следующее: снижение требуемого количества воздуха для сгорания смеси по мере увеличении концентрации масла в смеси; незначительное снижение мощности двигателя Д-240 на 1,86-1,91% по сравнению дизельным топливом; увеличение расхода смеси на 6,07% или в среднем на 2,3 г/кВт·ч при увеличении доли масла в смеси на 5%. Согласно проведенным расчетам и сопоставлениям с имеющимися исследованиями по другим культурам ДСТ, производимое из рицинового масла, имеет схожие показатели со смесями на основе рапсовых, горчичных, соевых масел. Данные исследования направлены на диверсификацию топливных ресурсов и повышение энергонезависимости сельскохозяйственных предприятий.

Библиографический список

1. Уханов, А. П. Исследование свойств биологических компонентов дизельного смесевоего топлива / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, И. Ф. Адгамов // Нива Поволжья. – 2014. – №1 (30). – С. 91-147.
2. Уханов А. П. Биотопливо для автотракторных дизелей из сафлорового масла / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, И. Ф. Адгамов // Нива Поволжья. – 2016. – №4 (41). – С. 120-126.
3. Марков, В. А. Оптимизация состава смесей нефтяного дизельного топлива с растительными маслами / В. А. Марков, С. Н. Девянин, С. И. Каськов // Известия вузов. Машиностроение. – 2016. – №7 (676). – С. 28-44.
4. Уханов, А. П. Дизельное смесевое топливо: проблемы и инновационные разработки / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, И. Ф. Адгамов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – Т. 1, № 2. – С. 46-51.
5. Панков, Ю. В. Количественные соотношения и свойства смесевых систем углеводородного состава для дизельного двигателя / Ю. В. Панков, Л. А. Новопашин, Л. В. Денежко, А. А. Садов // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 12 (154). – С. 72-76.

6. Уханов, Д. А. Результаты моторных исследований дизеля д-243-648 при работе на сафлоро-минеральном топливе / Д. А. Уханов, И. Ф. Адгамов // Образование, наука, практика: инновационный аспект : сборник материалов Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 76-80.
7. Денежко, Л. В. Исследование рапсовых смесей различного состава в тракторном дизеле / Л. В. Денежко, Л. А. Новопашин, К. А. Асанбеков // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 1 (131). – С. 53-54.
8. Володько, О. С. Адаптация атракторного дизеля к работе на соево-минеральном топливе / О. С. Володько, А. П. Быченин, М. П. Ерзамаев, Ю. В. Уханова // Известия Самарской ГСХА. – 2018. – №4. – С. 36-43.

References

1. Ukhanov, A. P., Ukhanov, D. A., & Adgamov, I. F. (2014). Issledovaniie svoystv biologicheskikh komponentov dizelnogo smesevogo topliva [Investigation of the Properties of Biological Components of Diesel Mixed Fuels]. *Niva Povolzh'ia – Niva Povolzhya*, 1 (30), 91-147 [in Russian].
2. Ukhanov, A. P., Ukhanov, D. A., & Adgamov, I. F. (2016). Biotoplivo dlia avtotraktornykh dizelei iz saflorovogo masla [Biofuel for autotractor diesel engines from safflower oil]. *Niva Povolzh'ia – Niva Povolzhya*, 4 (41), 120-126 [in Russian].
3. Markov V. A., Devyanin S. N., & Kaskov S. I. (2016). Optimizatsiia sostava smesei neflianogo dizelnogo topliva s rastitelinyimi maslami [Optimization of the composition of mixtures of petroleum diesel fuel with vegetable oils]. *Izvestiya vuzov. Mashinostroenie – Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building*, 7 (676), 28-44 [in Russian].
4. Ukhanov, A. P., Ukhanov, D. A., & Adgamov, I. F. (2016). Dizelinoe smesevoe toplivo: problemy i innovatsionnye razrabotki [Diesel composite fuel: problems and innovative developments]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 1, 2, 46-51 [in Russian].
5. Pankov, Yu. V., Novopashin, L. A., Denezhko, L. V., & Sadov, A. A. (2016). Kolichestvennyie sootnosheniia i svoystva smesevykh sistem uglevodorodnogo sostava dlia dizelnogo dvigatel'ia [Quantitative relations and properties of mixed hydrocarbon composition systems for a diesel engine]. *Agrarnyi vestnik Urala – Agrarian Bulletin of the Urals*, 12 (154), 72-76 [in Russian].
6. Ukhanov, D. A., & Adgamov, I. F. (2015). Rezul'taty motornykh issledovaniy dizelia D-243-648 pri rabote na safloro-mineralinomu toplive [The results of motor studies of diesel d-243-648 when working on safflower-mineral fuel]. Education, science, practice: innovative aspect '15: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – International scientific-practical conference*. (pp. 76-80). Penza: PC Penza SAA [in Russian].
7. Denezhko, L. V., Novopashin, L. A., & Asanbekov, K. A. (2015). Issledovaniie rapsovykh smesei razlichnogo sostava v traktornom dizele [Study of rape mixtures of different composition in the tractor diesel]. *Agrarnyi vestnik Urala – Agrarian Bulletin of the Urals*, 1 (131), 53-54 [in Russian].
8. Volod'ko O. S., Bychenin A. P., Erzamaev M. P., & Ukhanova Yu. V. (2018). Adaptatsiia atraktornogo dizelia k rabote na soevo-mineralinomu toplive [Adaptation attracting diesel to work on soybean-mineral toplive]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 4, 36-43 [in Russian].