

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛЬНО-САФЛОРОВЫХ СМЕСЕЙ

Л. В. ДЕНЕЖКО,
кандидат технических наук, доцент,
Л. А. НОВОПАШИН,
кандидат технических наук, доцент,
К. А. АСАНБЕКОВ,
кандидат технических наук, доцент,
А. А. САДОВ,
аспирант,
Уральский государственный аграрный университет
(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42)

Ключевые слова: трактор, дизель, сафлоровое масло, смеси, расчеты, мощность, экономичность.

Актуальность рассмотренного вопроса подтверждается исследованиями альтернативных топлив, получаемых из возобновляемых источников сырья и проводимых в различных регионах России и за рубежом. В качестве сырья для получения топлива привлекательны масличные культуры, в частности, сафлор. Однако вязкость сафлорового масла на порядок выше, чем у дизельного топлива, поэтому его следует применять в смеси с маловязкими компонентами. Добавка минерального топлива в масло снижает вязкость смеси и делает пригодной ее к использованию с точки зрения качественного распыла и его низкотемпературного свойства. В качестве альтернативного топлива исследована смесь сафлорового масла (СафМ) и дизельного топлива четырех составов. На основании теплового расчета определены показатели рабочего цикла двигателя и представлены зависимости их от состава минерально-сафлоровой смеси. Проведено сравнение полученных показателей с традиционным дизельным топливом. Теплота сгорания минерально-сафлоровых смесей снижается с увеличением доли масла, а тепловая характеристика горючей смеси практически не изменяется, что объясняется увеличением доли кислорода в составляющих компонентах смесевое топлива. Максимальная температура рабочего цикла дизеля также не изменяется, но она выше, чем при работе на дизельном топливе. С увеличением концентрации масла в смеси отмечено снижение мощности двигателя на 1,66–1,9 % по сравнению с дизельным топливом, а расход смеси значительно возрастает – на 6,64–14,2 %, или на 3,52 г/кВт в час в среднем на каждые 10 % увеличения концентрации масляного компонента в смеси.

STUDY OF THE PERFORMANCE OF A DIESEL TRACTOR UPON USING MINERAL AND SAFFLOWER MIXTURE

L. V. DENEZHKO,
candidate of technical sciences, associate professor,
L. A. NOVOPASHIN,
candidate of technical sciences, associate professor,
K. A. ASANBEKOV,
candidate of technical sciences, associate professor,
A. A. SADOV,
post-graduate student,
Ural State Agrarian University
(42 K. Liebknehta Str., 620075, Ekaterinburg)

Keywords: tractor, diesel oil, safflower oil, mixtures, calculations, power efficiency.

The relevance of the question is supported by studies of alternative fuels derived from renewable raw materials, and carried out in various regions of Russia and abroad. As a raw material for producing fuels oilseeds are suitable, particularly safflower. However, safflower oil viscosity is much higher than that of the diesel fuel, therefore, it must be used in a mixture with low-viscosity components. The addition of mineral oil in the fuel mixture reduces the viscosity and makes it suitable for use in terms of quality and its low-temperature spray properties. This study alternatively investigated fuel mixture of safflower oil (SafM) and four diesel fuel compositions. Based on the research we defined thermal design performance of the engine operating cycle and presented their dependence on the composition of mineral mixture of safflower. A comparison of the indicators with traditional diesel fuel is offered. The heat of combustion of the mineral safflower mixtures decreases with increasing the share of oil and thermal characteristics of the combustible mixture is practically unchanged, due to the increase in the proportion of oxygen in the constituent components of the mixed fuel. The maximum temperature of the diesel cycle also does not change, but it is higher than when operating on diesel fuel. With increasing concentration of oil in the mixture decreased engine power to the 1.66–1.9 % compared to diesel fuel, and a mixture flow rate increases significantly by 6.64–14.2 % or 3.52 g/kW per hour on average for every 10 % increase in the concentration of the oil component in the mixture.

Положительная рецензия представлена Е. Е. Баженовым, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой автомобилестроения, директором института автомобильного транспорта и технологических систем Уральского государственного лесотехнического университета.

В последние годы повышенный интерес проявляется к топливам, получаемым из возобновляемых энергетических ресурсов растительного происхождения, сырьевые запасы которых практически не ограничены. В первую очередь это биотоплива из растительных масел [1, 3, 6, 8].

Физико-химические характеристики растительных масел существенно отличаются от дизельного топлива. Это повышенная вязкость, плотность, температура вспышки, по элементарному составу – большее содержание кислорода до 9–11 % [1].

Биотопливо имеет преимущество перед нефтяным: оно возобновляемо и не наносит вред окружающей среде. Более высокая экологичность биотоплива доказана исследованиями, проведенными в России и за рубежом. К недостаткам следует отнести меньшую теплоту сгорания, более высокую вязкость, повышенную склонность к нагарообразованию и др.

Одним из способов устранения указанных недостатков является переработка масел до состояния эфира (этерификация) или в смеси с минеральными (дизельным, керосином, бензином) [4, 5, 7].

В большей части работ в качестве источника растительного сырья рассматривается рапс. Однако, заслуживает внимания применение масел других масличных культур. Перспективным конкурентом рапсовому маслу как биокомпоненту смесевое топливо по совокупности физических и теплотворных свойств является редечное, сурепное и сафлоровое масла. Это малоизученные культуры. Характеристики сафлорового масла и его смесей близки к показателям рапсового масла [2, 3].

Сафлор – жаростойкое и засухоустойчивое растение, хорошо переносит длительную засуху. Сафлор – масличная культура многоцелевого назначения. Преимущества данной культуры: хорошая урожайность (1,5–2,2 т/га), высокая масличность (45–50 %), короткий период вегетации, повышенные жаростойкость и засухоустойчивость, менее требовательна к условиям произрастания.

Сафлор считается заменителем подсолнечника как масличной культуры в засушливых районах. В Поволжье сафлор выращивается в основном на территории Саратовской области. В последние годы данная культура стала возделываться в Самарской, Пензенской и других областях.

Низшая теплота сгорания сафлорового масла (37 МДж/кг) на 12,8 % меньше аналогичного показателя минерального ДТ.

Плотность и вязкость сафлорового масла выше, чем у минерального дизельного топлива. Однако по мере добавления в сафлоровое масло минерального топлива наблюдается улучшение данных показателей.

Технологические свойства сафлора, физико-химические и теплотворные свойства сафлорового масла

свидетельствуют о возможности его использования в качестве растительного компонента биоминерального топлива.

Цель данной работы – проанализировать влияние сафлоро-минерального топлива различного состава на мощностные, экономические и показатели рабочего цикла дизельного двигателя Д–240 трактора МТЗ–80.

Нами проведен тепловой расчет двигателя с использованием 4-х топливных смесей следующего состава: СафМ + ДТ соответственно (25 + 75); (50 + 50); (75 + 25) и (90 + 10) %. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Анализ расчетов показал уменьшение теплоты сгорания у исследуемых смесей на 3,3–9,68 % по сравнению с дизельным топливом. Причем этот показатель снижается в среднем на 544 кДж/кг при увеличении доли масла на каждые 10 %.

Количество воздуха, необходимое для сгорания сафлоро-дизельной смеси, согласно расчетам, существенно меньше в связи с большим содержанием кислорода в сафлоровом масле по сравнению с дизельным топливом – на 4,5–11,06 %. При этом потребное количество воздуха снижается по мере увеличения концентрации масла в смеси. Однако, теплота сгорания горючей смеси практически не изменяется и составляет 1888 кДж/кг. У дизельного топлива этот показатель составил 1868 кДж/кг.

Этим можно объяснить и относительно одинаковую в расчетах температуру рабочего цикла для всех сафлоро-дизельных смесей независимо от состава компонентов. Повышение температуры цикла при использовании сафлоро-дизельных смесей на 5–10 °С по сравнению с дизельным топливом связано с уменьшением количества молей продуктов сгорания.

Существенного изменения индикаторного и эффективного КПД двигателя при использовании исследуемых смесевых топлив не отмечено.

По результатам расчетов имеет место незначительное уменьшение мощности двигателя при переводе его на смесевое топливо по сравнению с традиционным – на 1,66–1,9 %.

Расход топлива значительно увеличивается на 6,64–14,2 % по сравнению с дизельным топливом, что сопоставимо с тепловыми характеристиками смесей. Удельный расход сафлоро-дизельных смесей увеличивается на 4,41 г/кВт·ч в среднем при повышении содержания масляного компонента на каждые 10 %.

Выводы. Таким образом, проведенные теоретические расчеты показывают следующее:

1. При использовании в тракторном дизеле сафлоро-дизельных смесей отмечено незначительное снижение мощности двигателя на 1,66–1,90 % по сравнению с дизельным топливом.

Таблица 1
Мощностные и экономические показатели рабочего цикла дизельного двигателя при использовании сафлоро-дизельной смеси различного состава

Table 1
Power and economic indicators of the working cycle of a diesel engine upon using safflower and diesel mix of different composition

Показатели <i>Indicators</i>	ДТ <i>Diesel fuel</i>	25 % СафМ + 75 % ДТ <i>25 % of safflower oil (SO) + 75 % of diesel fuel (DF)</i>	50 % СафМ + 50 % ДТ <i>50 % SO + 50 % DF</i>	75 % СафМ + 25 % ДТ <i>75 % of SO + 25 % of DF</i>	СафМ <i>SO</i>
Теплота сгорания топлива, МДж\кг <i>Heat of combustion, MJ/kg</i>	42,5	41,105	39,81	38,385	37,05
Теоретическое количество воз- духа, кмоль\кг топлива <i>Theoretical amount of air, kmol/ kg of fuel</i>	0,50	0,47753	0,46176	0,4447	0,428075
Теоретическое количество воз- духа, кг\кг топлива <i>Theoretical amount of air, kg/kg of fuel</i>	14,50	13,848	13,391	12,896	12,414
Теплота сгорания горючей сме- си, МДж\кг <i>Heat of combustion of fuel mix- ture, MJ/kg</i>	1,868	1,888	1,888	1,887	1,888
Коэффициент молекулярного изменения <i>Molecular change coefficient</i>	1,041	1,043	1,045	1,0466	1,049
Температура сгорания, °К <i>Combustion temperature, °K</i>	2158	2168,4	2165	2163,3	2164
Среднее индикаторное давле- ние, мПа (теоретическое/ дей- ствительное) <i>Mean indicated pressure, mPas (theoretical/actual)</i>	0,9727/ 0,9233	0,97876/ 0,90982	0,9792/ 0,91022	0,98038/ 0,91136	0,9836/ 0,914436
Среднее эффективное давле- ние, мПа <i>Mean effective pressure, mPas</i>	0,7233	0,70982	0,71022	0,71136	0,714436
Индикаторный КПД <i>Indicative efficiency</i>	0,463	0,451	0,451	0,451	0,451
Эффективный КПД <i>Effectual efficiency</i>	0,363	0,352	0,352	0,352	0,352
Эффективный удельный расход топлива, г\кВт <i>Effective specific fuel consump- tion rate, g/kW</i>	233,3	248,8	256,9	266,4	276,0
Эффективная мощность, кВт <i>Effective power, kW</i>	63,0	61,8	61,85	61,95	62,21
Изменение мощности, % <i>Power change, %</i>	–	–1,9	–1,825	–1,66	–1,25
Изменение удельного расхода топлива, % <i>Specific fuel consumption rate change, %</i>	–	+ 6,64	+ 10,12	+ 14,20	+ 18,30

2. Экономичность двигателя существенно снижается на 6,64–14,2 % по сравнению с традиционным топливом, или на 3,52 г/кВт-ч в среднем при повышении содержания масла в смеси на каждые 10 %.

Литература

1. Денежко Л. В., Садаков И. А. Исследование физико-химических свойств альтернативных топлив для дизелей // Стратегия развития российского образования и аграрной науки в XXI веке : мат. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2010. С. 39–43.
2. Новопащин Л. А. Альтернативные виды топлив. М., 2008. 136 с.

3. Федоренко В. Ф. Состояние и развитие производства биотоплива. М., 2007. 130 с.
4. Садов А. А., Говорухин И. А., Чадов А. С. Влияние транспорта на окружающую среду и мероприятия // Молодежь и наука. 2014. № 4. С. 28.
5. Садов А. А. Получение биодизеля и его применение в качестве топлива для тракторов // Молодежь и наука. 2014. № 1. С. 9.
6. Садов А. А., Намятов М. С. Применение добавок водородно-кислородной смеси в систему питания дизельных двигателей // Молодежь и наука. 2013. № 4. С. 14.
7. Денежко Л. В., Новопашин Л. А., Асанбеков К. А. Исследование рапсовых смесей различного состава в тракторном дизеле // Аграрный вестник Урала. 2015. № 1. С. 53–54.
8. Денежко Л. В., Новопашин Л. А., Кочетков П. В. Исследование применения смесевых топлив различного состава в автотракторных дизелях // Вестник науки Костанайского социально-технического университета им. З. Алдамжар. 2015. № 1. С. 74–77.
9. Денежко Л. В., Новопашин Л. А. Получение и исследования свойств биодизеля в качестве топлива для тракторов в условиях Урала // Аграрный вестник Урала. 2014. № 4. С. 43–49.
10. Денежко Л. В., Новопашин Л. А. Влияние спирто-рапсовых смесей на показатели работы тракторного дизеля // Аграрный вестник Урала. 2014. № 5. С. 49–51.
11. Асязов А. В., Садаков И. А., Новопашин Л. А. Использование этанола в качестве добавки к топливу для бензиновых двигателей // Вестник науки Костанайского социально-технического университета им. З. Алдамжар. 2012. № 1. С. 7–11.
12. Садаков И. А., Новопашин Л. А., Коротаев А. А. Исследование показателей качества топливных композиций на основе растительных масел // Достижения науки – агропромышленному производству : мат. I междунар. науч.-тех. конф. Челябинск, 2011. С. 159–163.

References

1. Denezhko L. V., Sadakov I. A. Study of physical and chemical properties of alternative fuels for diesels // Strategy of development for Russian education and agrarian science in the 21st century : proc. of the scient. and pract. symp. Ekaterinburg, 2010. P. 39–43.
2. Novopashin L. A. Alternative types of fuels. M., 2008. 136 p.
3. Fedorenko V. F. Condition and development of biofuel production. M., 2007. 130 p.
4. Sado A. A., Govorukhin I. A., Chadov A. S. Influence of transport on the environment and action // Youth and science. 2014. № 4. P. 28.
5. Sado A. A. Receipt of biodiesel and its application in a fuel quality for tractors // Youth and science. 2014. № 1. P. 9.
6. Sado A. A., Namyatov M. S. Use of additives of a hydrogen-oxygen mix in a power supply system of diesel engines // Youth and science. 2013. № 4. P. 14.
7. Denezhko L. V., Novopashin L. A., Asanbekov K. A. Study of rape oil fuel mixes of various structure in tractor diesel // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. № 1. P. 53–54.
8. Denezhko L. V., Novopashin L. A., Kochetkov P. V. Study of application of mixed fuels of various structure in autotractor diesels // Messenger of Science of the Kostanay Social and Technical University of Z. Aldamzhar. 2015. № 1. P. 74–77.
9. Denezhko L. V., Novopashin L. A. Obtaining and researches of properties of biodiesel in a fuel quality for tractors in the conditions of the Urals // Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. № 4. P. 43–49.
10. Denezhko L. V., Novopashin L. A. Influence of spirit and rape oil mixes on indicators of work of tractor diesel // Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. № 5. P. 49–51.
11. Asyazev A. V., Sadakov I. A., Novopashin L. A. Use of ethanol as additive to fuel for petrol engines // Messenger of Science of the Kostanay Social and Technical University of Z. Aldamzhar. 2012. № 1. P. 7–11.
12. Sadakov I. A., Novopashin L. A., Korotayev A. A. Study of indicators of quality of fuel compositions on the basis of vegetable oils // Achievements of science for agroindustrial production : proc. of the 1st intern. scient. and pract. symp. Chelyabinsk, 2011. P. 159–163.