

Определение эффективных показателей тракторного дизеля при работе на топливной композиции с добавками рапсового масла

С. А. Плотников¹, Ш. В. Бузиков², И. С. Козлов³

¹доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения, Вятский государственный университет. Россия, г. Киров. E-mail: sa_plotnikov@vyatsu.ru

²кандидат технических наук, заведующий кафедрой машин и технологии деревообработки, Вятский государственный университет. Россия, г. Киров. E-mail: usr10012@vyatsu.ru

³аспирант кафедры машин и технологии деревообработки, Вятский государственный университет. Россия, г. Киров. E-mail: vz-43@mail.ru

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена необходимостью применения топливных композиций с добавками рапсового масла в тракторных дизелях. Целью исследования является определение влияния топливных композиций с добавками рапсового масла на эффективные показатели тракторного дизеля. Для этой цели были проведены сравнительные испытания тракторного дизеля при работе на чистом дизельном топливе и топливных композиций, состоящих из смеси дизельного топлива, рапсового масла и разных депрессорно-диспергирующих присадок. В результате впервые были получены количественные характеристики влияния разных депрессорно-диспергирующих присадок и их концентраций, а также процентного содержания рапсового масла в топливной композиции на эффективные показатели тракторного дизеля. Анализ полученных данных показал, что при содержании рапсового масла в топливной композиции до 50-55% приводит к минимальному снижению на 23% эффективного КПД и увеличению на 383-506 г/кВт·ч удельного расхода топлива при практически неизменной эффективной мощности и крутящем моменте тракторного дизеля. Увеличение добавки рапсового масла в топливной композиции свыше 60% повлечет за собой дополнительное использование средств, связанных с улучшением его физико-механических и моторных свойств, а также изменению конструктивно-технологических параметров топливоподающей аппаратуры.

Ключевые слова: топливная композиция, рапсовое масло, присадки, нагрузочные характеристики, испытания.

На сегодняшний день одним из видов моторного топлива является рапсовое масло, полученное из растительной биомассы [1; 9]. Переход на его применение в качестве альтернативы моторному топливу позволяет удовлетворить потребности в энергии без ущерба для окружающей среды [1; 9]. В связи с этим отметим, что экологический фактор является основным обуславливающим необходимость его применения [1].

Рапсовое масло – это масло, полученное из сельскохозяйственной культуры рапса путем пресования или отжима, химически не модифицированное [1; 9].

Свойствами рапсового масла, влияющими на процессы, происходящие в цилиндре дизеля, такие как нагревание, испарение, смесеобразование, воспламенение и сгорание, являются плотность, кинематическая и динамическая вязкость, поверхностное натяжение и содержание химически связанного молекулярного кислорода [3; 5; 6; 9]. Наличие кислорода обуславливает более полное сгорание топлива в цилиндрах дизеля и снижает содержание сажи в отработавших газах дизеля [2].

Рапсовое масло представляет собой смесь моно- ди- и триацилглицеринов, содержащих молекулы высших алифатических кислот. Эти кислоты представляют собой высокомолекулярные кислородсодержащие соединения с углеводородным основанием, связанным с молекулой глицерина [1; 9].

С целью определения нагрузочных характеристик тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при частоте вращения коленчатого вала двигателя соответствующему максимальному крутящему моменту $n=1400$ мин⁻¹ и номинальной мощности $n=1800$ мин⁻¹ при его работе на топливных композициях с добавками рапсового масла и присадок направленного действия проведены сравнительные стендовые испытания.

Экспериментальные исследования проведены на нагрузочном электротормозном стенде RAPIDO (Германия) марки SAK N670 с балансирной маятниковой машиной мощностью 250 кВт в

рамках выполнения договора о научно-техническом сотрудничестве, заключенного между ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» и УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Испытательная установка расположена в аккредитованной научно-исследовательской лаборатории испытаний двигателей внутреннего сгорания УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия». Стенд для проведения испытаний оборудован приборами, устройствами и приспособлениями для контроля эффективных показателей, дымности и токсичности отработавших газов двигателя, все приборы прошли государственную поверку.

Исследования проведены на чистом ДТ, ДТ с добавкой 20% и 55% РМ и 2% присадки. Топливная композиция предварительно получена путем смешивания массовых долей составляющих, после чего произведена заправка тракторного дизеля.

При использовании топливных композиций с добавками рапсового масла произведена перекалибровка топливного насоса высокого давления (ТНВД) для увеличения цикловой подачи путем изменения активного хода плунжера с целью компенсации уменьшения теплоты, вносимой в тракторный дизель с этим топливом.

На рисунке 1 показан график изменения эффективных показателей тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при различном содержании рапсового масла, 2% присадки в топливной композиции при частоте вращения 1800 мин⁻¹.

Из данных, представленных на рисунке 1, видно, что при снижении нагрузки с 1,0 до 0,2 МПа и увеличении содержания рапсового масла до 55 % в топливной композиции эффективный КПД η_e уменьшился с 37% до 14%, удельный g_e и часовой G_T расходы топлива увеличились с 228 до 611 г/кВт·ч и с 5,3 до 17,6 кг/ч соответственно. Значение эффективной мощности N_e и крутящего момента $M_{кр}$ в зависимости от концентрации рапсового масла в топливной композиции изменились незначительно.

На рисунке 2 показан график изменения эффективных показателей тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при различном содержании рапсового масла, 2% присадки в топливной композиции при частоте вращения 1400 мин⁻¹.

Из данных, представленных на рисунке 2, видно, что при снижении нагрузки с 1,2 до 0,2 МПа и увеличении содержания рапсового масла до 55 % в топливной композиции эффективный КПД η_e уменьшился с 35% до 12%, удельный g_e и часовой G_T расходы топлива увеличились с 241 до 747 г/кВт·ч и с 3,7 до 17,16 кг/ч соответственно. Значение эффективной мощности N_e и крутящего момента $M_{кр}$ в зависимости от концентрации рапсового масла в топливной композиции изменились незначительно.

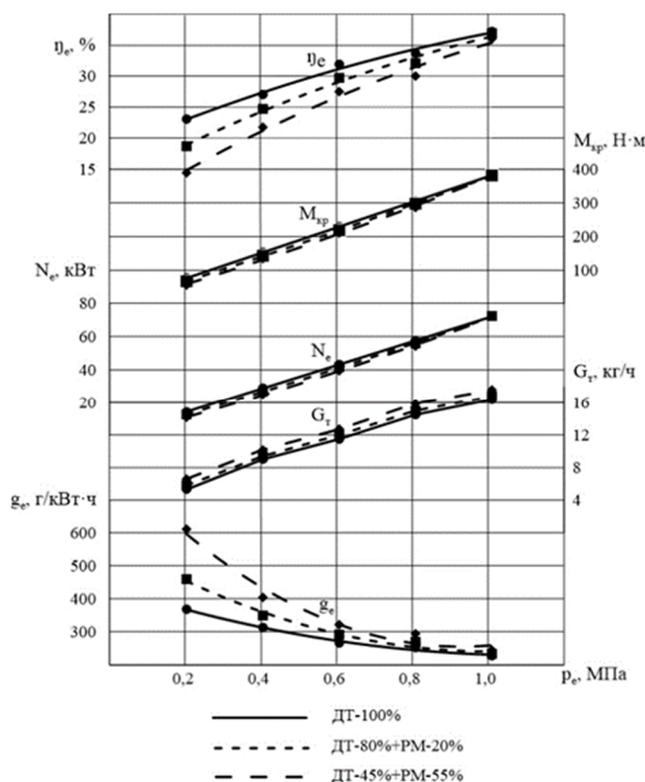


Рис. 1. Нагрузочная характеристика тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при $n=1800$ мин⁻¹

Содержание рапсового масла в топливной композиции до 50-55% приведет к минимальному снижению на 23% эффективного КПД и увеличению на 383-506 г/кВт·ч удельного расхода топлива при практически неизменной эффективной мощности и крутящем моменте тракторного дизеля, это в свою очередь связано с уменьшением низшей расчетной теплоты сгорания [4] и ухудшением процессов впрыскивания и смесеобразования связанного с большим значением коэффициента поверхностного натяжения по сравнению с чистым дизельным топливом [8], а также увеличению периода задержки воспламенения [7].

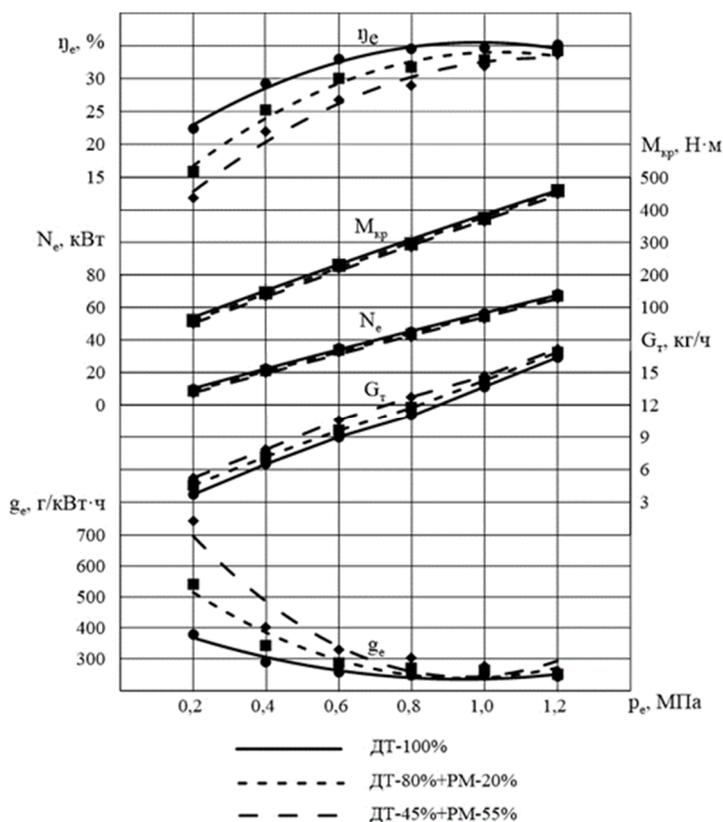


Рис. 2. Нагрузочная характеристика тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при $n=1400 \text{ мин}^{-1}$

Увеличение добавки рапсового масла в топливной композиции свыше 60% повлечет за собой дополнительное использование средств, связанных с улучшением его физико-механических и моторных свойств, а также изменению конструктивно-технологических параметров топливоподающей аппаратуры.

Список литературы

1. Карташевич А. Н., Плотников С. А., Товстыка В. С. Применение топлив на основе рапсового масла в тракторных дизелях. Киров : Авангард, 2014. 144 с.
2. Карташевич А. Н., Товстыка В. С., Плотников С. А. Оценка дымности и токсичности тракторного дизеля при работе на рапсовом масле // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 9. С. 11–13.
3. Карташевич А. Н., Товстыка В. С., Плотников С. А. Показатели работы тракторного дизеля на рапсовом масле // Двигателестроение. 2011. № 2. С. 39–41.
4. Лютко В., Луканин В. Н. Хачиян А. С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. М. : Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. 311 с.
5. Плотников С. А., Черемисинов П. Н. Влияние присадок на кинематическую вязкость топлив на основе рапсового масла // Общество, наука, инновации (НПК-2016) : сб. ст. 2-е изд., испр. и доп. Киров : Изд-во ВятГУ, 2016. С. 1378–1382.
6. Плотников С. А., Черемисинов П. Н. Недостатки применения топлив на основе рапсового масла в дизельных двигателях // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 4. С. 97–101.
7. Разлейцев Н. В. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях. Харьков : Вища школа, 1980. 169 с.
8. Свиридов Ю. Б. Смесеобразование и сгорание в дизелях. Л. : Машиностроение, 1972. 223 с.
9. Уханов А. П., Уханов Д. С., Шеменев Д. А. Дизельное смесевое топливо : монография. Пенза : РИО ПГСХА, 2012. 147 с.

Determination of effective indicators of tractor diesel when working on a fuel composition with additives of rapeseed oil

S. A. Plotnikov¹, Sh. V. Buzikov², I. S. Kozlov³

¹Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of mechanical engineering, Vyatka State University. Russia, Kirov. E-mail: sa_plotnikov@vyatsu.ru

² PhD of Technical Sciences, head of the Department of machinery and woodworking technology, Vyatka State University. Russia, Kirov. E-mail: usr10012@vyatsu.ru

³postgraduate student of the Department of machinery and woodworking technology, Vyatka State University. Russia, Kirov. E-mail: vz-43@mail.ru

Abstract. The relevance of the study is due to the need to use fuel compositions with additives of rapeseed oil in tractor diesels. The aim of the study is to determine the effect of fuel compositions with rapeseed oil additives on the effective performance of tractor diesel. For this purpose, comparative tests of tractor diesel when working on pure diesel fuel and fuel compositions consisting of a mixture of diesel fuel, rapeseed oil and various depressor-dispersing additives were carried out. As a result, for the first time quantitative characteristics of the effect of different depressor-dispersing additives and their concentrations, as well as the percentage of rapeseed oil in the fuel composition on the effective performance of tractor diesel were obtained. The analysis of the obtained data showed that the content of rapeseed oil in the fuel composition up to 50–55% leads to a minimum reduction of 23% of the effective efficiency and an increase of 383–506 g/kWh of specific fuel consumption with virtually unchanged effective power and torque of the tractor diesel. Increase supplements of canola oil in top level component over 60% will entail additional use of funds related to the improvement of physical-mechanical and motor properties as well as changing technological parameters of fuel feed equipment.

Keywords: fuel composition, rapeseed oil, additives, load characteristics, tests.

References

1. Kartashevich A. N., Plotnikov S. A., Tovstyka V. S. *Primenenie topliv na osnove rapsovogo masla v traktornyh dizelyah* [The use of rapeseed oil based fuels in tractor diesels]. Kirov. Avangard. 2014. 144 p.
2. Kartashevich A. N., Tovstyka V. S., Plotnikov S. A. *Ocenka dymnosti i toksichnosti traktornogo dizelya pri rabote na rapsovom masle* [Evaluation of the smoke and toxicity of tractor diesel when using rapeseed oil] // *Traktory i sel'hozmashiny* – Tractors and agricultural machinery. 2011. No. 9. Pp. 11–13.
3. Kartashevich A. N., Tovstyka V. S., Plotnikov S. A. *Pokazateli raboty traktornogo dizelya na rapsovom masle* [Performance indicators of tractor diesel on rapeseed oil] // *Dvigatelistroyeniye* – Engine building. 2011. No. 2. Pp. 39–41.
4. L'otko V., Lukanin V. N., Hachiyani A. S. *Primenenie al'ternativnykh topliv v dvigatelyah vnutrennego sgoraniya* [Application of alternative fuels in internal combustion engines]. M. MADI (TU). 2000. 311 p.
5. Plotnikov S. A., Cheremisinov P. N. *Vliyanie prisadok na kinematicheskuyu vyazkost' topliv na osnove rapsovogo masla* [Influence of additives on the kinematic viscosity of fuels based on rapeseed oil] // *Obshchestvo, nauka, innovacii (NPK-2016) : sb. st. 2-e izd., ispr. i dop.* – Society, Science, Innovations (SPC-2016) : Coll. Art. 2nd publ., rev. and add. Kirov. Vyatka State University Publ. 2016. Pp. 1378–1382.
6. Plotnikov S. A., Cheremisinov P. N. *Nedostatki primeneniya topliv na osnove rapsovogo masla v dizel'nykh dvigatelyah* [Disadvantages of using fuels based on rapeseed oil in diesel engines] // *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* – Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2015. Vol. 3. No. 4. Pp. 97–101.
7. Razlejcev N. V. *Modelirovanie i optimizaciya processa sgoraniya v dizelyah* [Modeling and optimization of the combustion process in diesel engines]. Kharkov. Visha shkola. 1980. 169 p.
8. Sviridov Yu. B. *Smeseobrazovanie i sgoranie v dizelyah* [Mixture formation and combustion in diesel engines]. L. Mechanical engineering. 1972. 223 p.
9. Uhanov A. P., Uhanov D. S., Shemenov D. A. *Dizel'noe smesevoe toplivo : monografiya* [Diesel mixed fuel : monograph]. Penza. RIO PGSHA. 2012. 147 p.