



УДК 621.43.013

DOI 10.22314/2073-7599-2018-11-6-41-46

ПРИМЕНЕНИЕ ПАЛЬМОВОГО МАСЛА В КАЧЕСТВЕ ПРИСАДКИ К ТОПЛИВУ ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Бизаев А.В.^{1*}, канд. техн. наук;Симеон А.А.², аспирант

¹Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Тимирязевская ул. 49, Москва, 127550, Российская Федерация, *e-mail: a.bizhaev@mail.ru

²Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Российская Федерация

На фоне повышающихся экологических требований к тракторным дизельным двигателям и изменения ценовой политики на различные виды топлива нефтяного происхождения возникает необходимость в применении альтернативных горючих веществ, способных частично или полностью заменить традиционные. Наиболее перспективно применение растительных масел в качестве горючего материала для дизельных двигателей. Один из наиболее конкурентоспособных видов топлива – пальмовое масло, мировое производство которого превосходит многие другие растительные масла, в том числе рапсовое. Преимущества пальмового масла позволяют использовать его как топливо или в качестве присадки к дизельному топливу. Рассмотрели основные физические свойства пальмового масла с целью оценки его влияния на топливную аппаратуру и дальнейшей возможности его использования в дизельных двигателях. Для оценки характеристик работы тракторного дизельного двигателя проведены стендовые испытания с добавками пальмового масла к дизельному топливу. Провели экспериментальные исследования на электрическом тормозном стенде в паре с дизельным двигателем Д-120. Получено, что в результате добавок масла до 20 процентов изменяются характер сгорания и качество смесеобразования, вследствие чего содержание СН снижается на низких и средних нагрузках до 42 процентов, а на высоких – до 17 процентов. Концентрация монооксидов углерода СО при этом повышается: на низких и средних нагрузках – на 37-49 процентов, а в maximume нагрузок увеличивается еще в 6-8 раз и составляет около 65 ppm. Содержание оксидов азота NO_x в отработанных газах при добавке пальмового масла существенно отличается только ближе к области высоких нагрузок и снижается на 21 процент – до 4550 ppm. Показано, что выбросы сажи снижаются пропорционально увеличению доли содержания пальмового масла в топливе: при 10-процентной добавке на 20-30 процентов и при 20-процентной – на 35-45 процентов.

Ключевые слова: пальмовое масло, альтернативное топливо, присадка к дизельному топливу, производство растительных масел, тракторный дизель, биотопливо.

■ **Для цитирования:** Бизаев А.В., Симеон А.А. Применение пальмового масла в качестве присадки к топливу тракторных дизелей // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. №6. С. 41-46.

PALM OIL USE AS ADDITIVE TO FUEL FOR TRACTOR DIESELS

Bizhaev A.V.^{1*}, Ph. D. (Eng.);Simeon A.A.²

¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya St., 49, Moscow, 127550, Russian Federation, *e-mail: a.bizhaev@mail.ru

²RUDN University, Miklukho-Maklay St., 6, Moscow, 17198, Russian Federation

When environmental requirements for tractor diesels and changes in the price policy of various fuels of oil origin increase, there is a need to use new alternative flammable substances for partially or completely replace traditional fuels. Application of vegetable oils as combustible material for diesel engines is most perspective. One of the most competitive fuel is palm oil which world production exceeds many other vegetable oils, including rape. Advantages of palm oil allow to use it as fuel or as diesel fuel additive. The authors considered the main physical properties of palm oil for the purpose of assessment of its influence on the fuel equipment and a further possibility of its use in diesel engines. For assessment of characteristics of operation of the tractor diesel engine bench tests with additives of palm oil to diesel fuel were carried out. Experimental studies were carried out on an electric brake stand in tandem with a D-120 diesel engine. If oil additives reach up to 20 percent then combustion and quality of mixing would change. The maintenance of CH decreases at low and normal

loads to 42 percent, and at high ones – up to 17 percent. Concentration of carbon monoxides CO at the same time increases: at low and normal loads – by 37-49 percent, and in a maximum of loadings it increases by 6-8 times and makes about 65 ppm. The content of nitrogen oxides NOx in exhaust gases at additive of palm oil significantly differs at high loadings and decreases by 21 percent or up to 4550 ppm. Soot emissions decrease in proportion to increase of content of palm oil in fuel: at 10 percentage additive by 20-30 percent and at 20 percent by 35-45 percent.

Palm oil, Alternative fuel; Diesel fuel additive; Seed oil production; Tractor diesel; Biofuel.

For citation: Bizhaev A.V., Simeon A.A. Palm oil use as additive to fuel for tractor diesels. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2017; 6: 41-46. DOI 10.22314/2073-7599-2018-11-6-41-46. (In Russian)

Мировая тенденция к повышению экологической безопасности двигателей обязывает производителей снижать токсичность отработанных газов (ОГ). Существует множество решений этой задачи, например добавка альтернативных видов топлива или полная замена ими дизельного. Биотопливо способно снизить токсичность дизельных двигателей, служит аналогом традиционного топлива и производится в качестве возобновляемого источника энергии, поэтому имеет хорошие долгосрочные перспективы [1].

Существует большой выбор растительных масел для дизельных двигателей. При их использовании характеристики ДВС сопоставимы по экологическим и эффективным показателям двигателя с традиционным дизельным топливом. Одно из наиболее перспективных направлений связано с пальмовым маслом, мировое производство которого в 2013-2016 гг. (по данным департамента сельского хозяйства США (*USDA*)) превосходит большую часть других растительных масел, таких как рапсовое, соевое, подсолнечное, оливковое и др. По данным различных информационно-аналитических центров, темпы производства пальмового мас-

жировой ассоциацией Евразийского экономического союза [4].

Удельные показатели производства пальмового масла с единицы площади возделывания растений также превосходят большинство видов масел, отставая практически только от биодизельного топлива, произведенного из водорослей. При этом цена на него остается сравнимо низкой [5].

Однако на этом фоне существует мало исследований, посвященных использованию пальмового масла в качестве альтернативного топлива к тракторным дизельным двигателям, а также экспериментальных исследований с соответствующим анализом результатов.

Цель исследований – изучение влияния пальмового масла на процесс топливоподачи и оценка показателей работы дизельного двигателя.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Обычно пальмовое масло производится из сырья масличных пальм и обладает многими схожими свойствами по отношению к дизельному топливу. Плотность при 20°C составляет 918 кг/м³, что больше обычного дизельного топлива приблизительно на 90 кг/м³. Вязкость при 100°C равна 8,6 мм²/с, то есть выше вязкости дизельного топлива на 4,8 мм²/с,

или в 2,26 раза. При этом низшая теплота сгорания у пальмового масла меньше на 5,2 МДж/кг и составляет 37,1 МДж/кг [6].

Кроме того, что плотность пальмового масла выше, чем у дизельного топлива, его сравнимо высокая вязкость должна снижать утечки через прецизионные пары топливной системы и повышать цикловую подачу при его добавках [7]. Однако эти свойства также вносят изменения в параметры распыла то-

пливного факела, поэтому при добавках пальмового масла следует уделять особое внимание топливной аппаратуре. Подача высоких (близких к

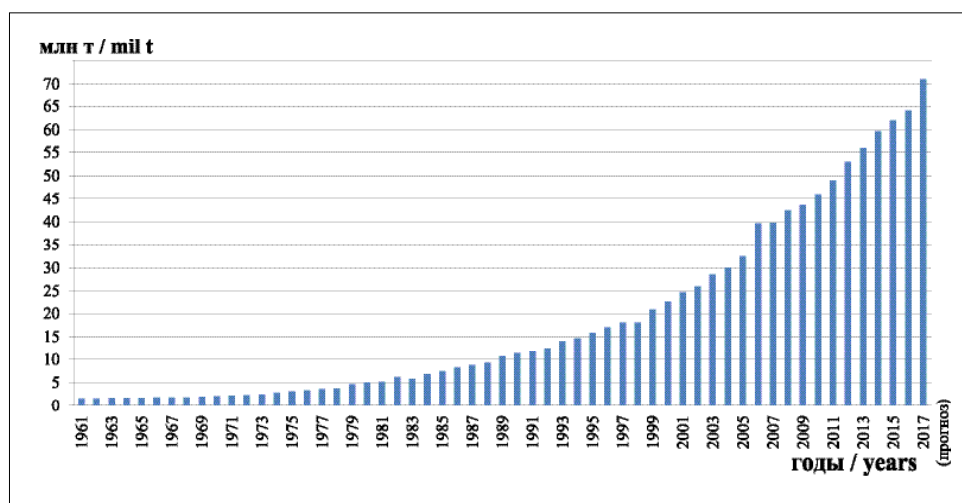


Рис. 1. Динамика мирового производства пальмового масла млн тонн

Fig. 1. Dynamics of palm oil world production, million t

ла увеличиваются и составляют серьезную конкуренцию другим растительным маслам (рис. 1) [2, 3]. Схожие статистические данные приведены Масло-



100%) концентраций пальмового масла в виду его свойств повышает коксуемость распылителей топливных форсунок и нагарообразование в камере сгорания дизельного двигателя [8].

Пальмовое масло содержит около 11,4% кислорода, что в 28 раз выше, чем у дизельного топлива. Этот факт благоприятно влияет на процесс сгорания, особенно в тех областях топливной струи, где атмосферного воздуха недостаточно. Дополнительное содержание воздуха в топливе должно сократить количество продуктов неполного сгорания ввиду их окисления. С другой стороны, этот фактор может вызвать образование оксидов азота в продуктах сгорания.

По своей структуре продовольственное пальмовое масло имеет различный фракционный состав, который можно разделить на 3 основные части: олеин, обычное пальмовое масло и стеарин. Олеин имеет температуру плавления 16-24°C, обычное пальмовое масло – 31-38°C, стеарин – 44-56°C. Температура среды, в которой находится масло, оказывает значительное влияние на возможность его использования в качестве жидкого топлива. Дилатометрическая характеристика пальмового масла относительно полая, вследствие чего высокоплавкие фракции обладают относительно высокой твердостью и могут быть хрупкими, а при 15-20°C масло постепенно кристаллизуется, превращаясь в твердую структуру. Пальмовое масло при смешивании с другими видами масла способно кристаллизоваться спустя некоторое время (эффект посткристаллизации), что возможно при длительном его хранении в таком виде [9]. Исходя из этого необходимо учитывать физические свойства пальмового масла, принимать меры для правильного его хранения и дальнейшей подачи в топливную систему двигателей.

Существует большое количество исследований, связанных с работой дизельных двигателей на растительных маслах. Как показывают экспериментальные данные, характеристики дизельных двигателей при использовании различных масел имеют схожие тенденции. Например, с увеличением доли содержания масла в дизельном топливе снижается эффективный КПД, повышается часовой расход топлива, и на определенных режимах сокращается выброс токсичных компонентов ОГ двигателя. Сходство характеристик при использовании различных растительных масел в качестве добавок к традиционному топливу вполне логично, так как состав таких масел во многом подобен. Любое растительное масло, в том числе и пальмовое, состоит из триглицеридов жирных кислот, имеющих одинаковую глицериновую часть, и различных дополняющих веществ. Поэтому влияние на основные свойства масел обусловлено содержанием

в них жирных кислот, которые в большинстве случаев имеют схожую долю содержания в каких-либо растительных маслах [6]. Следует также учитывать, что состав и свойства конечного продукта могут отличаться в зависимости от условий выращивания культур [5].

Таким образом, при использовании пальмового масла в качестве альтернативного топлива для тракторных дизельных двигателей тенденция изменения характеристик двигателя не должна иметь значительного расхождения с экспериментальными данными, полученными при использовании других растительных масел.

Для проведения экспериментального исследования использовали электрический тормозной стенд мощностью 125 кВт в паре с 2-цилиндровым тракторным дизельным двигателем Д-120, у которого номинальная частота вращения коленчатого вала составляет 1800 мин⁻¹. Топливная система двигателя имеет заводскую комплектацию, и подача топлива из трехсопловых форсунок осуществляется под высоким давлением с помощью насоса распределительного типа. Смесь дизельного топлива с маслом подается из отдельной емкости вспомогательным насосом низкого давления, а с целью прогрева двигателя используется основной топливный бак с дизельным топливом.

До образования биодизельного топлива на основе пальмового масла его отфильтровывали в состоянии кристаллизации. Таким образом, основную фракцию полученного вещества составлял жидкий олеин с минимальным сроком хранения. В процессе эксперимента загустевание или кристаллизация масла не наблюдались.

При испытаниях пальмовое масло подавали в количестве 10 и 20% по объему от содержания дизельного топлива. При этом каких-либо поверхностно активных веществ, эмульгаторов и других материалов, улучшающих качество смеси, не использовали. При испытаниях фиксировали показатели: крутящий момент двигателя, частоту вращения коленчатого вала, объемный расход топлива, объемный расход воздуха, содержание токсичных компонентов в ОГ, а именно монооксидов углерода CO , суммарных углеводородов CH , оксидов азота NO_x и сажи C . К основным расчетным показателям относятся: удельный эффективный расход топлива, коэффициент избытка воздуха и часовой расход топлива.

Результаты и обсуждение. По результатам эксперимента получены нагрузочные характеристики дизельного двигателя Д-120 при частоте вращения коленчатого вала $n = 1800$ мин⁻¹ и добавках пальмового масла к дизельному топливу до 20% по объему. При подаче смеси с содержанием пальмового масла 10 и 20% зафиксировано повышение

удельного эффективного расхода топлива g_e по всей длине характеристики (рис. 2).

масла в дизельном топливе. Однако разница α между 10% и 20% содержания

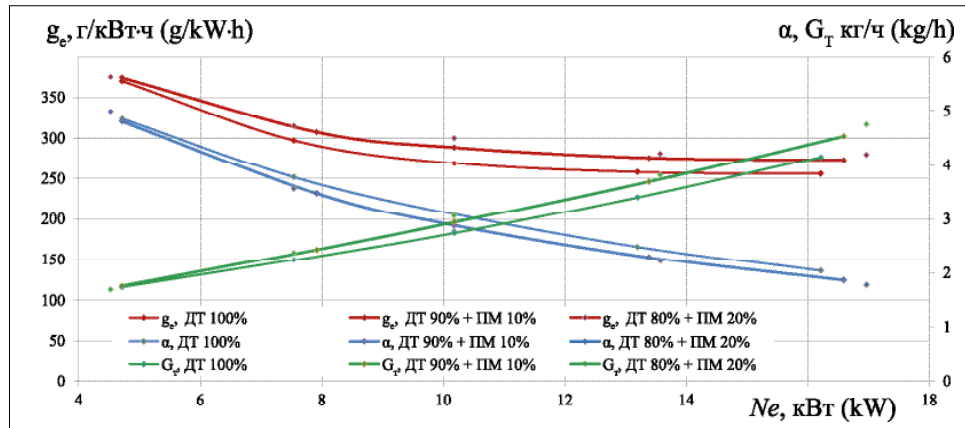


Рис. 2. Зависимость удельного эффективного расхода топлива g_e , коэффициента избытка воздуха α и часового расхода топлива G_T от нагрузки двигателя Ne

Fig. 2. Dependence of specific effective fuel consumption of g_e , excess air coefficient α and fuel consumption per hour G_T on engine load Ne (ДТ – diesel-fuel oil, ПМ – palm oil)

При максимальной нагрузке и 10%-ной добавке масла g_e повышается с 256 до 273 г/кВт·ч, а при 20% – до 280 г/кВт·ч, на 6,2 и 8,6% соответственно. На режимах средних нагрузок ($Ne = 8-14$ кВт) величина g_e при добавках масла до 20% имеет аналогичную тенденцию и повышается на 6-8%. При низких нагрузках ($Ne=5$ кВт) удельный эффективный расход топлива практически не изменяется.

Часовой расход топлива G_T на средних и максимальных нагрузках возрастает при 10%-ной добавке масла на 0,1-0,2 кг/ч, а при 20% – на 0,2-0,3 кг/ч относительно режима на чистом дизельном топливе. При режимах, близких к минимальным нагрузкам, изменения в расходе топлива неразличимы. Коэффициент избытка воздуха α при добавках пальмового масла снижается на средних и высоких нагрузках на 0,1-0,2 при 10 и 20%-ной концентрации

(10, 20%) не влияет на концентрацию CO .

Однако по сравнению с чистым дизельным топливом этот показатель выше на 37-49% и составляет 0,080-0,175% в объемных долях. В зоне низких и средних нагрузок при добавке 10% пальмового масла наблюдается рост CO на 0-0,01%, при 20%-ной добавке – на 0,02-0,03%. Таким образом, содержание монооксидов углерода в ОГ, начиная с высоких нагрузок ($Ne = 14$ кВт), значительно возрастает. При подаче 10% масла на высоких нагрузках по сравнению с другими нагрузочными режимами концентрация CO увеличивается в 4-8 раз, а при 20% – в 1,3-6 раз.

Содержание суммарных углеводородных соединений CH при добавке 10% пальмового масла на малых и средних нагрузках снижается на 5-15 ppm, а при 20% – на 17-20 ppm, то есть на 11-32% и 36-42%

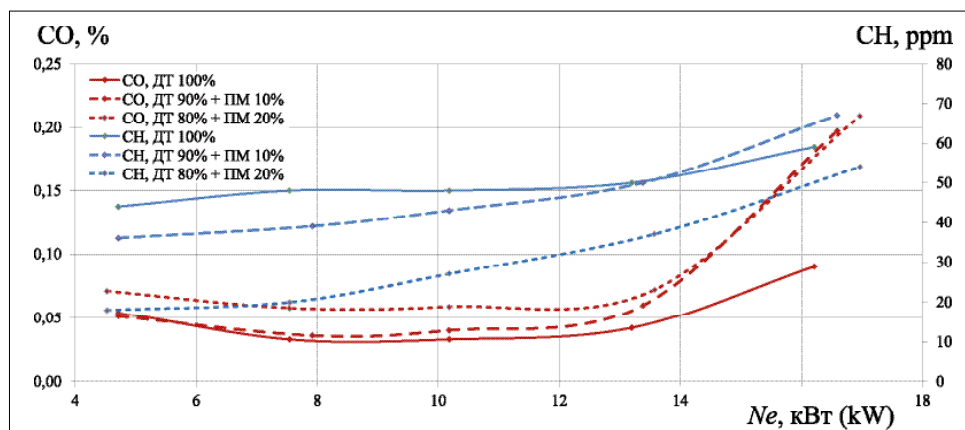


Рис. 3. Зависимость содержания монооксидов углерода CO и суммарных углеводородов CH в ОГ от нагрузки двигателя Ne

Fig. 3. Dependence of content of carbon monoxides CO and total hydrocarbons CH in exhaust gases on engine load (Ne) (ДТ – diesel-fuel oil, ПМ – palm oil)

соответственно, по сравнению с 45-48 ppm CH на чистом дизельном топливе. При нагрузках свыше 14 кВт и при содержании 10% масла в топливе наблюдается небольшое увеличение выбросов CH , максимум на 8 ppm. Но при увеличении концентрации масла до 20% зафиксировано снижение доли содержания CH в ОГ на 10-13 ppm, или 17% в относительных единицах. Тенденция поведения выбросов углеводородов с добав-

ками масла при этом аналогична характеристике на чистом дизельном топливе: плавное и практически равномерное повышение концентрации с увеличением нагрузки. Таким образом, на всем диапазоне нагрузок при чистом дизельном топливе $СН$ возрастает с увеличением нагрузки с 44 до 59 ppm , при 10%-ном содержании пальмового масла – с 36 до 67 ppm , при 20%-ном содержании масла – с 18 до 54 ppm .

Изменение монооксидов $СО$ при добавках пальмового масла также аналогично характеристике на чистом дизельном топливе: до средних нагрузок концентрация $СО$ снижается, а затем при повышении нагрузки увеличивается. На чистом дизельном топливе до нагрузки $Ne = 9-10$ кВт выбросы $СО$ снижаются с 0,053 до 0,033%, при 10% пальмового масла – с 0,051 до 0,036%, при 20% – с 0,071 до 0,057%. С увеличением нагрузки до $Ne = 16-17$ кВт концентрация $СО$ растет: до 0,09% при использовании чистого дизельного топлива, до 0,197% при 10%-ном содержании масла и до 0,207% – при 20%-ной добавке.

В ходе эксперимента на тракторном дизельном двигателе Д-120 были зафиксированы характеристики содержания оксидов азота NO_x и сажи $С$ в ОГ (рис. 4).

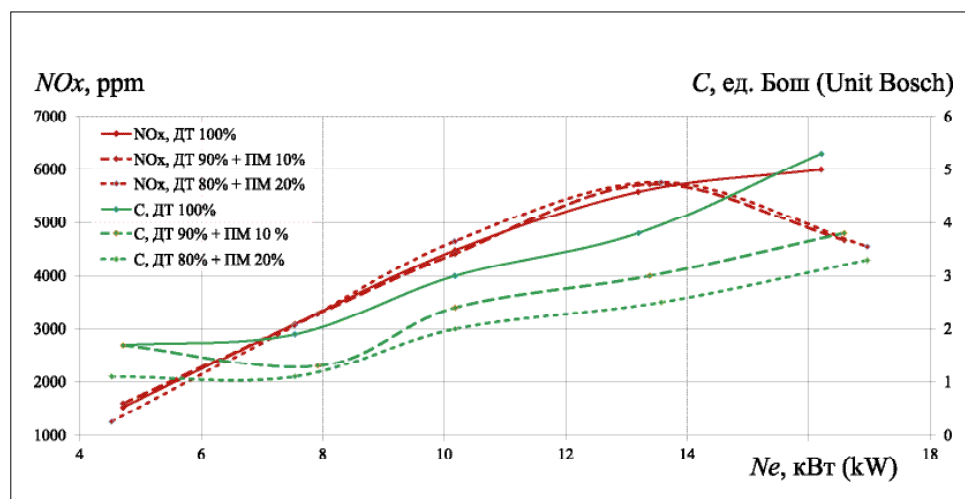


Рис. 4. Зависимость содержания оксидов азота NO_x и сажи $С$ в ОГ от нагрузки двигателя Ne
Fig. 4. Dependence of content of nitrogen oxides NO_x and soot $С$ in exhaust gases on engine loading Ne (ДТ – diesel-fuel oil, ПМ – palm oil)

Изменение концентрации NO_x при малых и средних нагрузках до $Ne = 14$ кВт с добавками пальмового масла 10% и 20% отличается на диапазон 0-150 ppm относительно режима на чистом дизельном топливе, что находится в пределах погрешности измерений. Следовательно, характеристика выбросов NO_x от добавок масла до 20% условно не изменяется. С повышением нагрузки содержание оксидов азота в ОГ возрастает с 1350-1500 ppm до 5600-5750 ppm . Затем на высоких нагрузках $Ne = 14-17$ кВт при добавках 10 и 20% масла наблюдается сниже-

ние концентрации оксидов азота относительно работы дизеля без добавок.

При этом минимальное значение содержания NO_x в ОГ составляет 4550 ppm для данных концентраций масла при нагрузке $Ne = 17$ кВт, что ниже на 21%, чем при чистом дизельном топливе. Перегиб характеристики содержания оксидов азота в зоне $Ne = 13-14$ кВт обычно связывают со снижением температур в камере сгорания в результате большей цикловой подачи и ухудшающегося смесеобразования, но для пальмового масла динамика снижения доли NO_x в ОГ более активная. Это можно объяснить ухудшением смесеобразования в результате изменения физических свойств топлива при добавке масла и, как следствие, падения температуры его сгорания.

При добавке пальмового масла до 20% на всем диапазоне нагрузок зафиксированы снижение концентрации сажи $С$ и плавный, практически равномерный рост ее концентрации с увеличением нагрузки Ne . При работе на чистом дизельном топливе дизельного двигателя Д-120 содержание сажи с увеличением нагрузки возрастает с 1,8 до 5,3 ед. Бош, при добавке 10% масла – с 1,2 до 3,8 ед. Бош и при 20% – с 1,1 до 3,2 ед. Бош. Относительное снижение кон-

центрации сажи составляет 20-30% при добавке 10% масла и 35-45% – при 20%-ной добавке.

Выводы. Экспериментальным исследованием показано, что свойства пальмового масла влияют на процесс топливоподачи, что видно по увеличению расхода топлива при 10%-ном содержании масла на 0,1-0,2 кг/ч, а при 20%-ном – на 0,2-0,3 кг/ч.

Определено влияние добавок масла на эффективность работы тракторного дизельного двигателя Д-120. При 10%-

ной смеси с маслом эффективность двигателя снижается до 6,2%, а при 20% – на 8,6%.

В результате добавок масла до 20% изменяется характер сгорания и качество смесеобразования, вследствие чего содержание $СН$ снижается на низких и средних нагрузках на 42%, а на высоких – на 17%. Концентрация монооксидов углерода $СО$ при этом повышается, на низких и средних нагрузках – на 37-49%, а в максимуме нагрузок увеличивается еще в 6-8 раз и составляет около 65 ppm . Доля содержания оксидов азота NO_x в ОГ при добавке мас-

ла существенно отличается только ближе к области высоких нагрузок и снижается максимум на 21% – до 4550 ppm. Показано, что выбросы сажи снижаются пропорционально увеличению доли содержания пальмового масла в топливе: при 10%-ной добавке – на 20-30% и при 20% – на 35-45%.

Полученные результаты во многом подтверждают аналогичные исследования на растительных

маслах с применением их в качестве топлива дизельных двигателей и не противоречат общей научной концепции в данной отрасли. Учитывая полученные экспериментальные данные, низкую стоимость и активно растущее производство пальмового масла, можно прогнозировать его использование в качестве топливной добавки для тракторных дизельных двигателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sanjid A., et al. Impact of palm, mustard, waste cooking oil and calophyllum inophyllum biofuels on performance and emission of CI engine. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2013; 27: 664-682.
2. Loury M. Un nouveau carburant colonial possible. L'huile de palme methanolysée. *France Energet*. 1945; 11-012: 332.
3. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. СПб.: Профессия, 2007. 752 с.
4. Чибанда Э.К., Славутский В.М., Курапин А.В., Шкумат Е.А.Э. К. и др. Анализ возможностей использования пальмового масла как возобновляемого энергоресурса в качестве топлива для дизелей. Волгоград: Волгоградский ГТУ. С. 51-56.
5. Mosarof M.H., Kalam M.A., H.H. Masjuki, et al. Implementation of Palm biodiesel based on economic aspects, performance, emission, and wear characteristic.

Energy conversion and Management. 2015; 105: 617-629.

6. Сапьян Ю.Н., Колос В.А., Кабакова В.Н. Проблемы использования оксигенатов как компонентов моторных топлив // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сб. науч. докл. Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 2. – М.: ВИМ, 2013. – С. 144-148.
7. Савельев Г.С. Технологии и технические средства адаптации автотракторной техники к работе на альтернативных видах топлива. Дисс. ... доктора технических наук: 05.20.01. М.: ВИМ, 2010. 315 с.
8. Марков В.А., Девянин С.Н., Зыков С.А., Гайдар С.М. Биотоплива для двигателей внутреннего сгорания. М.: НИЦ «Инженер» (Союз НИО), 2016. 292 с.
9. Rashid M.M., et al. Performance and emission characteristics of a diesel engine fueled with palm, jatropha and moringa oil methyl ester. *Industrial crops and products*. 2016; 79: 70-75.

REFERENCES

1. Sanjid A., et al. Impact of palm, mustard, waste cooking oil and calophyllum inophyllum biofuels on performance and emission of CI engine. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2013; 27: 664-682. (In English)
2. Loury M. Un nouveau carburant colonial possible. L'huile de palme methanolysée. *France Energet*. 1945; 11-12: 332. (In French)
3. O'Brayen R. Zhiry i masla. Proizvodstvo, sostav i svoystva, primeneniye [Fats and oils. Production, structure and properties, application]. St. Petersburg: Professiya, 2007: 752. (In Russian)
4. Chibanda E.K., Slavutskiy V.M., Kurapin A.V., Shkumat E.A.E. K., et al. Analiz vozmozhnostey ispol'zovaniya pal'movogo masla kak vozobnovlyаемого energoresursa v kachestve topliva dlya dizeley [Analysis of opportunities of use of palm oil as renewable energy resource as fuel for diesels]. Volgograd: Volgogradskiy GTU: 51-56. (In Russian)
5. Mosarof M.H., Kalam M.A., H.H. Masjuki, et al. Implementation of Palm biodiesel based on economic aspects, performance, emission, and wear characteristic. *Energy conversion and Management*. 2015; 105: 617-629. (In English)

6. Sap'yan Yu.N., Kolos V.A., Kabakova V.N. Problemy ispol'zovaniya oksigenatov kak komponentov motornykh topliv [Problems of use of oxygenates as components of motor fuels]. Sistema tekhnologiy i mashin dlya innovatsionnogo razvitiya APK Rossii: Sb. nauch. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Ch. 2. Moscow: VIM, 2013: 144-148 (In Russian).
7. Savel'ev G.S. Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva adaptatsii avtotraktornoy tekhniki k rabote na al'ternativnykh vidakh topliva [Technologies and technical means for automotive engineering adaptation to work using alternative fuels]. Diss. ... doktora tekhnicheskikh nauk: 05.20.01. M.: VIM, 2010: 315. (In Russian)
8. Markov V.A., Devyanin S.N., Zykov S.A., Gaydar S.M. Biopliva dlya dvigateley vnutrennego sgoraniya [Biofuels for internal-combustion engine]. Moscow: NITs «Inzhener» (Soyuz NIO), 2016: 292. (In Russian)
9. Rashid M.M., et al. Performance and emission characteristics of a diesel engine fueled with palm, jatropha and moringa oil methyl ester. *Industrial crops and products*. 2016; 79: 70-75. (In English)

Критерии авторства. Все авторы несут ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution. The authors are responsible for information and plagiarism avoiding.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.