

7. Likhanov, V.A. The Study of the Process of Combustion of the Alcohol-Fuel Emulsions and Natural Gas in a Diesel Engine / V.A. Likhanov, O. P. Lopatin // International Journal of Applied Engineering Research. – 2018. –V.13. – № 3. –P. 1703-1709.
8. Likhanov, V. A. Use of Natural Gas, Methanol, and Ethanol Fuel Emulsions as Environmentally Friendly Energy Carriers for Mobile Heat Power Plants / V. A. Likhanov, O. P. Lopatin // Thermal Engineering. – 2017. – V.64. – № 12. – P.935 – 944.
9. Markov, V. A. Optimization of diesel fuel and corn oil mixtures composition / V. A. Markov, S. S. Loboda, V. G. Kamaltdinov // Procedia Engineering. Ser. 2. International Conference on Industrial Engineering. «ICIE 2016». – 2016. – P. 225-234.

Information about authors

1. **Likhanov Vitaly Anatolievich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vyatka State Agricultural Academy, Head of the Department of Heat Engines, Automobiles and Tractors, Russian Federation, 610017, Kirov, October prospect, 133;
2. **Lopatin Oleg Petrovich**, Candidate of technical Sciences, Associate Professor of Heat Engines, Automobiles and Tractors, Vyatka State Agricultural Academy, Russian Federation, 610017, Kirov, October prospect, 133.

УДК 621.436

ЭТАНОЛО-ТОПЛИВНЫЕ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

В.А. Лиханов, О.П. Лопатин

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия
610017, Киров, Российская Федерация*

Аннотация. В работе была обоснована необходимость использования этанола-топливных эмульсий как экологических энергоносителей для тракторных дизелей. С целью разработки, определения и оптимизации состава этанола-топливных эмульсий для тракторного дизеля были проведены испытания его работы на дизельном топливе и этанола-топливных эмульсиях. С помощью экспериментальных исследований было установлено, что для применения в тракторном дизеле экологических энергоносителей, созданные на основе смеси с этиловым спиртом, целесообразно использовать эмульсии следующего состава: этанол C_2H_5OH – 25,0 %, моющее-диспергирующая присадка сукцинимид С-5А – 0,5 %, вода – 7,0 %, дизельное топливо – 67,5 %.

В целях улучшения экологических показателей тракторного дизеля путем применения этанола-топливных эмульсий было предложено перспективное решение, позволяющее снизить содержание в отработавших газах оксидов азота на 50,2 %, сажи – в 5,2 раза, диоксида углерода – на 23,8 %, оксида углерода – на 25,0 %, при этом экономия нефтяного моторного топлива в этом случае составляет 32,5 %.

Ключевые слова: биотопливо, спирт, этанол, эмульсия, дизель, токсичность, отработавшие газы.

Введение. Необходимость защиты атмосферного воздуха от вредных выбросов растет год от года. В настоящее время во многих регионах страны сложилась крайне негативная экологическая обстановка, обусловленная тем, что масштабы хозяйственной деятельности человека приводят к существенному превышению допустимых нагрузок воздействия на природные объекты, а восстановление нарушенных геосистем проходит крайне медленно. Поэтому проблема снижения загрязненности атмосферы стала актуальной не только для отдельных государств, но и для целых континентов, то есть приобрела международный характер [2].

Опыт решения экологических проблем во всем мире позволил выработать основные пути их решения. Так, ведутся разработки различных средств и систем снижения токсичности отработавших газов (ОГ) энергоустановок [3]. Для снижения токсичности изменяют определенные свойства и качества применяемых видов топлива [4] и, конечно же, используют альтернативное моторное топливо [5].

В настоящее время более 20 стран мира производят жидкое биотопливо из различного растительного сырья. Например, спирты, эфиры, различные растительные масла и продукты их переработки, синтетическое биотопливо, биогазы. В настоящее время спирты являются, пожалуй, одними из самых перспективных видов топлива не нефтяного происхождения, которые используют в тракторных дизелях. Имеются обширные ресурсы, которые применяют для производства спирта. Его получают из биомассы, различных отходов, бытового мусора, бумаги. Его использование в качестве моторного топлива позволяет не только снизить потребность в нефтяном топливе, дефицит которого ощущается уже сегодня, но и решает проблему снижения выбросов частиц сажи и других токсичных компонентов ОГ энергоустановок. Кроме того, создание топлива из органических компонентов позволит отрасли растениеводства производить экологически чистые виды моторного топлива из возобновляемых энергетических источников [1].

Наиболее простым, дешевым и доступным способом применения спирта в тракторном дизеле в настоящее время является его использование в виде эмульсии с добавлением дизельного топлива, включает также и применение пакета присадок, улучшающих его свойства. Указанный способ может быть реализован в тракторных дизелях, уже находящихся в эксплуатации [6].

Целью данной работы является анализ применения этанола-топливной эмульсии (ЭТЭ) в тракторном дизеле в целях улучшения его экологических показателей и экономии нефтяного моторного топлива.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования по теме были проведены в научно-исследовательской лаборатории кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов Вятской ГСХА.

С помощью экспериментальных исследований было установлено, что для применения в тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 экологического энергоносителя на основе смеси с этиловым спиртом целесообразно использовать эмульсии следующего состава: этанол C_2H_5OH – 25,0 %, моюще-диспергирующая присадка сукцинимид С-5А – 0,5 %, вода – 7,0 %, дизельное топливо – 67,5 % [7].

Во время испытаний фиксировались регулировочные характеристики в зависимости от изменения установочного угла опережения впрыскивания топлива (УОВТ) при работе на дизельном топливе и ЭТЭ. Одновременно проводилось индицирование рабочего процесса и определение токсичности и дымности ОГ дизеля.

В качестве загрузочного устройства при испытаниях дизеля применялся электротормозной стенд САК-№670 с балансирующей маятниковой машиной. Отбор проб ОГ производили газозаборниками системы АСГА-Т, установленными на выпускном трубопроводе двигателя. Дымность ОГ измеряли с помощью дымомера «BOSCH-EFAW-68А» [7].

Результаты исследований и их обсуждение. На рисунке 1 представлено изменение эффективных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от установочного УОВТ в номинальном режиме ($n = 2200 \text{ мин}^{-1}$, $p_e = 0,64 \text{ МПа}$) и в режиме максимального крутящего момента ($n = 1700 \text{ мин}^{-1}$, $p_e = 0,69 \text{ МПа}$).

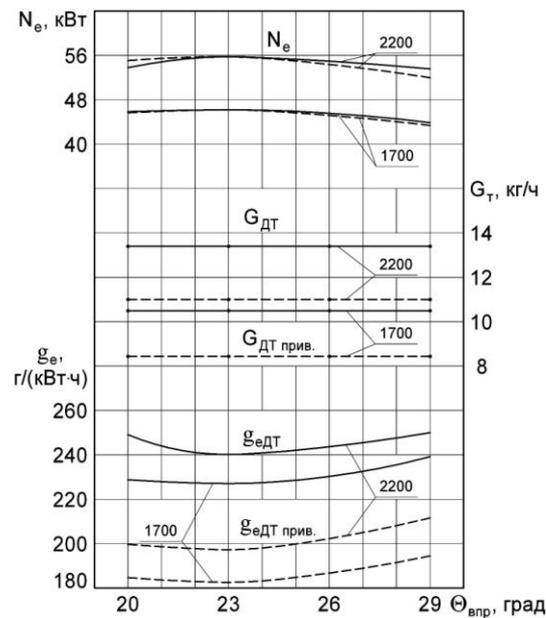


Рис. 1. Изменение эффективных показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от установочного УОВТ:
 ———— – дизельный процесс; - - - - - ЭТЭ

Анализируя исследуемые показатели при работе на дизельном топливе (ДТ) при номинальном режиме ($n = 2200 \text{ мин}^{-1}$, $p_e = 0,64 \text{ МПа}$), можно отметить следующее. При постоянном значении часового расхода топлива $G_{т \text{ ДТ}} = 13,4 \text{ кг/ч}$ и значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр ДТ}} = 20^\circ$ до верхней мертвой точки (ВМТ) эффективная мощность N_e составляет 53,8 кВт. Значение удельного эффективного расхода ДТ $g_{e \text{ ДТ}} = 249 \text{ г/(кВт·ч)}$. При увеличении значения установочного УОВТ до $\Theta_{\text{впр ДТ}} = 23^\circ$ до ВМТ эффективная мощность N_e увеличивается до 55,8 кВт, а значение удельного эффективного расхода ДТ $g_{e \text{ ДТ}}$ снижается до 240 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр ДТ}} = 26^\circ$ до ВМТ эффективная мощность N_e снижается до 55,0 кВт. Значение удельного эффективного расхода ДТ $g_{e \text{ ДТ}}$ увеличивается до 244 г/(кВт·ч). При дальнейшем увеличении установочного УОВТ до $\Theta_{\text{впр ДТ}} = 29^\circ$ до ВМТ наблюдается снижение эффективной мощности до $N_e = 53,6 \text{ кВт}$ и увеличение удельного эффективного расхода ДТ до $g_{e \text{ ДТ}} = 250 \text{ г/(кВт·ч)}$.

Анализ графиков показывает, что при работе дизеля в номинальном режиме на ДТ эффективная мощность достигает максимального значения: $N_e = 55,8 \text{ кВт}$ при значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр ДТ}} = 23^\circ$ до ВМТ. Значение удельного эффективного расхода ДТ при этом минимально и составляет $g_{e \text{ ДТ}} = 240 \text{ г/(кВт·ч)}$.

Рассмотрим эффективные показатели дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе в номинальном режиме ($n = 2200$ мин⁻¹, $p_e = 0,64$ МПа) на ЭТЭ. При значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр этэ}} = 20^\circ$ до ВМТ, постоянном значении часового расхода топлива $G_{\text{т этэ}} = 16,3$ кг/ч и значении часового расхода ДТ в составе эмульсии $G_{\text{т дт прив.}} = 11,0$ кг/ч эффективная мощность N_e составляет 55,1 кВт. Удельный эффективный расход топлива $g_{e \text{ этэ}}$ – 296 г/(кВт·ч), удельный эффективный расход ДТ в составе эмульсии $g_{e \text{ дт прив.}}$ составляет 200 г/(кВт·ч). При увеличении значения установочного УОВТ до $\Theta_{\text{впр этэ}} = 23^\circ$ до ВМТ эффективная мощность N_e увеличивается до 55,8 кВт. Значение удельного эффективного расхода топлива $g_{e \text{ этэ}}$ снижается до 292 г/(кВт·ч), значение удельного эффективного расхода ДТ в составе эмульсии $g_{e \text{ дт прив.}}$ снижается до 197 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр этэ}} = 26^\circ$ до ВМТ эффективная мощность N_e снижается до 54,4 кВт. Значение удельного эффективного расхода топлива $g_{e \text{ этэ}}$ увеличивается до 300 г/(кВт·ч), значение удельного эффективного расхода ДТ в составе эмульсии $g_{e \text{ дт прив.}}$ увеличивается до 202 г/(кВт·ч). При дальнейшем увеличении установочного УОВТ до $\Theta_{\text{впр этэ}} = 29^\circ$ до ВМТ происходит снижение эффективной мощности до $N_e = 52,0$ кВт, увеличение удельного эффективного расхода топлива до $g_{e \text{ этэ}} = 313$ г/(кВт·ч), увеличение удельного эффективного расхода ДТ в составе эмульсии до $g_{e \text{ дт прив.}} = 212$ г/(кВт·ч).

Анализ графиков показывает, что при работе на ЭТЭ эффективная мощность дизеля достигает максимального значения $N_e = 55,8$ кВт при значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр дт}} = 23^\circ$ до ВМТ. Значение удельного эффективного расхода ДТ в составе ЭТЭ при этом минимально и составляет $g_{e \text{ дт прив.}} = 197$ г/(кВт·ч). При работе дизеля на ЭТЭ наблюдается увеличение значений G_t и g_e при всех значениях установочных УОВТ. Это связано с меньшей теплотворной способностью ЭТЭ по сравнению с ДТ.

Анализируя эффективные показатели при работе на ДТ на частоте вращения, соответствующей режиму максимального крутящего момента ($n = 1700$ мин⁻¹), можно отметить следующее. При постоянном значении часового расхода топлива $G_{\text{т дт}} = 10,5$ кг/ч и значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр дт}} = 20^\circ$ до ВМТ эффективная мощность N_e составляет 45,9 кВт, значение удельного эффективного расхода ДТ $g_{e \text{ дт}}$ – 229 г/(кВт·ч). При увеличении значения установочного УОВТ до $\Theta_{\text{впр дт}} = 23^\circ$ до ВМТ эффективная мощность N_e увеличивается до 46,2 кВт, а значение удельного эффективного расхода ДТ $g_{e \text{ дт}}$ снижается до 227 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр дт}} = 26^\circ$ до ВМТ эффективная мощность N_e снижается до 45,6 кВт, значение удельного эффективного расхода ДТ $g_{e \text{ дт}}$ увеличивается до 230 г/(кВт·ч). Увеличение установочного УОВТ до $\Theta_{\text{впр дт}} = 29^\circ$ до ВМТ приводит к снижению эффективной мощности до $N_e = 43,9$ кВт и увеличению удельного эффективного расхода ДТ до $g_{e \text{ дт}} = 239$ г/(кВт·ч).

Таким образом, при работе на ДТ на частоте вращения $n = 1700$ мин⁻¹ эффективная мощность дизеля достигает максимального значения $N_e = 46,2$ кВт при значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр дт}} = 23^\circ$ до ВМТ, как и при номинальной частоте вращения. Значение удельного эффективного расхода ДТ при этом минимально и составляет $g_{e \text{ дт}} = 227$ г/(кВт·ч).

Рассмотрим эффективные показатели дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на ЭТЭ при частоте вращения коленчатого вала, соответствующей режиму максимального крутящего момента ($n = 1700$ мин⁻¹). При значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр этэ}} = 20^\circ$ до ВМТ, постоянном значении часового расхода топлива $G_{\text{т этэ}} = 12,5$ кг/ч и значении часового расхода ДТ в составе эмульсии $G_{\text{т дт прив.}} = 8,44$ кг/ч эффективная мощность N_e составляет 45,7 кВт. Удельный эффективный расход топлива $g_{e \text{ этэ}}$ составляет 274 г/(кВт·ч), удельный эффективный расход ДТ в составе эмульсии $g_{e \text{ дт прив.}} = 185$ г/(кВт·ч). При увеличении значения установочного УОВТ до $\Theta_{\text{впр этэ}} = 23^\circ$ до ВМТ эффективная мощность N_e возрастает до 46,2 кВт, значение удельного эффективного расхода топлива $g_{e \text{ этэ}}$ снижается до 270 г/(кВт·ч), значение удельного эффективного расхода ДТ в составе эмульсии $g_{e \text{ дт прив.}}$ – до 183 г/(кВт·ч). При значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр этэ}} = 26^\circ$ до ВМТ эффективная мощность N_e снижается до 45,2 кВт, значение удельного эффективного расхода топлива $g_{e \text{ этэ}}$ увеличивается до 277 г/(кВт·ч), значение удельного эффективного расхода ДТ в составе эмульсии $g_{e \text{ дт прив.}}$ увеличивается до 187 г/(кВт·ч). При увеличении установочного УОВТ до $\Theta_{\text{впр этэ}} = 29^\circ$ до ВМТ наблюдается снижение эффективной мощности до $N_e = 43,4$ кВт, увеличение удельного эффективного расхода топлива до $g_{e \text{ этэ}} = 288$ г/(кВт·ч), увеличение удельного эффективного расхода ДТ в составе эмульсии до $g_{e \text{ дт прив.}} = 194$ г/(кВт·ч).

Анализ графиков показывает, что при работе на ЭТЭ эффективная мощность двигателя достигает максимального значения $N_e = 46,2$ кВт при значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр этэ}} = 23^\circ$ до ВМТ. Значения удельных эффективных расходов топлива при этом минимальны.

Анализ регулировочной характеристики в зависимости от изменения установочного УОВТ позволяет сделать вывод, что исходя из минимального значения удельного эффективного расхода топлива g_e и минимального удельного эффективного расхода ДТ в составе эмульсии $g_{e \text{ дт прив.}}$ при работе на ДТ и ЭТЭ оптимальным является значение установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр}} = 23^\circ$ до ВМТ. Увеличение установочного УОВТ, равно как и его уменьшение, сопровождается ухудшением показателей экономичности дизеля. Это утверждение справедливо для всех режимов работы.

Изменение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на ДТ и ЭТЭ в зависимости от установочного УОВТ в режиме максимального крутящего момента ($n = 1700$ мин⁻¹, $p_e = 0,69$ МПа) представлено на рисунке 2.

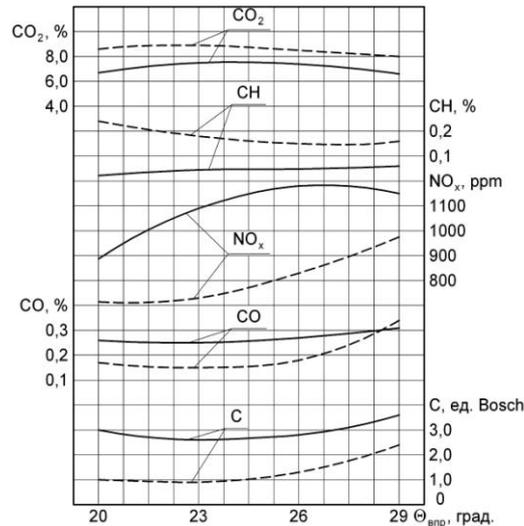


Рис. 2. Изменение экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от установочного УОВТ:
 ————— — дизельный процесс; — — — — ЭТЭ

Для комплексной оценки влияния применения ЭТЭ на экологические показатели дизеля рассмотрим содержание токсичных компонентов в ОГ при различных значениях установочного УОВТ на обоих видах топлива.

Анализ графиков показывает, что при работе дизеля в режиме максимального крутящего момента на ДТ и значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр ДТ}} = 20^\circ$ до ВМТ содержание диоксида углерода CO_2 в ОГ составляет 6,7 %, содержание несгоревших углеводородов CH в ОГ составляет 0,022 %. При работе в данном режиме содержание оксидов азота NO_x в ОГ составляет 887 ppm, содержание оксида углерода CO в ОГ составляет 0,26 %. Дымность ОГ составляет 3,0 ед. по шкале Bosch. При работе на ДТ и значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр ДТ}} = 23^\circ$ до ВМТ содержание CO_2 в ОГ составляет 7,5 %, содержание несгоревших углеводородов CH в ОГ – 0,045 %. Содержание NO_x в ОГ составляет 1090 ppm, содержание оксида углерода CO в ОГ – 0,25 %. Дымность ОГ при $\Theta_{\text{впр ДТ}} = 23^\circ$ до ВМТ снижается до значения 2,6 ед. по шкале Bosch. При увеличении установочного УОВТ до $\Theta_{\text{впр ДТ}} = 26^\circ$ до ВМТ содержание CO_2 в ОГ составляет 7,4 %, содержание CH в ОГ – 0,048 %. При данном значении установочного УОВТ содержание оксидов азота NO_x в ОГ дизеля возрастает до значения 1180 ppm, содержание CO в ОГ – до 0,27 %. Дымность ОГ составляет 2,8 ед. по шкале Bosch.

Анализ графиков показывает, что в случае увеличения установочного УОВТ до $\Theta_{\text{впр ДТ}} = 29^\circ$ до ВМТ при работе на ДТ содержание CO_2 в ОГ снижается до значения 6,6 %, содержание CH в ОГ составляет 0,06 %. Содержание NO_x в ОГ несколько снижается и составляет 1150 ppm, а содержание оксида углерода CO в ОГ возрастает до 0,31 %. Дымность ОГ при $\Theta_{\text{впр ДТ}} = 29^\circ$ до ВМТ увеличивается до 3,6 ед. по шкале Bosch.

Рассмотрим значения экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на ЭТЭ. При значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр ЭТЭ}} = 20^\circ$ до ВМТ содержание CO_2 в ОГ составляет 8,6 %, содержание углеводородов CH в ОГ – 0,24 %. При работе на данном режиме содержание NO_x в ОГ составляет 715 ppm, содержание CO в ОГ – 0,17 %. Дымность ОГ составляет 1,0 ед. по шкале Bosch. При работе на ЭТЭ и значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр ЭТЭ}} = 23^\circ$ до ВМТ содержание CO_2 в ОГ составляет 8,9 %, содержание CH в ОГ – 0,18 %. Содержание NO_x в ОГ составляет 730 ppm, а содержание CO в ОГ – 0,15 %. Дымность ОГ при $\Theta_{\text{впр ЭТЭ}} = 23^\circ$ до ВМТ снижается до 0,9 ед. по шкале Bosch. При значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр ЭТЭ}} = 26^\circ$ до ВМТ содержание диоксида углерода CO_2 в ОГ составляет 8,5 %, содержание несгоревших углеводородов CH в ОГ – 0,15 %. При работе в данном режиме содержание оксидов азота NO_x в ОГ составляет 830 ppm, содержание оксида углерода CO в ОГ – 0,18 %. Дымность ОГ при $\Theta_{\text{впр ЭТЭ}} = 26^\circ$ до ВМТ составляет 1,3 ед. по шкале Bosch. При увеличении установочного УОВТ до $\Theta_{\text{впр ЭТЭ}} = 29^\circ$ до ВМТ содержание CO_2 в ОГ снижается до значения 6,9 %, содержание CH в ОГ составляет 0,16 %. При $\Theta_{\text{впр ЭТЭ}} = 29^\circ$ содержание оксидов азота NO_x в ОГ увеличивается до 975 ppm, содержание CO в ОГ также возрастает до 0,21 %. Дымность ОГ составляет 2,4 ед. по шкале Bosch.

Рассмотрим значения экологических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при переходе с ДТ на ЭТЭ, работающего в режиме максимального крутящего момента при значении установочного УОВТ $\Theta_{\text{впр}} = 23^\circ$ до ВМТ.

Анализ зависимостей показывает, что при работе на ДТ содержание диоксида углерода CO_2 в ОГ составляет 7,5 %, при переходе на ЭТЭ содержание CO_2 в ОГ – 8,9 %. При замене состава топлива происходит увеличение его содержания в 1,2 раза. Содержание углеводородов CH при работе дизеля на ДТ равно 0,045 %, а при работе на ЭТЭ содержание CH составляет 0,18 %. Происходит его увеличение в 4,0 раза. Концентрация оксидов азота NO_x в ОГ при работе дизеля на ЭТЭ ниже, чем при работе на ДТ. При работе в режиме максимального крутящего момента содержание NO_x снижается с 1090 ppm при работе на ДТ до 730 ppm при работе на ЭТЭ. Происходит снижение содержания NO_x в 1,5 раза. Содержание CO в ОГ при работе на ЭТЭ ниже, чем при работе на ДТ: 0,15 % и 0,25 %, соответственно. Происходит его снижение в 1,7 раза. Дымность

ОГ при работе на альтернативном топливе ЭТЭ значительно ниже, чем при работе на ДТ. При работе в режиме максимального крутящего момента дымность ОГ снижается с 2,6 ед. по шкале Bosch при работе на ДТ до 0,9 ед. по шкале Bosch при работе на ЭТЭ. Происходит снижение дымности ОГ на 1,7 ед. по шкале Bosch.

Спирты характеризуются более высокой активностью при горении по сравнению с углеводородами. Основной причиной этого является диссоциация этанола в условиях высоких температур, которая ведет к образованию активных радикалов, облегчающих начало цепной реакции и активизирующих процесс окисления топлива. Диссоциация молекул спирта на радикалы при вводе его в зону горения приводит к значительному снижению концентрации сажи в продуктах сгорания [7].

Выводы

На основе результатов анализа регулировочных характеристик в зависимости от изменения установочного УОВТ и его влияния на эффективные и экологические показатели предложено оптимальное значение установочного УОВТ при работе дизеля на ЭТЭ, равное 23°. Это же значение может быть рекомендовано и для дизельного процесса.

С помощью экспериментальных исследований было установлено, что для применения в тракторном дизеле 4Ч 11,0/12,5 экологического энергоносителя на основе смеси с этиловым спиртом целесообразно использовать эмульсии следующего состава: этанол C_2H_5OH – 25,0%, моюще-диспергирующая присадка сукцинимид С-5А – 0,5 %, вода – 7,0 %, дизельное топливо – 67,5 %.

В целях улучшения экологических показателей тракторного дизеля путем применения этаноло-топливных эмульсий было предложено перспективное решение, позволяющее снизить содержание в отработавших газах оксидов азота на 50,2 %, сажи – в 5,2 раза, диоксида углерода – на 23,8 %, оксида углерода – на 25,0 %, в этом случае экономия нефтяного моторного топлива составляет 32,5 %.

Литература

1. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях: монография / В. А. Марков [и др.]. – М.: ООО НИЦ «Инженер» (Союз НИО), ООО «Онико-М», 2011. – 536 с.
2. Aydin, F. Effects of Ethanol-Biodiesel-Diesel Fuel in Single Cylinder Diesel Engine to engine Performance and Emissions / F. Aydin, H. Ogut // *Renewable Energy*. – 2017. – V.103. – P. 688-694.
3. A Semi-detailed chemical Kinetic Mechanism of Acetone-Butanol-Ethanol (ABE) and Diesel blend for Combustion Simulations / S. Zhang [et al.] // *SAE International Journal of Engines*. – 2016. – V.9. – № 1. – P. 631-640.
4. Datta. A. Impact of Alcohol Addition to Diesel on the Performance Combustion and Emissions of a Compression Ignition Engine / A. Datta, B. K. Mandal // *Applied Thermal Engineering*. – 2016. – V.98. – P. 670-682.
5. Likhanov, V. A. The Study of the Process of Combustion of the Alcohol-Fuel Emulsions and Natural Gas in a Diesel Engine / V. A. Likhanov, O. P. Lopatin // *International Journal of Applied Engineering Research*. – 2018. – V.13. – № 3. – P.1703-1709.
6. Likhanov, V. A. Study of Loading Regimes of Diesel Engines Operating on Natural Gas / V. A. Likhanov, O. P. Lopatin // *International Journal of Applied Engineering Research*. – 2018. – V.13. – № 5. – P.2936-2939.
7. Likhanov, V.A. Use of Natural Gas, Methanol, and Ethanol Fuel Emulsions as Environmentally Friendly Energy Carriers for Mobile Heat Power Plants / V. A. Likhanov, O. P. Lopatin // *Thermal Engineering*. – 2017. – V.64. – № 12. – P.935 - 944.

Сведения об авторах

1. **Лиханов Виталий Анатольевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой тепловых двигателей, автомобилей и тракторов, Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 610017, Киров, Октябрьский проспект, 133;

2. **Лопатин Олег Петрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов, Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 610017, Киров, Октябрьский проспект, 133.

ETHANOL-FUEL EMULSIONS FOR DIESEL TRACTOR

V.A. Likhanov, O.P. Lopatin

*Vyatka State Agricultural Academy
610017, Kirov, Russian Federation*

Abstract. *The paper substantiates the need for the use of ethanol-fuel emulsions as environmental energy carriers for tractor diesel engines. In order to develop, determine and optimize the composition of ethanol-fuel emulsions for tractor diesel, its tests were carried out when working on diesel fuel and ethanol-fuel emulsions. Experimental studies have established that for the use of an ecological energy carrier in a tractor diesel engine based*

on a mixture with ethyl alcohol, it is advisable to use emulsions of the following composition: ethanol C2N5ON – 25.0%, detergent-dispersing additive succinimide C-5A – 0.5%, water – 7.0%, diesel fuel – 67.5%.

This promising solution to improving the environmental performance of a tractor diesel engine by using ethanol-fuel emulsions, which allows to reduce the content in the exhaust gas of nitrogen oxides 50.2%, black 5.2%, carbon dioxide at 23.8 percent, carbon monoxide by 25.0%, thus there is saving of oil fuel is 32.5%.

Key words: biofuels, alcohol, ethanol, emulsion, diesel, toxicity, exhaust gases.

References

1. Ispol'zovanie rastitel'nyh masel i topliv na ih osnove v dizel'nyh dvigatelyah: monografiya / V. A. Markov [i dr.]. – M.: OOO NIC «Inzhener» (Soyuz NIO), OOO «Oniko-M», 2011. – 536 p.
2. Aydin, F. Effects of Ethanol-Biodiesel-Diesel Fuel in Single Cylinder Diesel Engine to engine Performance and Emissions / F. Aydin, H. Ogut // Renewable Energy. –2017. – V.103. – P. 688-694.
3. A Semi-detailed chemical Kinetic Mechanism of Acetone-Butanol-Ethanol (ABE) and Diesel blend for Combustion Simulations / S. Zhang [et al.] // SAE International Journal of Engines. – 2016. – V.9. – № 1. – P. 631-640.
4. Datta. A. Impact of Alcohol Addition to Diesel on the Performance Combustion and Emissions of a Compression Ignition Engine / A. Datta, B. K. Mandal // Applied Thermal Engineering. –2016. – V.98. – P. 670-682.
5. Likhanov, V. A. The Study of the Process of Combustion of the Alcohol-Fuel Emulsions and Natural Gas in a Diesel Engine / V. A. Likhanov, O. P. Lopatin // International Journal of Applied Engineering Research. – 2018. – V.13. – № 3. – P.1703-1709.
6. Likhanov, V. A. Study of Loading Regimes of Diesel Engines Operating on Natural Gas / V. A. Likhanov, O. P. Lopatin // International Journal of Applied Engineering Research. – 2018. – V.13. – № 5. – P.2936-2939.
7. Likhanov, V.A. Use of Natural Gas, Methanol, and Ethanol Fuel Emulsions as Environmentally Friendly Energy Carriers for Mobile Heat Power Plants / V. A. Likhanov, O. P. Lopatin // Thermal Engineering. – 2017. – V.64. – № 12. – P.935 - 944.

Information about authors

1. **Likhanov Vitaly Anatolievich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vyatka State Agricultural Academy, Head of the Department of Heat Engines, Automobiles and Tractors, Russian Federation, 610017, Kirov, October prospect, 133;

2. **Lopatin Oleg Petrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Heat Engines, Automobiles and Tractors, Vyatka state agricultural Academy, Russian Federation, 610017, Kirov, October prospect, 133.

УДК 620.193.23

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОРРОЗИИ СТАЛИ СТ.3 И ЦИНКА В ВОДНОЙ СРЕДЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ И ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

В.С. Павлов¹⁾, А.Г. Смирнов¹⁾, И.А. Павлов²⁾

¹⁾Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
428003, Чебоксары, Российская Федерация

²⁾Чебоксарский институт (филиал) Московского политехнического университета
428000, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены результаты исследования скорости коррозии стали Ст.3 в водной среде животноводческих помещений. Коррозия оборудования и средств механизации, изготовленных из сталей разных марок, в животноводческих помещениях в значительной степени зависит от минерального состава водной среды. Нормируемыми параметрами, формирующими микроклимат помещений при содержании крупного рогатого скота, свиней, овец, являются: углекислый газ (CO_2), аммиак (NH_3), сероводород (H_2S), окись углерода (CO). Природная питьевая вода в своем составе содержит более 70 химических элементов, главными из которых являются три катиона (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+) и три аниона (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-), поэтому процесс коррозии металлов в этих условиях становится многофакторным. Кинетика коррозии деталей оборудования, применяемого в животноводстве и птицеводстве, при многофакторном воздействии компонентов водной среды, в частности, Cl^- , CO_2 , NH_3 , солей жесткости (катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}), а также SO_4^{2-} , недостаточно изучена, поэтому возникает необходимость разработки надежных методов противокоррозионной защиты. В работе исследовано влияние компонентов водной среды следующих концентраций: C_{Cl^-} , $C_{HCO_3^-}$, $C_{NH_4^+}$, $C_{SO_4^{2-}}$, солей жесткости $C_{сж}$, – на коррозионное поведение стали Ст.3. Содержание остаточного активного хлора определяли йодометрическим методом, концентрацию углекислого газа – с использованием титрованных растворов едкого бария и щавелевой кислоты, содержание аммиака в воде – фотометрическим методом.