

*И.В. Парсаданов, д-р техн. наук, А.А. Теплицкий, инж.,
В.В. Солодовников, канд. техн. наук, С.Ю. Велик, инж.*

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ В АВТОТРАКТОРНОМ ДИЗЕЛЕ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ. (ЧАСТЬ I)

Введение. Водотопливные эмульсии представляют собой систему, включающую в себя воду, которая является дисперсной фазой с диаметром капель 0,1...10 мкм, и топливо, являющейся дисперсной средой. Такие эмульсии носят название «эмульсии обратного типа» (вода в топливе), исключают контакт металлических поверхностей топливной аппаратуры и стенок трубопроводов с водой. Водотопливные эмульсии получают в гомогенизаторах и диспергаторах. Важным показателем качества эмульсий является стабильность. Стабильность эмульсий обеспечивается добавкой в нее поверхностно-активных веществ (ПАВ) – эмульгаторов. Применение водотопливных эмульсий не требует конструктивных переработок дизеля и позволяет заметно улучшить экологические характеристики двигателей внутреннего сгорания [1 – 5].

В научно-инвестиционной компании «Корал Инвест Технологии» на основе углеводородных соединений разработан эмульгатор, позволяющий при незначительном его добавке (2...4 % по массе) обеспечивать стабильность эмульсии в течение длительного времени. Водотопливные эмульсии с данным эмульгатором получили название – топливо экологическое дизельное (ТЭД).

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по оценке влияния ТЭД на показатели токсичности и дымности отработавших газов автотракторного дизеля.

Цель исследований определить концентрацию в отработавших газах оксидов азота, оксида углерода, газообразных углеводородов и дымность отработавших газов при работе автотракторного дизеля на ТЭД с различными концентрациями воды (до 31,2 % по массе) и уровнем диспергации.

Объектом исследований был выбран дизель 4ЧН 12/14 (СМД-19Т) с непосредственным впрыскиванием топлива, газотурбинным наддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха.

Методика исследований. Исследования дизеля с различными вариантами ТЭД проведены на стенде научно-исследовательской лаборатории кафедры ДВС НТУ «ХПИ» по нагрузочным характеристикам при частотах вращения коленчатого вала $n = 1000, 1500, 2000 \text{ мин}^{-1}$. Максимальные значения мощности на каждой из n соответствовали мощности по внешней характеристике дизеля. Промежуточные значения – мощностям, соответствующим 0,75, 0,50, 0,25 и 0,10 максимальной мощности. Установочный угол опережения впрыскивания топлива при исследованиях не изменялся. Исследования проведены при температуре окружающей среды +10...+15 °С.

Дизель исследовался: на стандартном дизельном топливе (ДТ), ТЭД с содержанием воды 12,3 % по массе (ТЭД-12,3-0), ТЭД с содержанием воды 19,4 % по массе (ТЭД-19,4-0), ТЭД с содержанием воды 23,2 % по массе (ТЭД-23,2-0), ТЭД с содержанием воды 23,2 % по массе (ТЭД-23,2-1), ТЭД с содержанием воды 23,2 % по массе (ТЭД-23,2-2), ТЭД с содержанием воды 31,2 % по массе (ТЭД-31,2-0). Индексы 0, 1, 2 в обозначениях ТЭД указывают на уровень диспергации: 0 – грубая диспергация (средний диаметр капель воды в ТЭД 8...9 мкм), 1 – улучшенная диспергация (средний диаметр капель воды в ТЭД 5...6 мкм), 2 – тонкая диспергация (средний диаметр капель воды в ТЭД 2...3 мкм). Основные характеристики топлив приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики исследованных ТЭД

Условное обозначение ТЭД	ρ^{20} , г/см ³	ν^{20} , сСт	Массовое содержание ДТ, %	Массовое содержание ПАВ, %	Массовое содержание Н ₂ О, %
ТЭД-12,3-0	0,8457	5,97	85,4	2,3	12,3
ТЭД-19,4-0	0,854	6,57	77,3	3,3	19,4
ТЭД-23,2-0	0,862	6,7	73,4	3,4	23,2
ТЭД-23,2-1	0,862	7,25	73,4	3,4	23,2
ТЭД-23,2-2	0,862	7,99	73,4	3,4	23,2
ТЭД-31,2-0	0,8746	10,42	64,7	4,1	31,2

Результаты исследований. Зависимости концентрации токсичных веществ в отработавших газах и дымности отработавших газов от содержания воды в ТЭД на режимах максимальной мощности при частотах вращения коленчатого вала $n = 2000, 1500$ и 1000 мин^{-1} приведены на графиках (рис.1...4). Приведенные данные свидетельствуют о том, что применение ТЭД в качестве топлива позволяет существенно улучшить экологические показатели дизеля.

Замедление реакций образования NO_x , связанного с нагревом, испарением воды и перегревом пара в цилиндре дизеля, приводит к снижению концентрации NO_x в отработавших газах. На всех исследованных частотах вращения коленчатого вала концентрация оксидов азота в отработавших газах с увеличением количества воды в ТЭД уменьшилась. На режимах максимальной мощности концентрация NO_x уменьшилась в 1,2...1,7 раза при применении ТЭД-19,4-0 и в 1,6...3,2 раз при применении ТЭД-31,2-0 в сравнении с работой дизеля на ДТ. Со снижением частоты вращения коленчатого вала концентрация оксидов азота снижается более заметно.

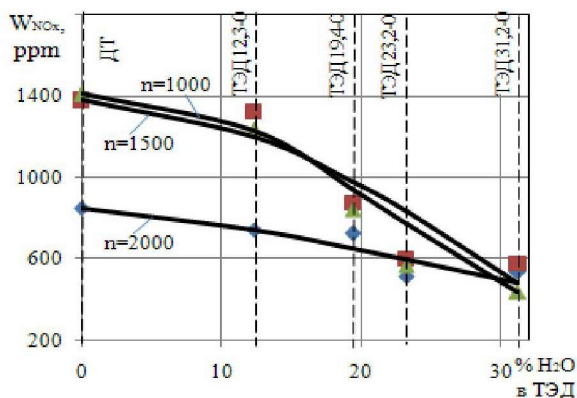


Рис. 1. Зависимости концентрации оксидов азота в отработавших газах от содержания воды в ТЭД

Также позитивное влияние оказывает ТЭД на концентрацию в отработавших газах оксида углерода. На режимах максимальной мощности уменьшение концентрации оксида углерода составляет 1,3...1,4 раза при использовании ТЭД-19,4-0 и 1,6...2,3 раза при использовании ТЭД-31,2-0 в сравнении с работой дизеля на ДТ. Влияние ТЭД на концентрацию газообразных углеводородов в отработавших газах дизеля неоднозначно и незначительно. Изменение концентрации газообразных углеводородов на каждом из исследован-

ных режимов для всех ТЭД не превышает 50 –60 млн^{-1} .

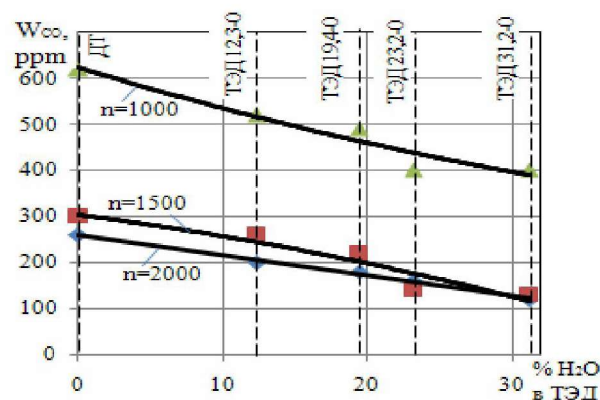


Рис. 2. Зависимости концентрации оксида углерода в отработавших газах от содержания воды в ТЭД

Вместе с тем можно отметить тенденцию к росту концентрации газообразных углеводородов при увеличении концентрации воды в ТЭД при номинальной частоте вращения и к уменьшению ее при частоте вращения коленчатого вала, соответствующей максимальному крутящему моменту.

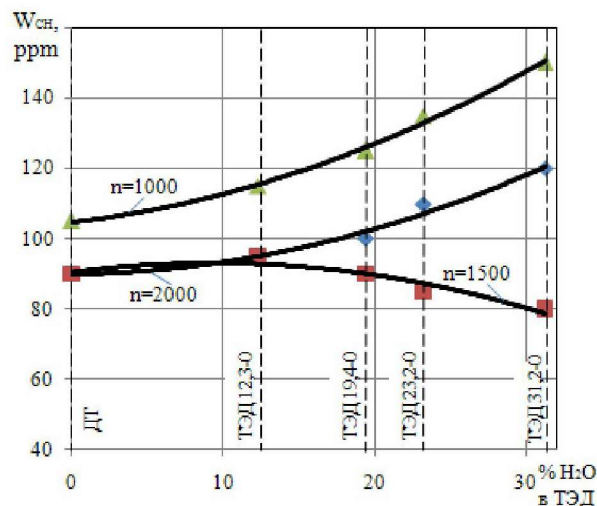


Рис. 3. Зависимости концентрации газообразных углеводородов в отработавших газах от содержания воды в ТЭД

Беспорным преимуществом использования ТЭД в дизеле является ее влияние на дымность отработавших газов. На режимах максимальной нагрузки уменьшения дымности отработавших газов составляет 1,3...1,4 раз при использовании ТЭД-19,4-0 и 1,3...2,7 раз при использовании ТЭД-31,2-0. Со снижением частоты вращения коленчатого вала уменьшения дымности отработанных газов растет.

На экологические показатели дизеля оказывает влияние не только содержание воды в ТЭД, но и уровень ее дисперсности.

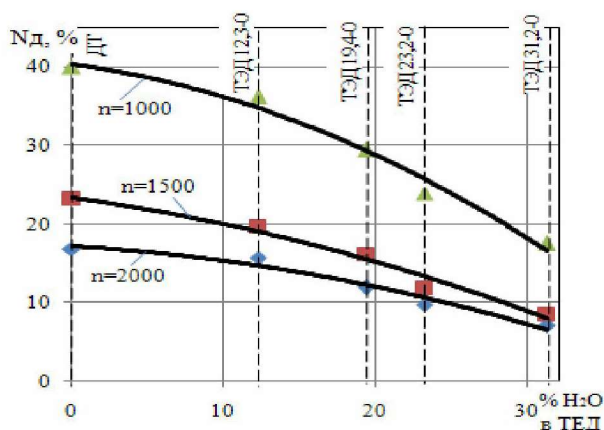


Рис. 4. Зависимости дымности отработавших газов от содержания воды в ТЭД

Для определения влияния уровня дисперсности на концентрацию токсичных веществ в отработавших газах и дымность отработавших газов проведены исследования дизеля при работе на ТЭД-23,2. Результаты проведенных исследований на режимах максимальной мощности при частотах вращения коленчатого вала $n = 2000, 1500$ и 1000 мин^{-1} с тремя уровнями дисперсности (грубая, улучшенная и тонкая) приведены на рис. 5.

Анализируя полученные данные можно отметить, что уровень дисперсности 0 и 1 практически не оказывает влияние на экологические показатели дизеля. При обеспечении тонкой дисперсности (средний диаметр капель воды в ТЭД $1...2 \text{ мкм}$) на режимах максимальной мощности в отработавших газах возрастает концентрация оксидов азота на $60...160 \text{ ppm}$, снижается концентрация оксида углерода на $20...30 \text{ ppm}$ и дымность отработавших газов – на 2% по шкале дымомера.

Выводы

1. Применение ТЭД в качестве топлива без изменения конструкции и регулировок автотракторных дизелей обеспечивает эффективное снижение уровня загрязнения окружающей среды токсичными компонентами отработавших газов. На режимах максимальной мощности:

- концентрация в отработавших газах оксидов азота снижается в 1,3...3,5 раза, концентрация оксида углерода снижается в 1,3...2 раза;
- дымность отработавших газов снижается в 1,6...2,5 раза.

2. Более тонкая дисперсность ТЭД снижает концентрацию в отработавших газах оксида угле-

рода и дымность отработавших газов, но увеличивает концентрацию оксидов азота.

3. Влияние ТЭД и уровня его дисперсности на концентрацию в отработавших газах газообразных углеводородов незначительно и неоднозначно

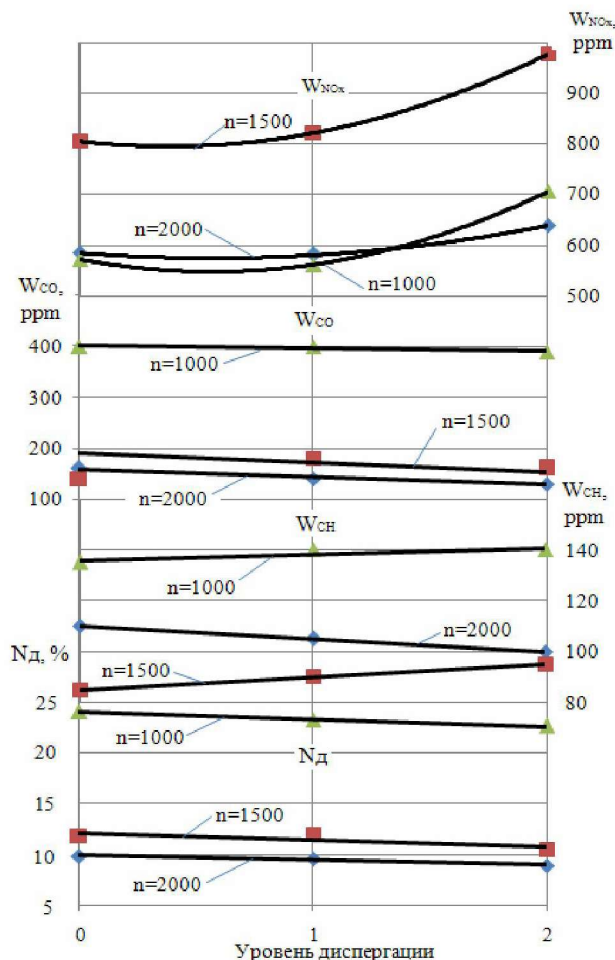


Рис.5. Зависимости концентрации вредных веществ и дымности отработавших газов от уровня дисперсности ТЭД

Список литературы:

1. Гладков О.А. Создание малотоксичных дизелей речных судов / О.А. Гладков, Е.Ю. Лерман – Л.: Судостроение, 1990. – 112 с.
2. Сомов В.А. О применении водотопливных эмульсий в дизелях / В.А. Сомов, Двигателестроение.–1988.– № 3.– С. 35–37.
3. Парсаданов И.В. Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия. / И.В. Парсаданов – Х.: Издат. центр НТУ «ХПИ», 2003.– 244 с.
4. Ceccarelli Ulderico. Metti l'emulsistem nel tuo motor // Tecnol. Serv. Pubbl.– 1987.– 7.– № 5.– P 52 – 54, 58 – 59.
5. Zhang T. Experimental study on water particles in the combustion of marine four-stroke diesel engine operated with emulsified fuels. / T. Zhang, H. Okada, T.Tsukamoto, K. Ohe – Paper № 193. – CIMAC 2007. – Vienna.

Bibliography (transliterated):

1. Gladkov O.A. Sozdanie malotoksichnyh dizelej rechnyh sudov / O.A. Gladkov, E.Ju. Lerman – L.: Sudostroenie, 1990. – 112 s. 2. Somov V.A. O primenenii vodotoplivnyh jemul'stij v dizeljah / V.A. Somov, Dvigatelistroenie.–1988.– № 3.– S. 35–37. 3. Parsadanov I.V. Povyshenie kachestva i konkurentosposobnosti dizelej na osnove kompleksnogo toplivno-jekologicheskogo kriterija. / I.V. Parsadanov

– Harkov: izdat. centr NTU "HPI", 2003.– 244 s. 4. Ceccarelli Ulderico. Metti l'emulsistem nel tuo motor // Tecno. Serv. Publ.– 1987.– 7.– № 5.– P 52–54, 58–59. 5. Zhang T. Experimental study on water particles in the combustion of marine four-stroke diesel engine operated with emulsified fuels. / T. Zhang, H. Okada, T. Tsukamoto, K. Ohe – Paper № 193. – CIMAC 2007. – Vienna.

УДК 621.433:621.436.068

И.В. Парсаданов, д-р техн. наук, А.А. Теплицкий, инж., И.Н. Карягин, инж., В.В. Солодовников, канд. техн. наук, С.А. Кравченко, канд. техн. наук, П.Г. Ходак, инж.

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ В АВТОТРАКТОРНОМ ДИЗЕЛЕ. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ. (ЧАСТЬ II)

Введение. В первой части статьи приведены результаты экспериментальных исследований по оценке влияния водотопливных эмульсий, изготовленных научно-инвестиционной компанией «Корал Инвест Технологии» на основе стандартного дизельного топлива производства Кременчугского НПЗ (ДСТУ 4840-2007) с добавками эмульгатора, на показатели токсичности и дымности отработавших газов автотракторного дизеля. Изготовитель дал название этому топливу – ТЭД (топливо экологическое дизельное). Основным преимуществом ТЭД перед другими водотопливными эмульсиями является высокая стабильность при хранении. Например, проба ТЭД12,3-0, полученного на основе дизельного топлива с добавкой 2,3 % по массе эмульгатора, сохранила свою стабильность на протяжении проведения исследований в научно-исследовательской лаборатории кафедры ДВС НТУ «ХПИ» в течение более 2000 часов.

Во второй части статьи приведены данные о влиянии ТЭД на энергетические и экономические показатели дизеля.

Цель исследований оценить расхода топлива и мощность автотракторного дизеля при работе на ТЭД с различными концентрациями воды и уровнем диспергации.

Объект и методика исследований. Исследования проведены на дизеле 4ЧН 12/14 (СМД-19Т). Методика исследований приведена в первой части статьи, там же даны сведения об основных характеристиках топлив.

Результаты исследований. Влияние ТЭД на экономические показатели дизеля.

Зависимости часовых расходов ДТ и ТЭД от содержания воды в ТЭД на режимах максимальной мощности дизеля по внешней характеристике при

частотах вращения коленчатого вала $n = 2000, 1500$ и 1000 мин^{-1} приведены на графиках (рис.1 и 2).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что с увеличением состава воды часовой расход ТЭД возрастает. Для обеспечения номинальной мощности ($n = 2000 \text{ мин}^{-1}$) при работе на ТЭД19,4-0 необходимо увеличить часовой расход эмульсии на 4,8 кг/ч в сравнении с ДТ. При работе на ТЭД31,2-0 – на 9,6 кг/ч. Для обеспечения максимального крутящего момента ($n = 1500 \text{ мин}^{-1}$) при работе на ТЭД19,4-0 необходимо увеличить часовой расход эмульсии на 3,6 кг/ч в сравнении с ДТ. При работе на ТЭД31,2-0 – на 7,5 кг/ч.

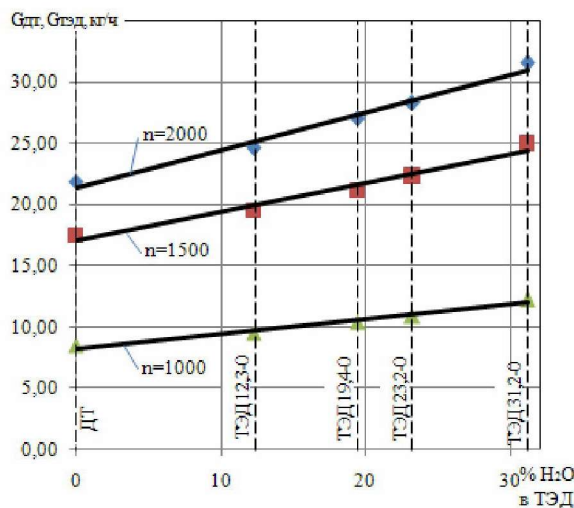


Рис. 1 Зависимости часовых расходов ДТ и ТЭД от содержания воды в ТЭД

Одновременно, как это видно из рис. 2, расход ДТ в ТЭД при увеличении содержания воды уменьшается. Наиболее эффективно с точки зрения экономии ДТ использование ТЭД с содержанием воды 15...25 %. При работе дизеля на ТЭД19,4-0 на режиме номинальной мощности расход ДТ умень-