

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ НА МИКРОГЕТЕРОГЕННОЙ ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ

С.П. Андриященко, В.В. Попков, С.В. Титов, Г.С. Юр

Приведены результаты экспериментального исследования дизеля Ч 10,5/12 при работе на дизельном топливе, грубой и микрогетерогенной водотопливной эмульсии по нагрузочной характеристике.

Ключевые слова: дизель, водотопливная эмульсия, экспериментальные исследования, нагрузочная характеристика.

Введение

Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 марта 2011 г. Россия присоединилась к Международной Конвенции МАРПОЛ 73/78. В соответствии с требованиями Технического Кодекса, являющегося составной частью МАРПОЛ 73/78, за период с 2011 по 2016 годы предельные значения средневзвешенных выбросов оксидов азота должны быть сокращены почти в 3,5 раза [1].

Одним из эффективных способов уменьшения выбросов вредных веществ с отработавшими газами судовых дизелей считается использование в качестве присадки к топливу воды в виде эмульсии [2]. Этот способ не требует значительных капитальных вложений и существенных изменений в конструкции находящихся в работе дизелей.

В нашей стране, в конце прошлого века, большой объем работ по применению на речном флоте ВТЭ (тяжелое топливо+вода) выполнен коллективом Новосибирской государственной академии водного транспорта под руководством О.Н. Лебедева и в Центральном научно-исследовательском дизельном институте [3, 4].

За рубежом двигателестроительные корпорации MAN Diesel & Turbo SE и Mitsubishi с целью сокращения вредных выбросов в судовых дизелях также широко используют ВТЭ. Японскими учеными отмечено [5], что с уменьшением диаметра частиц воды в ВТЭ (d_w), уменьшается концентрация оксидов азота в отработавших газах (рисунок 1а), но одновременно с этим увеличивается удельный эффективный расход топлива (рисунок 1б).

Экспериментальные исследования

Для проверки этих результатов были проведены исследования, на отсеке одноцилиндрового дизеля Ч 10,5/12 с камерой сго-

рания в поршне, результаты которых приводятся ниже.

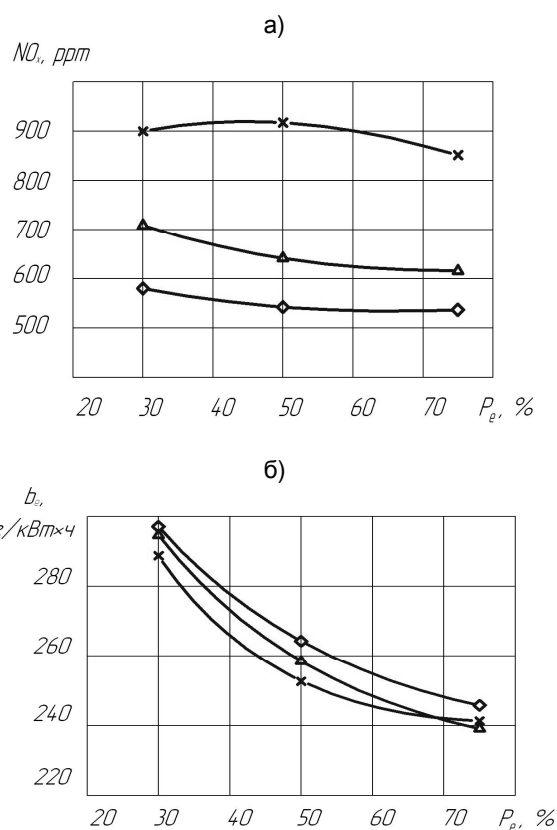


Рисунок 1 – Нагрузочная характеристика дизеля (частота вращения коленвала 1200 мин^{-1}): NO_x – концентрация оксидов азота, ppm; b_e – удельный эффективный расход топлива, г/кВт*ч; d_w – диаметр частиц воды в ВТЭ, мкм. x – дизельное топливо; ◇ – $d_w = 3,9$ мкм; ▲ – $d_w = 7,7$ мкм

Для приготовления микрогетерогенной эмульсии (дизельное топливо+вода) была

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ НА МИКРОГЕТЕРОГЕННОЙ ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ

спроектирована и изготовлена специальная установка. В установке для дробления и стабилизации эмульсии использованы процесс кавитации, постоянное магнитное поле и высоковольтный электрический заряд. В качестве поверхностно активного веществ применялся мазут [6].

На рисунке 2 представлены результаты сравнительных испытаний дизеля на дистиллятном дизельном топливе ГОСТ 305-82 «Л» и на грубой эмульсии с содержанием воды 5 и 15 %. Примем к сведению, что оптимальное содержание воды в ВТЭ (дизельное топливо + вода) составляет 15–17 % [3].

Из приведенных графиков видно, что с увеличением количества воды в эмульсии

уменьшается концентрация всех нормируемых веществ в отработавших газах и температура отработавших газов.

Отметим, что сокращение содержания оксидов азота в 1,3 раза, при работе на грубой эмульсии влечет увеличение удельного эффективного расхода топлива на 8%.

Исследуем возможность дальнейшего сокращения концентрации загрязняющих веществ посредством применения микрогетерогенной водотопливной эмульсии диаметром капель воды менее 3 мкм.

На рисунке 3 приведены результаты испытаний отсека на дизельном дистиллятном топливе, грубой и микрогетерогенной ВТЭ с содержанием воды 15%.

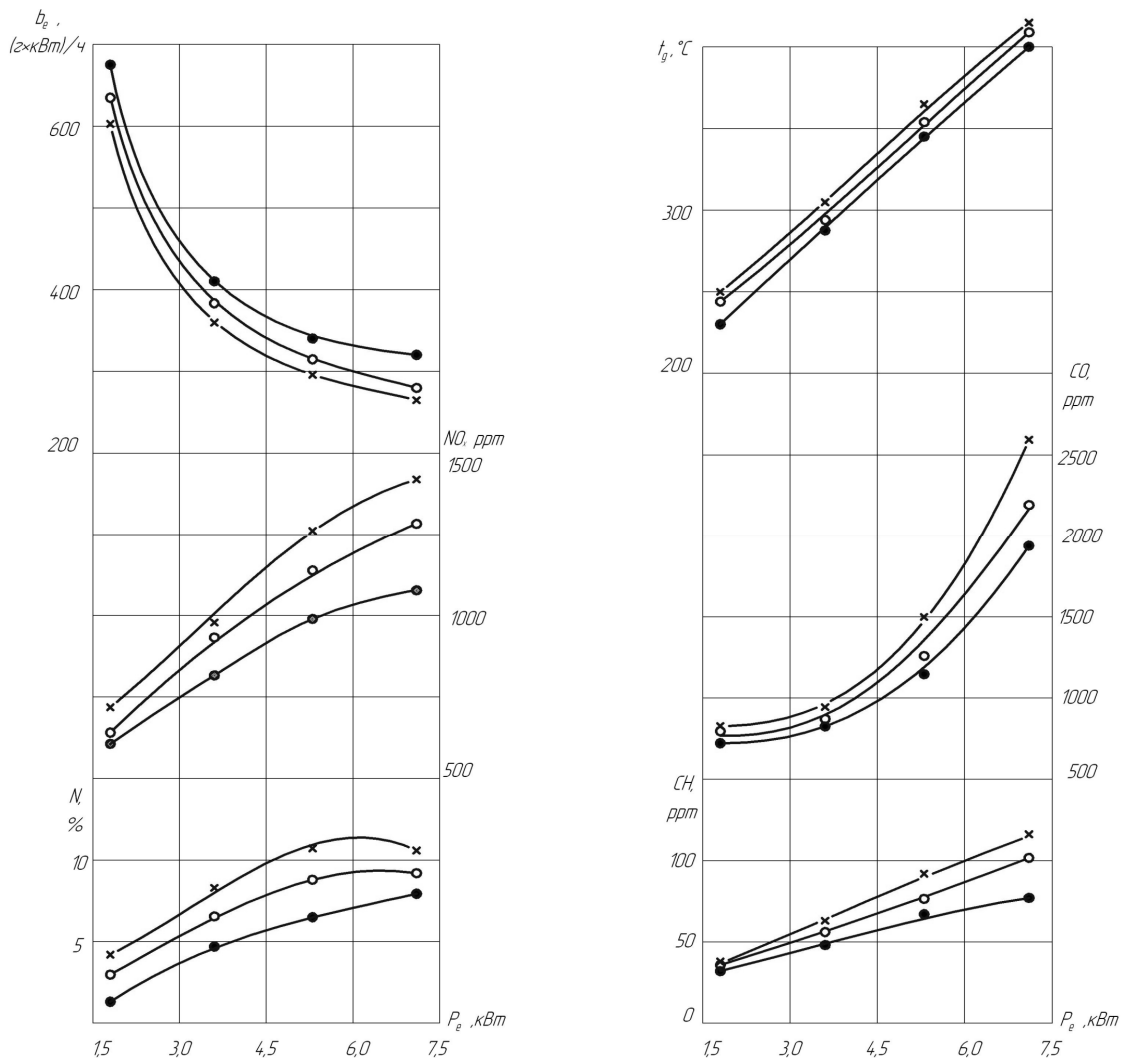


Рисунок 2 – Нагрузочные характеристики дизеля при частоте вращения коленвала 1500 мин⁻¹:
 N – дымность отработавших газов по шкале Hartrige, %; t_g – температура отработавших газов, °C;
 CO – концентрация оксида углерода, ppm; CH – концентрация углеводородов, ppm.
 x – дизельное топливо;

○ – ВТЭ с содержанием воды 5 %; ● – ВТЭ с содержанием воды 15 %

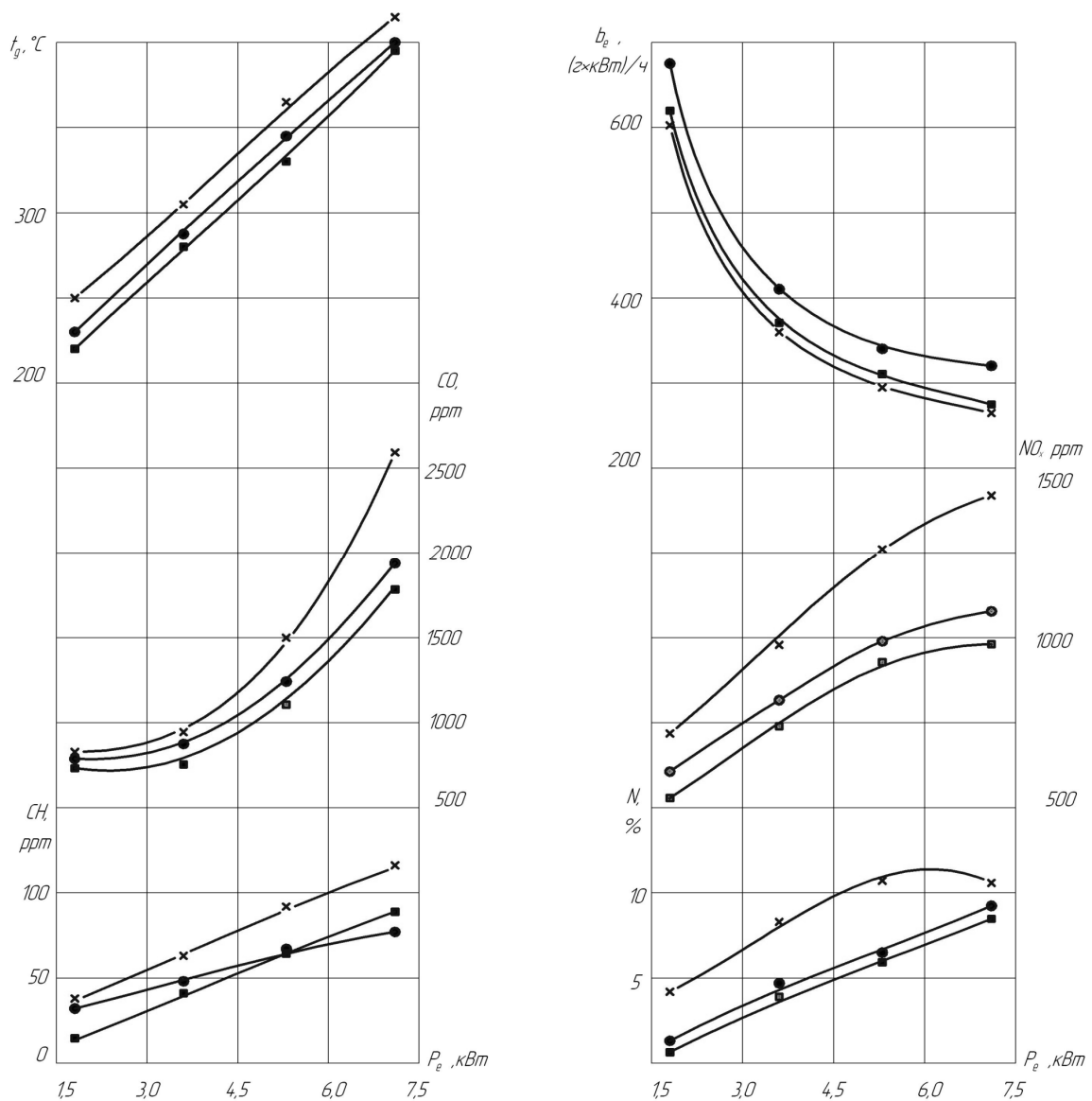


Рисунок 3 – Нагрузочные характеристики дизеля при частоте вращения коленчатого вала 1500 мин⁻¹:
 x – дизельное топливо;

- – ВТЭ с содержанием воды 15 % ($d_w = 10-15 \text{ мкм}$);
- – ВТЭ с содержанием воды 15 % (d_w менее 3 мкм)

Из приведенного данных видно, что при использовании на полученной нами микрогетерогенной эмульсии количество NO_x сократилось в 1,5 раза, а расход топлива увеличился в сравнении с дизельным топливом всего на 1-1,5 %, что находится в пределах ошибки измерения.

Различия полученных нами экспериментальных результатов с данными [5] (рисунок 1) можно объяснить разными способами получения микрогетерогенных эмульсий и, следовательно, их различными свойствами.

Выводы

В результате выполненных исследований можно сделать вывод о том, что применение микрогетерогенной эмульсии для сокращения выбросов вредных веществ в отработавших газах судовых дизелей является целесообразным и может быть рекомендовано к практическому применению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Международная Конвенция по предотвращению загрязнения судов 1973 года, измененная

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3/1 2012

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ НА МИКРОГЕТЕРОГЕННОЙ ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ

протоколом к ней от 1978 года (МАРПОЛ 73/78) / книга III. – СПб.: ЗАО ЦИИМФ. 2009. – 304 с.

2 Pounders. Marin Diesel Engines and Gas Turbines. Eighth edition. Elsevier Butterwoth–Heimemann. Linacre House. Jordan Hill. Oxford OX2 8DP. – 2004. – 884 p.

3 Лебедев, О.Н. Водотопливные эмульсии в судовых дизелях / О.Н. Лебедев, В.А. Сомов, В.Д. Сисин.– Л.: Судостроение, 1988. – 328 с.

4 Сомов, В.Д. Судовые многотопливные двигатели / В.А. Сомов, Ю.И. Ищук.- Л.: Судостроение, 1984 –240 с.

5 Zhang T., Okada H., Tsukamoto T., Ohe K. Experimental study on water particles action in the combustion of marine four-stroke diesel engine operated with emulsified fuels // Paper № 193, CIMAC, 2007, Vienna.

6 Андриященко, С.П. Установка для получения микрогетерогенной эмульсии / С.П. Андриященко и др. // Научн. проблемы трансп. Сибири и Дальнего Востока.- Новосибирск, 2012.- № 1.- С. 285-287.

Андриященко С.П., аспирант

Попков В.В., аспирант

Титов С.В., к.т.н., доц., доцент

Юр Г.С., д.т.н., проф., заведующий

кафедрой «Судовые ДВС»

ФБОУ ВПО «Новосибирская государственная

академия водного транспорта»,

630099, Новосибирск, ул. Щетинкина, 33,

тел. (83832) 210274.

УДК 621.436

АНАЛИЗ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ВИХРЕКАМЕРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

С.В. Титов, Г.С. Юр

В результате проведенного анализа показано, что одним из явлений способствующих многократному сокращению выбросов твердых частиц размерами более 2 мкм, содержащихся в отработавших газах вихрекамерного дизеля, являются газодинамические колебания, возбуждаемые в процессе горения распыленного топлива.

Ключевые слова: двигатель, рабочий процесс, вихрекамерный дизель, газодинамические колебания.

В Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова под руководством профессора А.Л. Новосёлова был выполнен большой цикл исследований по изучению структуры и состава твердых частиц в отработавших газах вихрекамерного дизеля [1 - 3].

Исследования влияния давления впрыскивания топлива показали, что при прочих равных условиях наблюдалось изменение дисперсного состава и содержания твердых частиц в зависимости от регулировки давления начала впрыска топлива в пределах от 12 МПа до 17,5 МПа. При повышении давления содержание мелких частиц размером 0–2 мкм сохраняется на одном уровне. Содержание частиц размером 2-4 мкм и 4-6 мкм уменьшается соответственно в 1,57 и 2,8 раза, а содержание частиц размером свыше 10 мкм снижается приблизительно в 9 раз [2].

При уменьшении продолжительности впрыскивания топлива с 28 до 21 градуса

ПКВ частотность появления частиц размером 0–2 мкм практически не изменяется. Частотность появления частиц 4-6 мкм возрастает в три раза, 6-8 мкм - в 4,5 раза, а появления частиц размером свыше 10 мкм увеличивается с 0 до 8 [1]. В обоих случаях видно, что с увеличением количества топлива, подаваемого в предкамеру в единицу времени, наблюдается уменьшение до минимума количества крупных частиц. Объясняется это тем, что у вихрекамерного дизеля частицы сажи меньше подвергнуты сублимации.

Не отрицая принятого авторами обоснования полученных ими результатов, мы предлагаем свое объяснение процессам, происходящим в вихрекамерном дизеле.

Согласно гипотезе, предложенной Д.Д. Брозе [4], вихрекамерный дизель с точки зрения акустики представляет собой колебательную систему, состоящую из двух объемов, соединенных между собой каналом (рисунки 1).