

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Бравикова Ирина Валерьевна

студент Российского государственного гидрометеорологического университета, РФ, г. Санкт-Петербург

Алексеев Денис Константинович

научный руководитель, доцент, Российский государственный гидрометеорологический университет, РФ, г. Санкт-Петербург

Проблема экологической безопасности автомобильного транспорта, и в первую очередь двигателей внутреннего сгорания (ДВС), является составной частью экологической безопасности страны. Значимость и острота этой проблемы растут с каждым годом. Необходимо отметить, что с точки зрения наносимого экологического ущерба автотранспорт лидирует во всех видах негативного воздействия: загрязнение воздуха – 95 %, шум – 49,5 %, воздействие на климат – 68%. Токсичные компоненты отработавших газов (ОГ) двигателей, попадая в атмосферу, наносят непоправимый ущерб окружающей среде. В связи с этим остро встает вопрос использования альтернативных и, в особенности, возобновляемых, экологически безопасных видов топлива. Из числа известных энергоносителей несомненный интерес представляет топливо из возобновляемых источников и в первую очередь спирты.

В соответствии с методикой, целью и задачами исследования был выполнен комплекс работ по изучению влияния применения этанола в качестве моторного топлива для дизеля 2Ч 10,5/12,0 при номинальной частоте вращения $n = 1800$ мин⁻¹ и при частоте максимального крутящего момента $n = 1400$ мин⁻¹. При двойной системе топливоподачи этанола в цилиндры дизеля (ДСТ) большое влияние на мощностные и токсические показатели дизеля оказывают диаметр и правильная ориентация сопловых отверстий распылителей, диаметр которых выбирается из условия обеспечения требуемой дальности топливного факела. По результатам расчетов на Ногинском заводе топливной аппаратуры была изготовлена опытная партия распылителей с различными диаметрами сопловых отверстий и измененной геометрией углов впрыскивания. Для подачи запальной порции ДТ используются форсунка ФД-22 с оригинальными распылителями и дополнительный топливный насос высокого давления (ТНВД). Штатная форсунка используется для подачи этанола. Нагрузочные характеристики дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на этаноле с ДСТ при $n = 1400$ мин⁻¹ показывают, что при увеличении нагрузки растет суммарный часовой расход топлива при работе на этаноле. В то же время расход ДТ остается неизменным, поскольку нагрузочный режим изменяется за счет подачи этанола. Так, на номинальном режиме при $p_e = 0,594$ МПа и работе на ДТ $G_{ДТ} = 4,26$ кг/ч, а при работе на этаноле с ДСТ расход ДТ составляет 0,50 кг/ч (экономия 88,3 %). Минимальный удельный эффективный расход топлива достигается при $p_e = 0,50$ МПа и составляет $g_e = 256$ г/(кВт·ч) при работе на ДТ. При использовании этанола с ДСТ минимальный суммарный удельный эффективный расход топлива $g_{e\Sigma} = 379$ г/(кВт·ч) достигается при $p_e = 0,550$ МПа. При увеличении нагрузки до $p_e = 0,594$ МПа удельный эффективный расход топлива увеличивается: для опытного дизеля до $g_e = 264$ г/(кВт·ч), а при работе на этаноле $g_{e\Sigma} = 382$ г/(кВт·ч), что объясняется меньшей, чем у ДТ, теплотой сгорания этанола. Эффективный КПД η_e , учитывающий теплотворную способность топлива при работе дизеля на этаноле с ДСТ, несколько отличается от значений опытного дизеля. На малых нагрузках при работе на этаноле КПД имеет меньшие значения, чем у опытного дизеля, в то время как на больших нагрузках эффективный КПД несколько больше. При увеличении нагрузки до $p_e = 0,635$ МПа для опытного дизеля $\eta_e = 0,295$, а при работе дизеля на этаноле с ДСТ $\eta_e = 0,320$. Увеличение эффективного КПД обусловлено

большой полнотой сгорания топливовоздушной смеси. Температура ОГ при работе дизеля на этаноле уменьшается во всем диапазоне нагрузок, и с увеличением нагрузки это уменьшение становится заметнее. Если при $p_e = 0,115$ МПа $t_g = 200$ °С как при работе на ДТ, так и при работе на этаноле, то при нагрузке $p_e = 0,594$ МПа температура ОГ для дизеля составляет 500 °С, а при работе на этаноле с ДСТ $t_g = 440$ °С. Изменение содержания основных токсичных компонентов ОГ дизеля представлено на содержание оксидов азота NOx в ОГ при работе дизеля на этаноле с ДСТ существенно ниже, чем при работе на ДТ во всем диапазоне изменения нагрузки. Так, при $p_e = 0,115$ МПа содержание оксидов азота в ОГ снижается с 490 ppm при работе на ДТ до 425 ppm при работе на этаноле с ДСТ или на 13,3 %. При $p_e = 0,594$ МПа снижение содержания NOx в ОГ еще более существенно. Если при работе на ДТ содержание NOx в ОГ составляет 730 ppm, то при этой же нагрузке, но при работе на этаноле с ДСТ 600 ppm. При максимальных нагрузках ($p_e = 0,692$ МПа) происходит снижение от 720 ppm при работе дизеля на ДТ до 585 ppm при работе дизеля на этаноле с ДСТ. Существенно уменьшается в ОГ содержание сажи при работе дизеля на этаноле с ДСТ во всем диапазоне нагрузок. Так, при $p_e = 0,115$ МПа оно снижается с 0,80 ед. (здесь и далее по шкале bosch) при работе дизеля на ДТ до 0,11 ед. при работе на этаноле с ДСТ. При максимальных нагрузках ($p_e = 0,692$ МПа) содержание сажи в ОГ уменьшается от 8,0 ед. при работе на ДТ до 0,5 ед. при работе дизеля на этаноле с ДСТ или в 15,1 раза. Содержание углеводородов при работе дизеля на ДТ при увеличении нагрузки растет, а при работе на этаноле сначала незначительно снижается, а затем возрастает. При $p_e = 0,115$ МПа и работе дизеля на этаноле с ДСТ значение СН в ОГ составляет 0,04 %, а при работе на ДТ - 0,01 %. Затем их содержание при работе дизеля на этаноле с ДСТ незначительно снижается до 0,036 % при $p_e = 0,230$ МПа. При работе на ДТ и этаноле они сравниваются и составляют 0,057 % при $p_e = 0,580$ МПа. Затем величина СН возрастает до 0,106 % при работе на этаноле с $p_e = 0,692$ МПа, в то время как при работе дизеля на ДТ она составляет 0,130 %. Необходимо отметить, что при работе дизеля на этаноле с ДСТ возрастает содержание СО в ОГ на малых и средних нагрузках до $p_e = 0,496$ МПа, при $p_e = 0,115$ МПа оно составляет 0,15 %, а при работе на ДТ - 0,08 %. Однако с увеличением нагрузки при работе на этаноле содержание СО в ОГ дизеля снижается, а при $p_e = 0,496$ МПа сравнивается с содержанием СО в ОГ при работе на ДТ и составляет 0,19 %. При дальнейшем увеличении нагрузки содержание СО в ОГ при работе на этаноле с ДСТ меньше значений содержания СО при работе на ДТ и при $p_e = 0,692$ МПа и составляет 1,16 против 1,82 % соответственно. Изменение содержания CO₂ в ОГ дизеля 2Ч 10,5/12,0 при увеличении нагрузки мало зависит от вида топлива и изменяется практически по одной зависимости. Хотя содержание CO₂ при работе дизеля на этаноле с ДСТ во всем диапазоне выше содержания CO₂ в ОГ при работе дизеля на ДТ и растет от 4,35 % при $p_e = 0,115$ МПа до 7,70 % при $p_e = 0,692$ МПа, в то время как при работе дизеля на ДТ при этих же нагрузках содержание CO₂ в ОГ составляет 3,20 и 7,55 % соответственно. Результаты проведенных исследований по улучшению эффективных и экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 путем применения этанола в качестве моторного топлива с использованием ДСТ показывают высокую его эффективность для снижения содержания основных токсичных компонентов в ОГ двигателя. В ходе исследований было достигнуто снижение потребления ДТ. При подаче 85 % этанола и 15 % запального ДТ в условиях работы по нагрузочной характеристике возможно получение следующих результатов:

- снижение содержания NOx в ОГ при работе дизеля на этаноле с ДСТ составляет от 13,3 % при $p_e = 0,115$ МПа до 19,4 % при $p_e = 0,692$ МПа;

- снижение содержания сажи в ОГ при работе дизеля на этаноле с ДСТ составляет от 7,3 раза при $p_e = 0,115$ МПа **до 15,1 раза при $p_e = 0,692$ МПа;**

- увеличение содержания СО в ОГ при работе дизеля на этаноле с ДСТ при $p_e = 0,115$ МПа на 87,5 %, но при $p_e = 0,692$ МПа снижение составляет 36,3 %;

- увеличение содержания CO₂ в ОГ при работе дизеля на этаноле с ДСТ составляет от 26,4 % при $p_e = 0,115$ МПа до 2,0 % при $p_e = 0,692$ МПа;

- увеличение содержания СН в ОГ при работе дизеля на этаноле с ДСТ при $p_e = 0,115$ МПа в 4 раза, но при $p_e = 0,692$ МПа снижение составляет 18,5 %.

Список литературы:

1. Биоэнергетика: мировой опыт и прогноз развития. Сб. ст. – М.: ФГНУ «Рос-информагротех», 2008. – 404 с., ил.
2. Лиханов В.А., Сайкин А.М. Снижение токсичности автотракторных дизелей. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Колос, 1994. – 224 с.
3. Полевщиков А.С. Методика исследований дизелей при работе на этаноле с использованием двойной системы топливоподачи // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания. Материалы Международной научно-практической конференции «Наука - Технология - Ресурсосбережение»: Сб. науч. тр. – С.-Петербург – Киров: Российская Академия транспорта – Вятская ГСХА, 2009. – Вып. 6. – С. 150-153.