

МЭРМ около 10 % кислорода, участвующего в процессе окисления углеводородов топлива.

Другим положительным эффектом присутствия МЭРМ в топливе является заметное снижение удельных массовых выбросов оксидов азота NO_x и монооксида углерода CO . При увеличении $\text{С}_{\text{МЭРМ}}$ с 0 до 20 % снижение e_{NO_x} составило 10,2 % (с 7,286 до 6,542 г/(кВт·ч)), а снижение e_{CO} – 26,0 % (с 2,834 до 2,096 г/(кВт·ч)).

Зависимость удельных массовых выбросов несгоревших углеводородов CH_x от содержания МЭРМ в смесевом биотопливе имеет более сложный характер. При увеличении $\text{С}_{\text{МЭРМ}}$ с 0 до 5 % удельный выброс e_{CH_x} уменьшился на 12,2 % (0,713 до 0,626 г/(кВт·ч)), а при дальнейшем увеличении $\text{С}_{\text{МЭРМ}}$ до 20 % e_{CH_x} возрос до 0,727 г/(кВт·ч), т. е. практически до исходного значения ($e_{\text{CH}_x}=0,713$ г/(кВт·ч)).

Проведенный комплекс экспериментальных исследований дизеля Д-245.12С показал возможность значительного улучшения показателей дизеля при его работе на смесях ДТ и МЭРМ.

Литература:

1. О содействии использованию биогорючего и других видов горючего на транспорте (Извлечение). Директива 2003/30/ЕС Европейского Парламента и Союза от 8 мая 2003 г. // Масложировая промышленность. - 2005. - № 4. - С. 18.
2. Каргиев В. Законодательные инициативы Европейского Союза по стимулированию применения альтернативных видов топлива для транспорта и энергоснабжения // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. - 2005. - № 5. - С. 56-59.
3. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. - М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2004. - 344 с.
4. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. - М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. - 311 с.
5. Широкомасштабные эксперименты по введению рапсового масла в дизельное топливо // Автомобильная промышленность США. - 1997. - № 3. - С. 5-9.
6. Zehn Prozent Biokraftstoff für Alle // Verein Deutscher Ingenieure. VDI-Nachrichten. - 2005. - Jg. 59. - № 47. - 8 s.
7. Nylund N.-O., Aakko P. Characterization of New Fuel Qualities // SAE Technical Paper Series. - 2000. - № 2000-01-2009. - P. 1-10.
8. Смайлис В., Сенчила В., Берейшене К. Моторные испытания РМЭ на высокооборотном дизеле воздушного охлаждения // Двигателестроение. - 2005. - № 4. - С. 45-49.
9. Марченко А.П., Семенов В.Г. Альтернативное биотопливо на основе производных рапсового масла // Химия и технология топлив и масел. - 2001. - № 3. - С. 31-32.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ДИЗЕЛЯ ВАЗ-341 НА СМЕСИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И ДИМЕТИЛОВОГО ЭФИРА

Вагнер В.А., Гвоздев А.М. (АлтГТУ)

Испытания дизеля проводились на стенде ОАО «АЛТАЙ-ЛАДА». Непосредственно объект исследований — дизельный двигатель ВАЗ-341 — 4-тактный, 4-цилиндровый, рядный, вихрекамерный, размерностью 76×84 мм (рабочий объем 1,52 литра) с принудительной жидкостной системой охлаждения. Данный дизель

предназначен для установки в автомобиль ВАЗ-21045. Двигатель укомплектован масляным, топливным насосом высокого давления распределительного типа фирмы Bosch модели VE 4/8 F 2400 RTV 14136, форсунками фирмы Bosch КСА 30 S 50 с распылителями DNO4 SD24, давление начала открытия 15 МПа. Система питания дизеля включала топливный бак для дизельного топлива и баллон для смесевых топлив. Подача смесевых топлив осуществлялась по трубопроводу, давление подкачки обеспечивал шестеренчатый насос, который приводится во вращение электродвигателем постоянного тока.

Испытания проводились с целью сравнения основных эффективных показателей при работе дизеля на топливах с добавкой ДМЭ и на традиционном ДТ. Также сравнивались показатели по дымности, NO_x , CO и CH .

Моторные испытания проводились методом снятия внешней скоростной и нагрузочных характеристик при оборотах двигателя 2500 и 4000 мин⁻¹. В предварительных испытаниях участвовали топлива с содержанием до 50% ДМЭ. Однако при установленном давлении подкачки в 1,5 МПа двигатель на топливе с содержанием 50% ДМЭ работал нестабильно. Увеличение давления подкачки не дало положительных результатов. В процессе работы происходило резкое снижение производительности ТНВД, отличие от расчетной подачи достигало до 30%. Это, скорее всего, связано с увеличением температуры на входе в ТНВД и возможным увеличении газовой фазы в ЛНД. При работе на топливе с 40% ДМЭ при данном давлении подкачки (1,5 МПа) не удалось получить мощностных характеристик, сравнимых с работой на ДТ. При снижении давления подкачки до 1 МПа аналогичная картина наблюдалась с топливом с 30% ДМЭ. При этом стабильная работа на топливе с 40% ДМЭ становилась практически невозможной. При проведении моторных испытаний на смесевых топливах выявилась необходимость подбора регулировок топливоподающей аппаратуры, вызванная падением мощности. Изменению подлежали угол опережения впрыска и давление начала впрыска форсунок. Подбор оптимальных регулировок происходил для каждого смесевого топлива. Критерий — достижение мощностных показателей, характерных для ДТ.

В целом моторные испытания выявили следующие особенности при работе на смесевых топливах. Эффективная мощность для топлив с содержанием до 30% ДМЭ (включительно) сопоставима (при соответствующих регулировках) с аналогичным показателем при работе на ДТ. Часовой и удельный расход смесевого топлива на полной нагрузке имеет тенденцию к увеличению. Отмечено снижение температуры отработавших газов, повышение коэффициента избытка воздуха. При этом эффективный КПД был несколько выше, чем при работе на ДТ.

При добавке в топливо 10% ДМЭ коэффициент избытка воздуха остался примерно тем же, что и при работе на ДТ (незначительно выше). На холостом ходу не зафиксировано значительного роста расхода топлива, температура отработавших газов изменяется незначительно (в пределах погрешности измерений). С увеличением нагрузки разницы в работе двигателя на данном топливе и дизельном практически не ощущается. Заметно некоторое снижение температуры отработавших газов. На номинальном режиме измеряемая температура ниже на 4% по сравнению с ДТ. Удельный расход топлива близок к показателям при работе на дизельном топливе. Следует отметить незначительное повышение эффективного КПД при работе по внешней скоростной характеристике. В целом эффективные показатели дизеля при работе на данной смеси были практически идентичны показателям, характерным для использования ДТ.

При использовании смесей 20 и 30% ДМЭ дизель работал с коэффициентом избытка воздуха несколько большим, чем при работе на дизельном топливе. Несколько уменьшилась жесткость работы дизеля. На малых нагрузках наблюдался заметный рост расхода топлива по сравнению с дизельным, на всех скоростных режимах, по причине низкой температуры в камере сгорания. Возрастание нагрузки при том же скоростном режиме приводит к росту температурного режима и, вследствие этого, к уравниванию экономических показателей дизеля. Эффективный КПД при малых нагрузках оказался ниже, чем у ДТ, далее по мере роста нагрузки КПД начинает возрастать и превышает аналогичный показатель для ДТ. На номинальном режиме температура отработавших газов снизилась по сравнению с ДТ на 6 и 9% соответственно.

В целом моторные испытания показали возможность применения в дизеле топлив с долей ДМЭ до 30% без существенной модернизации существующей топливной аппаратуры. Эффективные показатели работы двигателя при этом практически не изменились. Величины приведенных в энергетическом отношении к ДТ удельных расходов смесевых топлив были примерно такими же или несколько лучше, как при работе двигателя на ДТ ($g_e=idem$). Отличия физико-химических свойств смесевых топлив от ДТ для сохранения мощностных показателей могут быть скомпенсированы настройкой параметров топливной системы.

Работа дизеля на топливе с 40% ДМЭ признана неудовлетворительной. Питание данной смесью приводит к снижению мощности при всех оборотах. Подбор регулировок топливной аппаратуры не привел к значительному улучшению работы дизеля. Увеличение давления подкачки с 1,5 МПа до 1,8 МПа также не дало положительного результата. Снижение же давления подкачки ведет к резкому снижению мощности дизеля. Наилучшая работа дизеля была отмечена при оборотах 2500мин⁻¹. На этом режиме двигатель имел приемлемые мощностные показатели, отмечено минимальное отличие удельного расхода топлива. Повышение и снижение оборотов ухудшают работу двигателя, причем резкое ухудшение показателей наблюдалось по мере роста скоростного режима. Неудовлетворительность работы дизеля на данной смеси, скорее всего, связана со снижением производительности топливного насоса, что объясняется меньшей удельной массой смеси, большей сжимаемостью, малой вязкостью, высокой испаряемостью. Увеличение давления подкачки не дает результата, очевидно насос исчерпал запас производительности. Т.е. для успешной работы на данной смеси необходимо увеличение диаметра плунжера или изменение конструкции других элементов.

Добавка в топливо ДМЭ резко снижает дымность отработавших газов на всех скоростных и нагрузочных режимах. Максимальное снижение по нагрузочной характеристике $n=4000\text{мин}^{-1}$ для топлив с 10, 20 и 30% ДМЭ в сравнении с ДТ — 15%, 37,5% и 70% соответственно. По нагрузочной $n=2500\text{мин}^{-1}$ соответственно 21%, 58% и 82,5%. Такие высокие относительные показатели снижения на режиме $n=2500\text{мин}^{-1}$ объясняются повышенным дымлением дизеля при работе на ДТ на данном скоростном режиме. Что вероятно связано с неоптимальностью настроек параметров топливной аппаратуры.

Концентрация NO_x снизилась на всех режимах, при которых проводились испытания. Максимальное снижение выбросов для топлив с 10, 20 и 30% ДМЭ по нагрузочной характеристике $n=4000\text{мин}^{-1}$ было 5,1%, 10,5%, 17,6% соответственно и для режима $n=2500\text{мин}^{-1}$ — 4,7%, 9,3%, 11%.

При переходе на смесевое топливо содержание CH в отработавших газах заметно увеличивается. При работе на топливе с содержанием 10% ДМЭ по массе,

рост выбросов углеводородов был незначительным. Увеличение доли ДМЭ в топливе вызвало увеличение в составе отработавших газов углеводородов. Причем наибольшие концентрации были на малых нагрузках. Далее с ростом нагрузки происходило некоторое снижение концентрации CH . По нагрузочной характеристике при $n=4000\text{мин}^{-1}$ концентрация CH в отработавших газах сильно возросла. При содержании в смеси 30% ДМЭ концентрация CH при максимальной нагрузке выросла на 27,4% по сравнению с ДТ. На малых же нагрузках показатели CH по сравнению с ДТ были выше на 40%.

Использование топлива с 10% ДМЭ не привело к существенному изменению CO . Отмечен рост в среднем на 5...8%. Топливо с 30% ДМЭ вызвало повышение выбросов CO на всех режимах. На малых нагрузках уровень CO превышал эталонные выбросы на ДТ на 25...30%. Далее, с увеличением нагрузки, разница в содержании CO в отработавших газах у смеси и ДТ сокращается, а при высоких нагрузках наблюдается резкий рост содержания CO в отработавших газах. Разница с выбросами CO на дизельном топливе при полной топливоподаче составляет для 2500мин^{-1} — 23%, при 4000мин^{-1} — 18,5%. На средних и больших нагрузках причиной образования CO в основном является неполнота сгорания в переобогащенных топливом зонах топливовоздушной смеси. То есть, причины образования CO на этих нагрузках те же, что и у сажи. Соответственно, из-за уменьшения образования сажи при использовании топлива с добавкой ДМЭ при недостатке внешнего окислителя в переобогащенных зонах начинает усиливаться процесс образования окиси углерода, который не может быть окислен внутренним связанным кислородом молекул ДМЭ. На это указывает и то, что на режиме $n=2500\text{мин}^{-1}$ (максимального крутящего момента) уровень возрастания CO несколько выше, чем на $n=4000\text{мин}^{-1}$. При этом уровень снижения дымности ОГ имел противоположный характер. Рост содержания CO при малых нагрузках в основном можно объяснить относительно низкой температурой в камере сгорания.

На рисунке 1 представлены относительные показатели работы дизеля на традиционном дизельном топливе и на смесевых топливах (100% — показатели ДТ).

Изменение УОВ является простейшим средством воздействия на уровень токсичности вредных составляющих в ОГ. С уменьшением УОВ дымность ОГ и содержание CO в ОГ увеличивается, но при этом происходит снижение NO_x и CH . Относительно низкие показатели дымности при добавке ДМЭ в ДТ позволяют организовать работу на меньших УОВ при некотором снижении мощностных и экономических показателей дизеля (по сравнению с оптимальным по мощности УОВ).

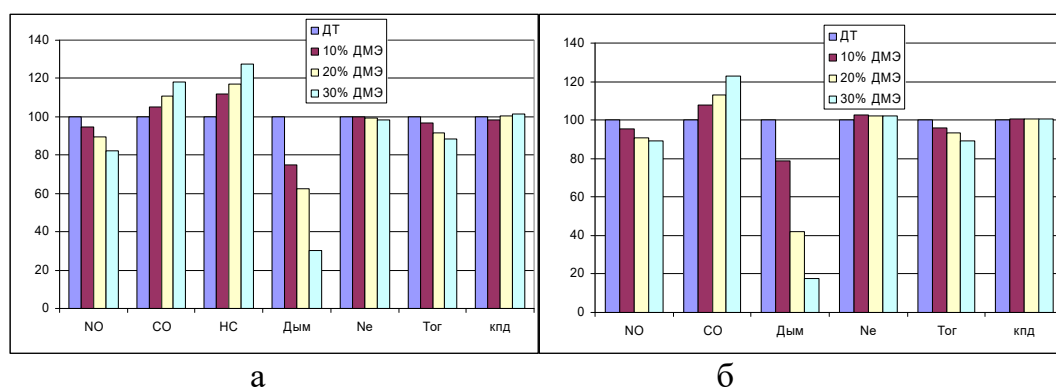


Рис. 1. Сравнительные показатели дизельного двигателя при работе на дизельном топливе и смесевых топливах: (а) $n=4000\text{мин}^{-1}$, б) $n=2500\text{мин}^{-1}$)

На рисунке 2 представлены относительные сравнительные показатели работы дизеля на ДТ и на топливе с 30% ДМЭ (на оптимальном по номинальной мощности УОВ и уменьшенном УОВ — -3^0 п.к.в.).

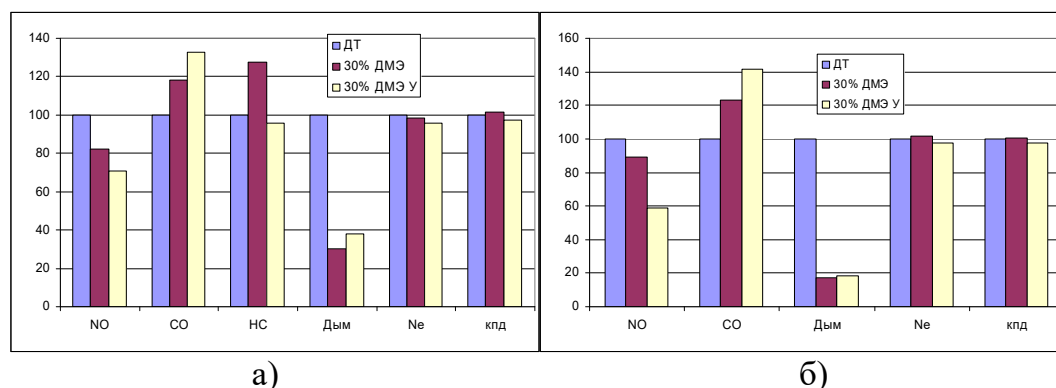


Рис. 2. Сравнительные показатели дизельного двигателя при работе на дизельном топливе с 30% ДМЭ (а) $n=4000 \text{ мин}^{-1}$, б) $n=2500 \text{ мин}^{-1}$)

Анализируя графики, можно сказать, что работа двигателя при использовании топлива с 30% ДМЭ на УОВ — -3^0 п.к.в. от оптимального по мощности, позволяет при потере номинальной мощности и топливной экономичности в пределах 3-4% (от уровня ДТ) существенно снизить выбросы NO_x (30% — $n=4000 \text{ мин}^{-1}$; 40% — $n=2500 \text{ мин}^{-1}$ от уровня ДТ) при сохранении относительно низких уровней дымности. При этом концентрация СН в ОГ приближается к уровню, характерному для ДТ. Однако, работа на меньшем УОВ привела к росту CO в ОГ. При УОВ — -3^0 п.к.в. от оптимального по мощности уровень CO в ОГ превышал аналогичный показатель дизельного топлива на 30...40%. При наличии средств снижения концентрации CO в ОГ (нейтрализатор) можно рекомендовать при использовании смесевых топлив работу на меньших УОВ, в случаях, если необходимо снизить токсичность ОГ дизеля.

РАЗРАБОТКА ТОПЛИВОПОДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ «КАМАЗ», ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ РАБОТУ ДВИГАТЕЛЯ НА ДИМЕТИЛОВОМ ЭФИРЕ

Акимов А. В., Шаров В. А. (ФГУП «НИИД»),
Грачёв А. Ю. (Департамент транспорта и связи Правительства Москвы)

ДМЭ является наиболее перспективным альтернативным топливом для дизелей. С точки зрения использования ДМЭ в качестве альтернативного моторного топлива для дизелей (цетановое число 55...60) он обладает уникальными химмотологическими и экологическими характеристиками. Условия его хранения, заправки, транспортировки и меры безопасности близки к сжиженным газам. ДМЭ можно отнести к разряду возобновляемых альтернативных топлив. Сравнение свойств ДМЭ и дизельного топлива показывает, что в связи с меньшей плотностью и теплотворной способностью (из-за содержания кислорода), а также из-за низких температуры кипения и вязкости ДМЭ традиционная топливная аппаратура дизелей требует определенной модернизации. В частности, низкая величина точки кипения ДМЭ обуславливает необходимость применения закрытой топливной системы и топливных баллонов, апробированных в системах сжиженного газа. Очевидно, что в топливной системе дизеля, работающего на ДМЭ, должно быть обеспечено герметичное уплотнение трубопроводов от баллонов до распылителей фор-