

3. Кудрявцев И. В. Повышение долговечности деталей машин методом поверхностного наклепа. - М.: Машиностроение, - 1965.
4. Чепа П. А., Андрияшин В. А. Эксплуатационные свойства упрочненных деталей / Под ред. О. В. Берестнева.- Минск: Наука и техника, 1988. - 192 с.
5. Проскуряков Ю. Г. Упрочняюще-калибрующие методы обработки: Справочное пособие. - М.: Машиностроение. - 1965, - 207 с.
6. Лейкин А. С. Напряженность и выносливость деталей сложной конфигурации. - М.: Машиностроение. - 1968. – 371 с.
7. Сидякин Ю. И. Повышение эффективности упрочняющей механической обработки валов обкаткой их роликами или шариками // Вестник машиностроения. - 2001. № 2. с. 43-49.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИМЕТИЛОВОГО ЭФИРА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Голубков Л.Н., Корнилов Г.С., Грачев А.Ю.

*МАДИ, НАМИ, Департамент транспорта и связи города Москвы,
г. Москва*

Автопарк Москвы насчитывает уже более 2,5 млн. автомобилей. Эксплуатация такого числа машин приводит к значительным объемам выбросов загрязняющих веществ в воздушную среду города. В виде отработавших газов, продуктов испарения бензина и других вредных примесей в атмосферу города ежегодно выбрасывается более 1 млн. тонн загрязняющих веществ, а ущерб оценивается в миллиарды рублей.

Доля автотранспорта в загрязнении атмосферного воздуха Москвы уже достигает 85%.

В последние годы все большее распространение на автомобильном транспорте получают дизельные двигатели. Например, в Европе доля продаж автомобилей с дизельными двигателями возросла с 1,3% (1970г.) до 27-28% (2000г.), эта тенденция прослеживается и в Москве. Суммарно все виды дизелей, работающих в Москве, потребляют в год приблизительно 1 млн. тонн дизельного топлива.

Анализ выбросов основных компонентов токсичных веществ показывает, что не только по выбросу частиц, но и по оксидам азота дизельные двигатели вносят решающий вклад в суммарные выбросы.

С одной стороны их количество не так велико, но с учетом высоких значений коэффициентов относительной агрессивности влияние этих компонентов на окружающую среду и здоровье человека становится очень заметным.

Одним из основных путей снижения негативного влияния автомобиля на экологию мегаполисов является использование экологически более чистых альтернативных топлив. Важно отметить, что если для двигателей с искровым зажиганием набор этих топлив достаточно широк (Сжатый природный и сжиженный нефтяной газы, спирты), то как альтернативные топлива для дизелей можно в настоящее время рассматривать, в основном, только диметиловый эфир (ДМЭ) и рапсовый метилэфир.

Проведя расчеты по предотвращению суммарного экологического ущерба от дизельных автомобилей при переводе на ДМЭ, получим следующие значения годового снижения выбросов на единицу подвижного состава:

- для ЗИЛ-5301 с 3730 кг до 390 кг;
- для КамАЗ с 8520 кг до 840 кг;
- для автобуса большой пассажироместимости с 7200 кг до 780 кг.

Такие положительные экологические результаты достигаются благодаря физико-химическим свойствам диметилового эфира.

Содержание кислорода (34,8%) и отсутствие связей С-С исключает образование сажи при сгорании топлива.

Меньшие температуры цикла обеспечивают снижение выбросов оксидов азота.

Исходя из элементного состава и теплотворной способности выбросы CO_2 при работе на ДМЭ должны по сравнению с ДТ уменьшаться на 7,8-10,4% (при условии полного сгорания).

Дополнительно к достоинствам ДМЭ можно отнести:

- ДМЭ является экологически чистым продуктом, не наносящим никакого вреда окружающей среде.
- Снижение шумности работы двигателя примерно на 10 дБ (А)
- Отсутствие необходимости строительства специализированных АЗС. Так как по своим физико-химическим свойствам (за исключением цетанового числа) ДМЭ аналогичен пропан-бутану и для заправки автомобильного транспорта ДМЭ можно использовать существующие автомобильные газозаправочные станции (АГЗС).

К недостаткам можно отнести следующие моменты:

- Меньшая вязкость ДМЭ может привести к повышенным износам прецизионных соединений и утечкам и требует применения противоизносных присадок типа Лубризол.
- Высокое давление насыщенных паров требует разработки специальной линии низкого давления топливной системы.
- Необходимость обеспечения увеличенной почти в 2 раза подачи ДМЭ по сравнению с ДТ.

С 2002 года в Москве активно ведутся работы по созданию топливной аппаратуры, адаптированной под ДМЭ для двигателя Д-245.12 в трех модификациях (однотопливная, двухтопливная, смесевая аппаратура).

Концепция системы, разработанной институтом НАМИ, позволяет наиболее объективно оценить все плюсы и минусы работы двигателя на ДМЭ, т.к. полностью исключает использование ДТ. На сегодняшний день система обеспечивает бесперебойную работу двигателя.

Моторные испытания на одноцилиндровой установке, проведенные в НАМИ с участием МАДИ, показали следующее. Как и предполагалось из рассмотрения химической формулы ДМЭ ($\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$), 34,8% кислорода и отсутствие связи углерод-углерод обеспечивают полное отсутствие сажи в отработавших газах (ОГ). При переходе с дизельного топлива на ДМЭ зафиксировано уменьшение выбросов NO на 60% по нагрузочной характеристике ($n=1600 \text{ мин}^{-1}$), причем, большее снижение получено при высоких нагрузках (P_i). В современных дизелях с целью уменьшения NOx используют работу с более поздним углом опережения впрыскивания (УОВ). Регулировочная характеристика по УОВ, снятая при той же частоте, показывает, что уменьшая УОВ можно получить выигрыш в снижении NO по сравнению с работой на дизельном топливе при оптимальном (по P_i) УОВ в 4 раза. Если же сравнивать с работой на дизельном топливе с поздним УОВ, то преимущество по NO можно получить в 2,3 раза. Однако уменьшение NO может быть и больше, учитывая, что при работе на ДМЭ не накладывается ограничение по дыму на уменьшение УОВ.

Анализ индикаторных диаграмм показал, что при работе на ДМЭ наблюдается уменьшение максимальной температуры цикла на 175...280 К на максимальных и средних нагрузках ($n=1600 \text{ мин}^{-1}$). Следовательно, снижаются и локальные температуры в зонах горения и образования NO. Кроме того, наличие внутреннего кислорода в ДМЭ сокращает площадь фронта пламени и, следовательно, зону возможного образования NO. Получено также сравнительное уменьшение максимальной скорости нарастания давления в 1,8...3,9 раз (при оптимальном по P_i УОВ), что свидетельствует об уменьшении уровня шума.

Одной из проблем, требующих решения, является некоторое увеличение выбросов CO и CH. Эта проблема, как показывает практика, может быть решена частично доводкой рабочего процесса и более кардинально установкой окислительных нейтрализаторов. Следует также отметить, что если на больших нагрузках индикаторный КПД η_i при работе на ДМЭ сопоставим с η_i при работе на ДТ, то на частичных нагрузках η_i ухудшился (до $\eta_i=0,34...0,24$). Следовательно, необходима дальнейшая работа по доводке рабочего процесса и оптимизации параметров топливной аппаратуры. К проблемам использования ДМЭ как топлива следует отнести пони-

женную вязкость и, следовательно, возможность увеличения износа прецизионных соединений топливной аппаратуры.

С 2004 года в ГУП «Мосавтохолод» проходят эксплуатационные испытания первой опытной партии авторефрижераторов «Бычок» на ДМЭ с топливными системами трех модификаций:

- 10 ед. однотопливные разработки НАМИ
- 10 ед. двухтопливные разработки НИИД
- 10 ед. смесевые разработки МГТУ им. Баумана.

Годовая эксплуатация автомобилей наряду с доказательством преимуществ использования ДМЭ по сравнению с дизельным топливом, также подтвердила и вышеуказанные проблемы его применения, над решением которых разработчикам топливной аппаратуры необходимо работать в ближайшие годы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубков Л.Н., Филипосянц Т.Р., Иванов А.Г., Ишханян А.Э. Результаты испытаний дизеля, использующего в качестве топлива диметиловый эфир // Автомобили и двигатели: Сб. науч. Тр. / НАМИ – 2003 вып.231.

2. Смирнова Т., Захаров С., Болдырев И., Аникин С., Новое топливо для городского транспорта // Двигатель. 1999, №2

3. Голубков Л.Н., Ишханян А.Э. Разработка и исследование топливной системы дизеля, использующего в качестве топлива диметиловый эфир // Тезисы докладов научно-технической конференции «Луканинские чтения. Проблемы и перспективы автотракторного комплекса» – М.: МАДИ (ГТУ), 2003