

И.В. Парсаданов, канд. техн. наук

ТОПЛИВНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ В ДИЗЕЛЯХ

Одним из направлений удовлетворения потребности в топливе для дизелей и значительным вкладом в решение проблем ресурсосбережения является применение альтернативных топлив. Стремление к применению альтернативных топлив во многих случаях определяется не только необходимостью уменьшения энергетической зависимости страны при импорте нефтепродуктов, но и улучшением качества окружающей среды.

Актуальность использования альтернативных топлив определена в законах Украины «Об альтернативных видах жидкого и газообразного топлива» и «Об альтернативных источниках энергии», в которых даны правовые, организационные, экономические и экологические аспекты его производства и потребления.

При рассмотрении возможности применения того или иного топлива в ДВС необходимо учитывать его стоимость, доступность, безопасность использования, воздействие продуктов его сгорания на окружающую среду. Современные подходы к перечисленным проблемам предполагают проводить оценку альтернативных топлив с учетом полного жизненного цикла, включающего экономические

затраты и экологические издержки при его добыче, переработке и применении в энергетических установках [1]. Такая оценка дает более полное представление об экономической эффективности и экологических последствиях применения конкретного альтернативного топлива, чем в случае, когда рассматривается только система «энергетическая установка – топливо – окружающая среда».

Системный подход к комплексной оценке топливной экономичности и токсичности выбросов ОГ позволил определить уровень затрат на топливо и возмещение экологического ущерба от вредного воздействия ОГ на организм человека и окружающую среду, а также предложить безразмерный топливно-экологический критерий ($K_{ТЭ}$). Комплексную оценку топливной экономичности и токсичности ОГ двигателя проводят с использованием среднего эксплуатационного эффективного КПД и коэффициента относительных эксплуатационных экологических затрат [2,3].

С учетом современных представлений о наиболее вредных токсичных компонентах в составе ОГ дизелей грузовых автомобилей и сельскохозяйственных машин, уровень которых контролируется государственными и межгосударственными стандартами:

$$K_{ТЭ} = \frac{3600}{H_u} \times \frac{\sum_{i=1}^z (G_{Ti} P_i)}{\sum_{i=1}^z (G_{Ti} P_i) + \sigma f \sum_{i=1}^z \left[G_{Ti} P_i (A_{NO_x} G_{NO_x} + A_{CO} G_{CO} + A_{C_n H_m} G_{C_n H_m} + A_{ГЧ} G_{ГЧ}) / G_{Ti} \right]},$$

где P_i – доленая наработка на каждом i -м фиксированном режиме с учетом обобщения данных эксплуатации двигателя за год или за цикл выполненных работ; N_{ei} – эффективная мощность дизеля на каждом фиксированном режиме; G_{Ti} – часовой расход топлива на каждом фиксированном режиме; z – количество фиксированных режимов; H_u – низшая теплота сгорания топлива; σ – безразмерный показатель относительной опасности загрязнения для различных территорий; f – безразмерный коэффициент, учитывающий характер рассеивания ОГ в атмосфере; A – показатель относительной агрессивности компонента токсичных выбросов; G – массовый выброс компонента токсичных выбросов.

Комплексный критерий позволяет соотносить затраты на топливо и возмещение экологического ущерба от вредных выбросов с учетом вероятностного распределения эксплуатационных режимов, выявлять эксплуатационные режимы, которые

вносят наибольший вклад в комплексные топливно-экологические затраты, определять топливно-экологическую эффективность дизеля при эксплуатации на различных машинах, а также давать комплексную оценку показателей топливной экономичности и токсичности ОГ при работе дизелей на альтернативных топливах.

Для оценки эффективности применения альтернативных топлив в различных условиях эксплуатации были проведены стендовые испытания дизеля 6СН12/14 (СМД-31) при работе:

- на компримированном природном газе (КПГ) по газодизельному циклу с запальной дозой дизельного топлива, составляющей 15% от цикловой подачи топлива на режиме номинальной мощности;
- на рапсовометиловом эфире (РМЭ);
- на водотопливной эмульсии (ВТЭ), состоящей из дизельного топлива и 10% по объему воды.

При испытаниях моделировались условия эксплуатации дизеля на грузовом автомобиле, зерноуборочном комбайне, колесном и гусеничном тракторах. Относительное изменение комплексного критерия топливной экономичности и токсичности отработавших газов дизеля при работе на альтернативных топливах и дизельном топливе показано в таблице 1 и на рис. 1–4.

Цена КПГ в расчетах принималась 0,9 грн/м³, а дизельного топлива – 1,81 грн/кг (данные на 1.01.2003 г. по заправочным и газонаполнительным станциям Харькова). Затраты на воду в расчетах цены ВТЭ не учитывались, так как они во много раз ниже затрат на дизельное топливо. В цене ВТЭ не учитывались также затраты на приготовление эмульсии. Стоимость 1 кг РМЭ, получаемого на опытных установках и в незначительных количествах, превышает стоимость 1 кг дизельного топлива в 1,2–2 раза. Однако при расчете комплексного критерия расхода топлива и токсичности отработавших газов дизелей цена РМЭ эфира принималась равной цене дизельного топлива с учетом возможного снижения затрат при расширении производства этого топлива.

Таблица 1. Относительное изменение комплексного критерия топливной экономичности и токсичности отработавших газов при применении альтернативных топлив в дизеле 6ЧН12/14

Применение дизеля	Относительное изменение комплексного критерия расхода топлива и токсичности отработавших газов			
	Дизельное топливо	КПГ	ВТЭ	РМЭ
Зерноуборочный комбайн	1	1,136	1,042	1,036
Гусеничный трактор	1	1,069	1,038	1,036
Колесный трактор	1	1,049	1,029	1,026
Грузовой автомобиль	1	1,119	1,150	1,119

Для сельскохозяйственных машин наибольшая топливно-экологическая эффективность достигается при использовании КПГ в дизеле зерноуборочного комбайна. При применении газодизельного цикла с КПГ комплексный критерий топливной экономичности и токсичности отработавших газов дизеля зерноуборочного комбайна возрастает на 13,6%, в то время как дизеля гусеничного трактора – на 6,9%, а дизеля колесного трактора – на 4,9%. Эффективность применения КПГ связана со снижением коэффициента относительных эксплуатационных экологических затрат и увеличением КПД цикла при работе дизеля на режимах, близких к максимальной мощности.

□ДТ ■ВТЭ □РМЭ □КПГ

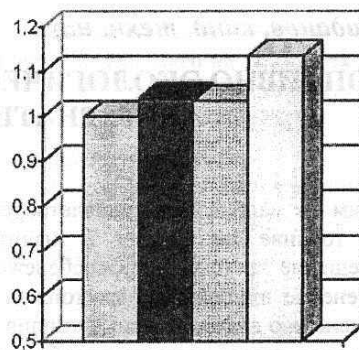


Рис. 1. Относительное изменение комплексного критерия топливной экономичности и токсичности отработавших газов при применении альтернативных топлив в дизеле зерноуборочного комбайна

□ДТ ■ВТЭ □РМЭ □КПГ

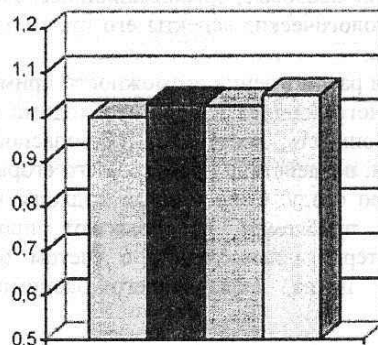


Рис. 2. Относительное изменение комплексного критерия топливной экономичности и токсичности отработавших газов при применении альтернативных топлив в дизеле гусеничного трактора

□ДТ ■ВТЭ □РМЭ □КПГ

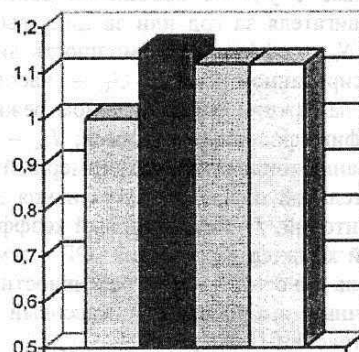


Рис. 3. Относительное изменение комплексного критерия топливной экономичности и токсичности отработавших газов при применении альтернативных топлив в дизеле колесного трактора

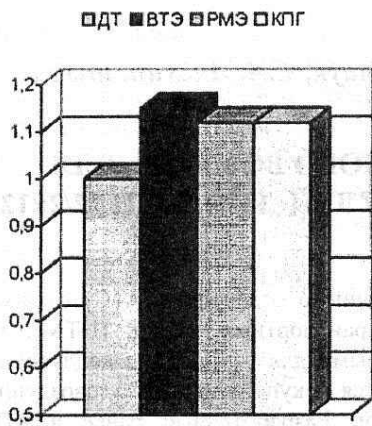


Рис. 4. Относительное изменение комплексного критерия топливной экономичности и токсичности отработавших газов при применении альтернативных топлив в дизеле грузового автомобиля

Применение ВТЭ при 10% содержании воды позволяет увеличить топливно-экологическую эффективность дизелей сельскохозяйственных машин на 2,9–4,6%. В данном случае, как и при использовании КПГ, снижаются эксплуатационные экологические затраты и несколько увеличивается эффективный КПД цикла.

При работе дизелей сельскохозяйственных машин на РМЭ топливно-экологическая эффективность возрастает на 2,6–3,6% в основном за счет снижения эксплуатационных экологических затрат.

В автомобильных дизелях эффективность применения альтернативных топлив выше, так как экологическая эффективность любого из исследованных альтернативных топлив наиболее существенно проявляется на режимах работы двигателя при максимальной нагрузке на пониженных частотах вращения. При применении газодизельного цикла с КПГ комплексный критерий топливной экономичности и токсичности отработавших газов дизеля грузового автомобиля возрастает на 11,9%. На такую же величину возрастает комплексный топливно-экологический критерий при работе дизеля грузового автомобиля на РМЭ.

При работе дизеля грузового автомобиля на ВТЭ комплексный критерий топливной экономичности и токсичности отработавших газов возрастает наиболее значительно – на 15%. Это объясняется одновременным снижением экологических эксплуатационных затрат и повышением среднего эксплуатационного КПД дизеля. В то же время, к примеру, при газодизельном цикле по мере увеличения доли частичных режимов увеличивается соотношение между запальным дизельным топливом и КПГ. Со-

ответственно растут затраты на топливо и снижается экологическая эффективность от применения газового топлива.

Выводы

Проведенные испытания дизеля 6ЧН12/14 (СМД-31) при работе на различных видах альтернативных топлив с оценкой комплексного критерия расхода топлива и токсичности отработавших газов дали следующие результаты:

1. Применение в дизелях различного назначения любого из исследованных альтернативных топлив способствует повышению топливно-экологической эффективности.

2. Наибольшая топливно-экологическая эффективность дизелей сельскохозяйственных машин достигается при использовании компримированного природного газа.

3. Для дизелей грузовых автомобилей наибольшая топливно-экологическая эффективность достигается при применении водотопливной эмульсии.

4. Использование комплексного критерия топливной экономичности и токсичности отработавших газов позволяет обосновать выбор альтернативного топлива в зависимости от назначения дизеля.

В заключение необходимо отметить, что представленные результаты получены без изменения регулировок дизелей и без внесения изменений в их конструкцию с целью адаптации к конкретному виду альтернативного топлива. Таким образом, можно предположить, что существуют резервы в повышении топливно-экологических показателей дизелей при использовании каждого из рассмотренных альтернативных топлив.

Список литературы:

1. Звонов В.А., Козлов А.В., Теренченко А.С. Экология: альтернативные топлива с учетом их полного жизненного цикла // Автомобильная промышленность. – 2001. – № 4. – С. 10–12.
2. Шеховцов А.Ф., Парсаданов И.В. Комплексный критерий качества и конкурентоспособности автотракторных ДВС по расходу топлива и токсичности выбросов // Двигуни внутр. згорання: Вісн. ХГПУ. 36. наук. праць. – 1996. – Вип. 60. – С. 25–30.
3. Парсаданов И. В. Комплексная оценка показателей расхода топлива и токсичности выбросов отработавших газов автотракторных дизелей с учетом условий эксплуатации // Міжвуз. зб. наук. праць. – Харків: Укр ДАЗТ, 2002. – Вип. 51. – С. 26–29.