

УДК 621.43.068

**И.В. Парсаданов, д-р техн. наук, П.М. Канило, д-р техн. наук,
А.П. Строков, д-р техн. наук**

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЕЙ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

Постановка проблемы. Токсические вещества отработавших газов (ОГ) двигателей городских автобусов являются основным загрязнителем воздуха в крупных городах. В качестве двигателя для городских автобусов повсеместное распространение получили дизели, обладающие высокими топливно-экологическими показателями и имеющими перспективы в их совершенствовании. Вместе с тем исчерпание природных ресурсов и ухудшение качества окружающей среды, особенно в крупных городах, заставляют искать пути снижения потребления нефтяных моторных топлив и улучшению экологических показателей двигателей. Одним из направлений повышения топливно-экологической эффективности дизелей является применение альтернативных энергоносителей.

В связи с этим актуальной задачей является комплексная оценка эксплуатационных показателей дизелей городских автобусов при использовании различных альтернативных энергоносителей. К альтернативным энергоносителям автомобильных дизелей, которые могут найти широкое применение в ближайшей перспективе, необходимо отнести природный газ, биотоплива, получаемые из растительных масел, модифицированные топлива на основе традиционного дизельного, например, водотопливные эмульсии.

Анализ последних исследований и публикаций. В НТУ «ХПИ» разработан метод комплексной оценки показателей топливной экономичности и токсичности отработавших газов дизелей в условиях эксплуатации [1]. В основу данного метода положено определение затрат в эксплуатации на топливо и

возмещение ущерба от вредного воздействия ОГ на окружающую среду, отнесенных к выполненной работе.

Совокупность эксплуатационных режимов двигателя рассматривается в виде представительных полигонов значений крутящих моментов и частот вращения коленчатого вала, а каждый из исследуемых показателей работы двигателя в границах отдельно взятого i -го полигона приводится к центру полигона, имеющего конкретную величину $M_{кр*i*}$ и n_i . Если для каждого из полигонов определить его вероятность, характеризуемую долевой наработкой, то получаем модель эксплуатации двигателя в виде $P_i = f(M_{кр*i*}, n_i)$, где P_i , $M_{кр*i*}$, n_i – соответственно долевая наработка, крутящий момент и частота вращения коленчатого вала двигателя на i -ом полигоне эксплуатационного режима.

Такая модель рассматривается как квазистационарная, т.е. полагается, что внутри конкретного полигона представительные значения $M_{кр*i*}$ и n_i не меняются в течение долевой наработки P_i . Область модели ограничивается регуляторной и внешней характеристиками двигателя, а также реальными минимальными значениями крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала, которые могут встретиться в эксплуатации.

Модель дизеля городского автобуса (Табл.1 и Рис 1.) получена на основании модели эксплуатации дизеля грузового автомобиля в городских условиях при его полной загрузке [2]. Результаты испытаний позволили уточнить весомерность режима холостого хода, которая для автобусного дизеля возрастает до 37 % (против 19 % для дизеля грузового автомоби-

ля), и весомость режимов внешней скоростной ха-
 рактеристики, которые снижаются в 5 раз и не пре-

вышают 5 % от общего времени эксплуатации дизе-
 ля.

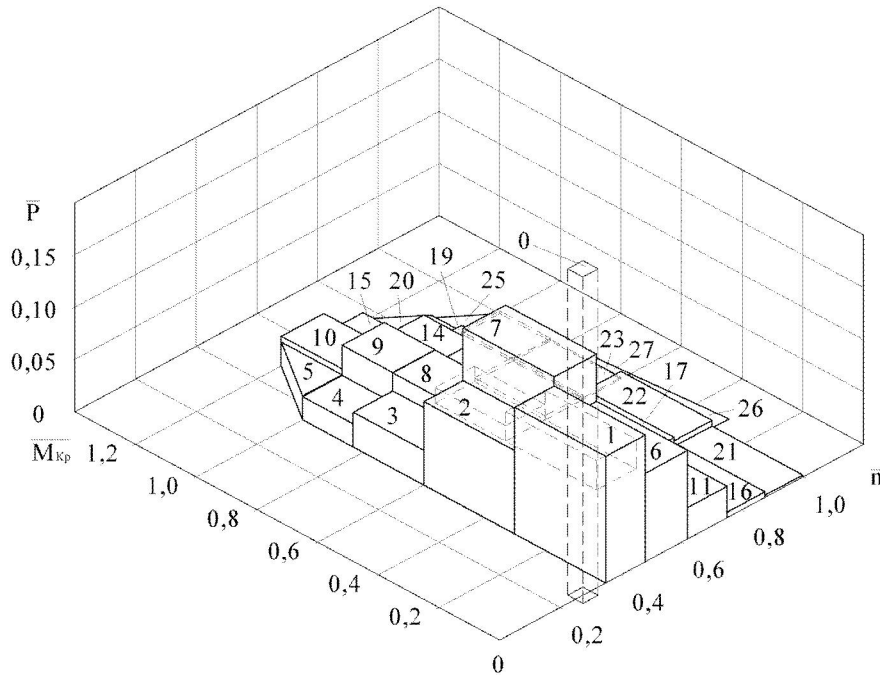


Рис. 1. Вероятностное распределение полигонов эксплуатационных режимов дизеля городского автобуса

Суммарные затраты на топливо и возмещение ущерба от вредного воздействия ОГ, отнесенные к выполненной работе, равны $Z_{ТЭ} = Z_T + Z_Э$. Где, Z_T – затраты на топливо при эксплуатации ДВС, а $Z_Э$ – затраты на возмещение ущерба от вредного воздействия отработавших газов.

$$Z_T = \frac{\sum_{i=1}^z (G_{Ti} \cdot P_i)}{\sum_{i=1}^z (N_{ei} \cdot P_i)} C_T, \text{ и}$$

$$Z_Э = \frac{\sum_{i=1}^z (G_{Ti} \cdot \bar{Y}_{Эi} \cdot P_i)}{\sum_{i=1}^z (N_{ei} \cdot P_i)} .$$

Стоимостное возмещение экологического ущерба на каждом i -ом режиме от сжигания 1 кг топлива определяется по формуле: $\bar{Y}_{Эi} = C_T \sigma f \bar{G}_{ВВпр_i}$. Здесь, σ – безразмерный показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха для различных территорий; f – безразмерный коэффици-

ент, учитывающий характер рассеивания ОГ в атмосфере; $\bar{G}_{ВВпр_i}$ – приведенный массовый выброс вредных веществ (ВВ) с ОГ дизеля на каждом фиксированном режиме, отнесенный к расходу топлива.

Анализ отношения затрат на возмещение экологического ущерба в эксплуатации к расходу топлива для двигателей городских автобусов и учет действующих и перспективных требований к выбросам ВВ в странах Евросоюза позволил предложить показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха $\sigma = 3$ [3]. При данном значении σ затраты на возмещение ущерба от вредного воздействия ОГ приблизятся к затратам на топливо в том случае, если двигатели будут соответствовать нормам ЕВРО-5. Выполнение этих норм, внедрение которых в странах Евросоюза планируется с октября 2008 года, делают ДВС экологически мало опасными.

Таблица 1. Вероятностное распределение полигонов эксплуатационных режимов дизеля городского автобуса

№ пол.	\bar{n}	$\overline{M_{кр}}$	\bar{P}
0	0,275	0,000	0,370
1	0,415	0,150	0,097
2	0,415	0,450	0,064
3	0,415	0,717	0,027
4	0,415	0,917	0,018
5	0,430	1,050	0,018
6	0,550	0,150	0,068
7	0,550	0,450	0,104
8	0,550	0,717	0,041
9	0,550	0,917	0,041
10	0,550	1,100	0,023
11	0,685	0,150	0,024
12	0,685	0,450	0,023
13	0,685	0,717	0,012
14	0,685	0,917	0,030
15	0,685	1,100	0,007
16	0,813	0,185	0,004
17	0,813	0,450	0,008
18	0,813	0,717	0,003
19	0,813	0,917	0,007
20	0,813	1,100	0,002
21	0,938	0,185	0,002
22	0,938	0,450	0,006
23	0,938	0,717	0,001
24	0,938	0,917	0,002
25	0,915	1,030	0,000
26	1,015	0,450	0,000
27	1,008	0,717	0,000

Цель исследований состояла в оценке топливно-экологических показателей дизеля городского автобуса при использовании альтернативных энергоносителей и разработке рекомендаций по их применению их в ближайшей перспективе.

Результаты исследований. Исходными данными для проведения расчетно-экспериментальных исследований по оценке топливно-экологических показателей двигателя при использовании различных альтернативных энергоносителей явились результаты испытаний дизеля 6ЧН 12/14 украинского производства для городского автобуса.

Дизель испытывался при работе на компримированном природном газе (КПГ) по газодизельному циклу с запальной дозой дизельного топлива 15 %, на метиловом эфире рапсового масла (МЭРМ), на

водотопливной эмульсии (ВТЭ), состоящей из дизельного топлива и 10 % по объему воды.

При испытаниях моделировались условия эксплуатации дизеля городского автобуса. В расчетах цена КПГ и дизельного топлива принимались средние по заправочным и газонаполнительным станциям Украины на 1 марта 2008 года. Затраты на воду в расчетах цены ВТЭ не учитывались, так как они во много раз ниже затрат на дизельное топливо. Стоимость 1 кг МЭРМ принималась равной цене дизельного топлива.

Изменение затрат на топливо, возмещение экологического ущерба от вредного воздействия отработавших газов и суммарных топливно-экологических затрат при работе автобусного дизеля на дизельном топливе, водотопливной эмульсии, метиловом эфире рапсового масла и с использованием природного газа по газодизельному циклу приведены в таблице и на рис. 2.

Из приведенных данных видно, что при использовании в двигателе городского автобуса каждое из альтернативных топлив обеспечивает снижение суммарных экономико-экологических затрат.

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.

Результаты проведенных исследований подтвердили высокую эффективность КПГ на автомобильном транспорте [4]. Так, применение КПГ в газодизельном процессе с запальной дозой дизельного топлива 15 % позволяет уменьшить затраты на топливо в эксплуатации на 22,7 %, преимущественно за счет разнице в цене на топливо. Затраты на возмещение экологического ущерба от вредного воздейст-

вия на окружающую среду отработавших газов снижается на 24 %. Основным фактором, позволяющим уменьшить Зэ при использовании КПГ, является существенное снижение выбросов наиболее агрессивного вредного вещества – оксидов азота (NO_x). В сравнении с дизельным процессом в газодизельном процессе снижение NO_x характерно именно на частичных нагрузках, которые наиболее присущи эксплуатационным режимам городского автобуса. Од-

новременно сокращается и выброс оксида углерода. Положительные качества газодизеля, связанные со снижением твердых частиц в данном случае проявляются менее заметно, так как на частичных режимах выброс сажи невелик. Суммарные экономико-экологические затраты при эксплуатации автобусного дизеля с использованием газового топлива снижаются в сравнении с дизельным топливом на 3,65 грн., т.е. на 25,7 %.

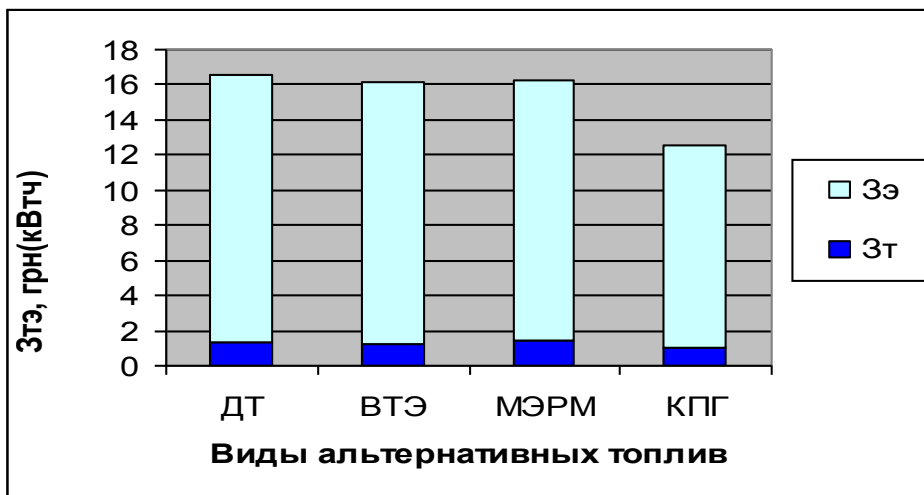


Рис. 2. Изменение затрат на топливо, возмещение экологического ущерба от вредного воздействия отработавших газов и суммарных экономико-экологических затрат, отнесенные к 1 мощности, при работе автобусного дизеля

Применение ВТЭ, состоящей из дизельного топлива и 10 % по объему воды, позволяет снизить суммарные экономико-экологические затраты более, чем на 2%.

Применение МЭРМ в дизелях городских автобусов снижает суммарные экономико-экологические затраты на 1,5 %.

Мировой опыт применения природного газа в качестве топлива на автотранспорте. В 60 странах мира на природном газе работает более 3,5 млн. автомобилей, пробег на одной заправке достигает 400 км. Мировым лидером является Аргентина (более 1 млн. автомобилей работающих на природном газе). В соответствие с планами Европейской экономической комиссии ООН до 2020 года 23,5 млн. ав-

томобилей или приблизительно десятая часть европейского парка машин будет работать на природном газе, главным образом это городские автобусы, микроавтобусы, легковые автомобили, находящиеся в индивидуальном пользовании. Ежегодное потребление природного газа таким количеством машин составит почти 47 млрд.м³. В Германии перевод автомобилей на использование природного газа является одним из приоритетных направлений энергетического развития и экологической безопасности. К 2010 году количество автомобилей, работающих на природном газе, должно вырасти до 1 млн., к 2020 – до 6,5 млн. и составит более 30% от всего автопарка. Во Франции введен запрет на использование углеводородных топлив (кроме природного газа) на муници-

пальных автобусах и мусороуборочных автомобилях. В Италии введен запрет на строительство АЗС без блока заправки природным газом.

Заключение

1. Каждое из исследованных альтернативных топлив позволяют улучшить топливно-экологические показатели дизеля городского автобуса.

2. Наиболее высокая топливно-экологическая эффективность в эксплуатации обеспечивается при использовании в качестве топлива для дизеля городского автобуса сжиженного природного газа. В качестве силовой установки для городского автобуса целесообразно применение газового двигателя.

3. Внедрение на городском автотранспорте газовых двигателей, работающих на природном газе, позволяет:

– обеспечить существенный вклад в проблему ресурсосбережения за счет снижения потребления де-

фицитных нефтяных моторных топлив;

– обеспечить значительный экономический эффект в результате снижения затрат на топливо и на возмещение экологического ущерба.

Список литературы:

1. Парсаданов И. В. Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия: Монография. – Харьков: Издательский центр НТУ «ХПИ», 2003. – 244 с.
2. Парсаданов И. В., Кунах Е. А. Топливо-экологическая оценка дизеля городского автобуса с учетом условий эксплуатации. Двигатели внутреннего сгорания. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – №2.
3. Парсаданов И. В., Кричковская Л. В., Грицаенко И. В. Комплексная оценка экономико-экологических затрат при эксплуатации ДВС на разных территориях // Сборник научных статей XIV Международной научно-практической конференции. Том 1. – 2006. – С. 140 – 143.
4. Каницо П. М., Костенко К. В., Саратина М. В. Эколого-экономический анализ эффективности использования газообразных энергоносителей на автомобильном транспорте // Автомоб. транспорт. – Харьков: ХНАДУ. – 2007. – Вып. 21. – С. 98 – 107.

УДК. 629.113

Г.П. Подзноев, канд. геол.-мин. наук, У.А. Абдулгазис, д-р техн. наук

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ЦИКЛА Н-ДИЗЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ГИДРИДА АЛЮМИНИЯ

Состояние проблемы.

Поиск альтернативных вариантов энергообеспечения транспорта ведется в различных направлениях. Наиболее перспективно использование в качестве энергоносителя водорода, ресурсы которого практически неисчерпаемы. Наиболее продвинутым выглядит вариант с топливными элементами, реализованный в моделях Honda-FCX и DM HyWire [2,3], в которых водород помещается в специальные сверхпрочные баллоны объемом 150 – 160 дм³ под давлением 35 МПа. Масса H₂ при этом составляет

всего 4,5–4,9 кг (570 МДж), способных обеспечить лишь 400–450 км пробега. Также проблематична перспектива широко пропагандируемых биотоплив, являющихся теми же углеводородами с присущими им проблемами и требующих существенной реструктуризации агросектора, и так с трудом справляющегося с насущными запросами жизнеобеспечения.

Пути решения проблемы

Одним из перспективных путей решения проблемы может стать использование ряда гидридов