

УДК 629.1.018

**В. П. Лобах, канд. техн. наук, доц.****ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

В статье проведен анализ путей снижения расхода топлива автомобильным транспортом как основным его потребителем. Один из них – совершенствование конструкции двигателя, второй – повышение эффективности использования подвижного состава. Проведены теоретические и экспериментальные исследования, даны рекомендации по снижению расхода топлива.

Автомобильный транспорт (АТ) представляет собой совокупность средств транспорта (подвижной состав, транспортная сеть и предприятия АТ), специалистов и документации.

АТ потребляет более 60 % топлива нефтяного происхождения, расходуемого транспортным комплексом Республики Беларусь.

При современном потреблении запасов нефти хватит, по прогнозам специалистов, на 80–90 лет. Кроме того, уже сегодня затраты на топливо в себестоимости перевозок составляют около 30 %. В будущем стоимость этой составляющей будет возрастать из-за увеличения количества транспортных средств и затрат на получение топлива.

Кроме того, потребление топлива нефтяного происхождения автомобильным транспортом ведет к ухудшению экологической обстановки из-за загрязнения воздушного бассейна и воды, что вызывает рост заболеваний и смертности людей, уничтожает растительный и животный мир.

В связи с изложенным, актуальной является проблема экономии традиционных энергоресурсов и поиск новых, что позволит решать и экологическую проблему, создаваемую АТ. Эти проблемы, на наш взгляд, могут быть решены следующими путями: совершенствованием конструкции транспортных средств, повышением эффективности их применения, использованием нетрадиционных источников и видов энергии, поиском новых [1].

Традиционные способы решения проблемы энергетического дефицита практически исчерпаны. Основной показа-

тель совершенства конструкции транспортного средства, коэффициент полезного действия (КПД) автомобиля, определяется по выражению

$$\eta_a = \eta_e \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_k, \quad (1)$$

где  $\eta_e, \eta_{mp}, \eta_k$  – эффективный КПД двигателя, КПД трансмиссии и колеса соответственно.

Расчеты по выражению (1) показывают, что только 5–12 % топлива расходуется на полезную работу. Дальнейшие исследования в этом направлении могут повысить КПД автомобиля на 30 %, а затраты топлива на полезную работу – до 15 %.

Экономия топлива за счет повышения эффективности применения транспортных средств может дать улучшение организации и управления на транспорте, состояние которых определяется коэффициентом эффективности применения подвижного состава, определяемого по выражению (2) и равного 0,1–0,2 (возможное значение – 1)

$$\alpha_{np} = \alpha_v \cdot \alpha_n \cdot \alpha_{ck} \cdot \beta \cdot \gamma, \quad (2)$$

где  $\alpha_v, \alpha_n, \alpha_{ck}, \beta, \gamma$  – коэффициент выпуска, коэффициенты использования: времени в наряде, эксплуатационной скорости, пробега и грузоподъемности соответственно.

Последние три коэффициента непосредственно влияют на эффективность использования топлива.

Применение нетрадиционных источников и видов энергии также не дает существенного результата. Так,

применение газообразного топлива вместо жидкого может снизить затраты на топливо до полутора раз.

Запасы этого топлива также ограничены, оно практически не влияет на КПД автомобиля, незначительно снижает вредное воздействие АТ на окружающую среду.

Таким образом, проводимые работы по совершенствованию двигателей, работающих на нефтяном топливе, являются малоэффективными и лишены перспективы из-за ограниченных и не восполняемых запасов сырья.

Из сказанного следует, что основным путем решения энергетической проблемы на АТ является создание и использование новых источников и видов энергии. Наиболее перспективными являются: применение водорода и солнечной энергии.

Применение водородно-воздушной смеси является наиболее оптимальным, т. к. ее запасы практически не ограничены и она при сгорании не дает токсичных отходов. Проблема состоит в разработке дешевого способа получения водорода, повышении безопасности при его использовании.

Использование солнечной энергии на автомобиле ограничено отсутствием дешевых и компактных солнечных батарей.

Одним из путей энергосбережения на транспорте является создание и использование различных устройств, регулирующих состав горючей смеси и режимы работы двигателя и автомобиля. Исследуем этот вопрос подробнее.

Известно, что наиболее экономичная работа  $\eta_e$  дизельного двигателя имеет место при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha = 1,3-1,8$ , а также при мощности, равной  $0,6-0,8$  от номинальной [2]. Между тем, конструкции дизельных ДВС не предусматривают возможность регулирования  $\alpha$ , который может быть в пределах от 1 до 5, а расход топлива  $g_e$  при этом может уменьшаться до 40 %.

Нами было разработано устройство, позволяющее регулировать  $\alpha$  на дизельном двигателе [3].

С целью изменения количества по-

ступающего воздуха в цилиндры ДВС на впускной патрубке подачи воздуха монтировалась заслонка.

Испытания проводились при значениях проходного сечения патрубка, равного 100, 50 и 13 %. Одновременно определялись эффективный расход топлива  $g_e$ , эффективный крутящий момент  $M_e$  и частота вращения коленчатого вала  $n$ .

Частота вращения  $n$  поддерживалась постоянной, при изменении нагрузки на двигатель от наименьшей до наибольшей, путем изменения подачи топлива.

Выполнив соответствующие расчеты, был построен график зависимости  $g_e$  от  $N_e$  при  $n = 1600$  мин<sup>-1</sup> и различном проходном сечении воздушного патрубка (рис. 1).

Из графика выполненного эксперимента следует:

1) удельный эффективный расход топлива снижается при увеличении мощности испытуемого двигателя в 6 раз;

2) изменение проходного сечения патрубка в рассматриваемом диапазоне (от 100 до 13 %) не влияет на экономичность работы ДВС, что может быть обусловлено значительным размером проходного сечения патрубка;

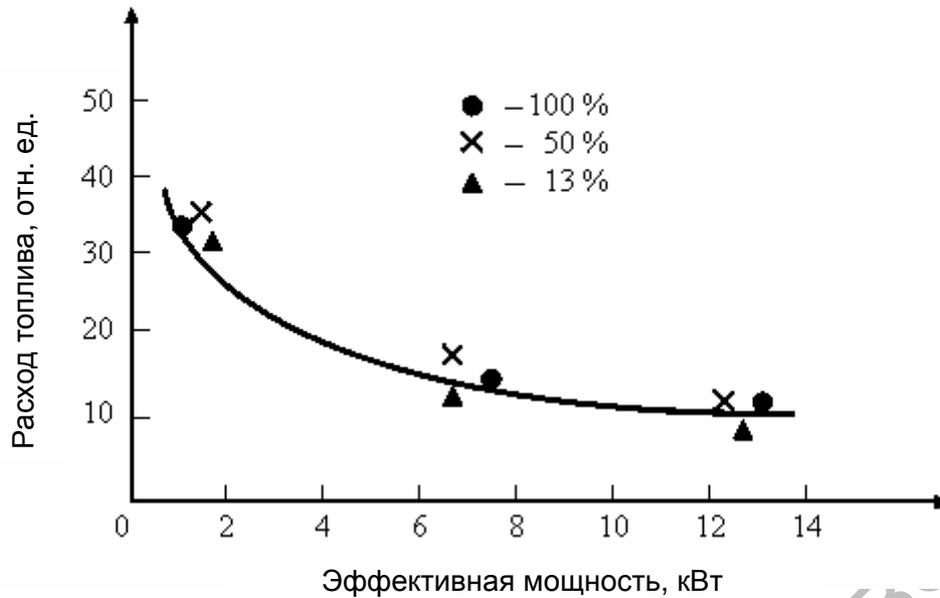
3) существует оптимальный по экономичности режим работы ДВС (для испытуемого двигателя  $g_{e\text{ опт}}$  находится в пределах  $N_e > 0,6 N_{e\text{ max}}$ ;

4) расход топлива  $g_e$  снижается при уменьшении скоростного режима. Причем это снижение большее на малых нагрузочных режимах. Например, при мощности 2 кВт расход топлива снижается на 48 %, а при мощности 8 кВт – на 21 %.

Проведенные нами исследования позволяют сделать выводы, что с целью снижения расхода топлива требуется:

1) обеспечить работу ДВС в оптимальном нагрузочном режиме;

2) оборудование автомобилей устройствами (указателями) оптимального по экономичности режима работы ДВС.

Рис. 1. Влияние мощности и степени открытия воздушной заслонки на  $g_e$ .

В результате исследований были получены также некоторые результаты по токсичности отработавших газов, т.к. показатели экономичности и токсичности взаимосвязаны.

Из приведенных показателей работы дизельного двигателя ЯМЗ-236 следует, что коэффициент избытка воздуха изменяется в широких пределах (от 4 – при наименьших нагрузках, до 1,2 – при наибольших) [2]. Данные по изменению количества окиси углерода, углеводородов и окислов азота в зависимости от нагрузки и скоростного режима работы двигателя показывают, что содержание некоторых из них существенно изменяется (до 5 раз). Количество углерода в отработавших газах не приводится [2], в то время как ГОСТ 21393–86 устанавливает нормативы его содержания. По результатам наших исследований установлено также, что:

1) с увеличением скоростного режима при наибольшей мощности содержание углерода снижается (например, при увеличении  $n$  с 800 до 1600 об/мин в режиме наибольшей мощности содержание углерода снижается примерно в 3 раза, с 60 до 20 %);

2) степень открытия заслонки влияет на количество углерода (например, в рассматри-

ваемом диапазоне открытия патрубка от 13 до 100 % при частоте 1200 об/мин и минимальной мощности содержание углерода увеличивается в 1,7 раза, с 15 до 25 %);

3) имеют место изменения содержания углерода в отработавших газах как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения в зависимости от скоростного и нагрузочного режимов работы ДВС (например, при наименьшей мощности и  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$  содержание углерода снижается с 45 до 35 %, т.е. в 1,3 раза, по мере увеличения проходного сечения с 13 до 100 %).

Таким образом, проведенные исследования показывают, что в дизельном двигателе регулирование подачи воздуха является актуальным и требует дальнейших уточнений.

Важным путем экономии топлива на автомобильном транспорте является повышение эффективности применения автотранспортных средств. Рассмотрим данную проблему подробнее.

Коэффициент эффективности применения подвижного состава находится на уровне 0,1–0,2 (теоретически возможное его значение – 1).

С точки зрения энергосбережения при перевозках наибольший интерес, на

наш взгляд, представляет коэффициент использования грузоподъемности.

В зависимости от его значения будет меняться нагрузочный и скоростной режимы движения автомобиля, что, в свою очередь, будет влиять на режим работы двигателя и расход топлива.

Определение зависимостей расхода топлива от режимов движения автомобиля является необходимым исследованием для последующей разработки приборов определения экономичных режимов движения автомобиля.

Известно, что количество расходуемого топлива на линии определяется по выражению

$$Q_{л} = N_{л} \frac{L}{100} + N_{Т.Р} \frac{W_{Р}}{100}, \quad (3)$$

где  $N_{л}$ ,  $N_{Т.Р}$  – линейная норма расхода на пробег и транспортную работу соответственно;  $L$ ,  $W_{Р}$  – пробег и транспортная работа автомобиля соответственно.

Коэффициент использования грузоподъемности за езду равен

$$j = q_{р} / q_{н} = \frac{L \cdot q_{р}}{L \cdot q_{н}} = \frac{W_{Р}}{W_{н}}, \quad (4)$$

где  $q_{р}$ ,  $q_{н}$  – фактическое количество груза на автомобиле и его номинальная грузоподъемность соответственно, т;  $W_{Р}$ ,  $W_{н}$  – фактическая и номинальная транспортная работа соответственно, ткм.

Получим выражение для определения расхода топлива с учетом загрузки транспортного средства, для чего подставим (4) в (3):

$$Q_{л} = N_{л} \frac{L}{100} + N_{Т.Р} \frac{j \cdot L \cdot q_{н}}{100} = Q'_{л} + Q_{Т.Р}, \quad (5)$$

где  $Q'_{л}$ ,  $Q_{Т.Р}$  – расход топлива на пробег и транспортную работу соответственно, л.

Выражение для определения расхода топлива на линии получим, увязав режим работы двигателя с загрузкой и режимом работы автомобиля в наиболее экономичном режиме работы двигателя в диапазоне мощности (0,5 – 1)  $N_e^{\max}$ . Режимы 0,5  $N_e^{\max}$

и  $N_e^{\max}$  соответствуют наибольшей и одинаковой скорости движения автомобиля (производительности) при коэффициенте использования грузоподъемности, равном 0 и 1. Из предыдущих исследований установлено, что расход топлива двигателем  $Q_{дв}$  увеличивается с 70 до 100 % при указанных условиях.

Представим принятые условия графически (рис. 2).

Полученное выражение будет иметь вид:

$$Q_{дв} = Q_{дв}^{\max} - Q_{дв}^{\max} \cdot 0,3(1 - j). \quad (6)$$

Выполним расчет по выражениям (5) и (6) при следующих данных:

$$\begin{aligned} N_{л} &= 20 \text{ л/100 км}; & Q_{дв}^{\max} &= 30 \text{ л/ч}; \\ L &= 1000 \text{ км}; & N_{Т.Р} &= 1,3 \text{ л/100 ткм}; \\ q_{н} &= 10 \text{ т}; & j &= 0 - 1. \end{aligned}$$

Результаты представим на графике (рис. 3).

Из графиков (см. рис. 3) следует, что расчет по формуле (5) дает несколько завышенную норму расхода топлива на линии при учете загрузки автомобиля в диапазоне  $j = 0,5 - 1$  по сравнению с расчетом по формуле (3), используемой на практике.

Таким образом, в результате выполненной работы можно сделать следующие выводы:

1) автомобиль как энергопотребитель является несовершенным устройством как конструктивно, так и по эффективности его применения;

2) в дизельном двигателе является целесообразным установка устройства для регулирования подачи воздуха; для чего требуется продолжить данные исследования;

3) с целью повышения энергосбережения на АТ нормы расхода топлива необходимо устанавливать с учетом загрузки транспортного средства, а также в его конструкции предусматривать установку прибора для определения экономичного режима работы.

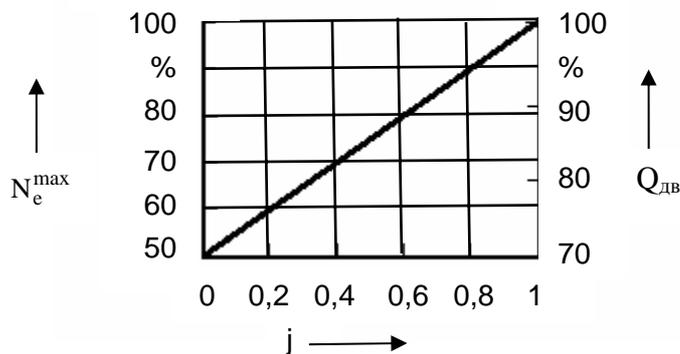


Рис. 2. Зависимость расхода топлива от режимов работы двигателя и движения автомобиля

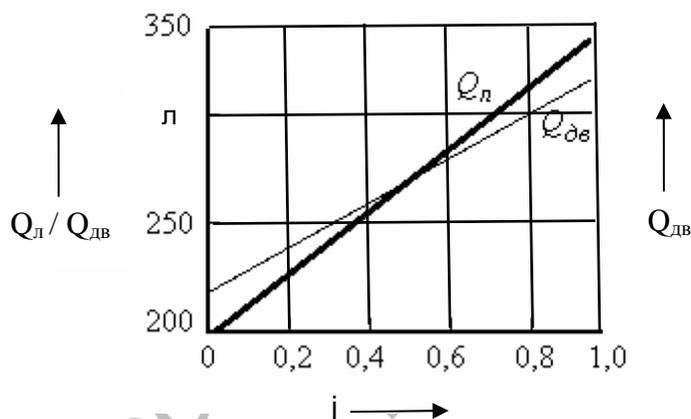


Рис. 3. Зависимости расхода топлива на линии, полученные расчетом по формулам (5) и (6) без учета  $Q_{л}$  и с учетом  $Q_{дв}$  режимов работы двигателя и автомобиля соответственно

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобах, В. П. Пути энергосбережения на автомобильном транспорте / В. П. Лобах // Материалы международной научно-технической конференции. – Могилев : МГТУ, 2001. – С. 75–76.
2. Автомобильные двигатели / Под ред. М. С. Ховаха. – М. : Машиностроение, 1977. – С. 191.

3. Пат. 2053400 РФ, МКИ<sup>6</sup> F 02 D 9/02. Устройство для снижения токсичности отработавших газов транспортного средства / В. П. Лобах, М. Я. Яскевич, В. В. Герашенко. – № 5009012/06 ; заявл. 15.11.91 ; опубл. 27.01.96, Бюл. № 3. – 4 с.

Белорусско-Российский университет  
Материал поступил 11.10.2006

**V. P. Lobach**  
**Energy saving in automobile transport**  
Belarusian-Russian University

The analysis of the ways of reducing fuel consumption by the automobile devices as its main consumer is discussed in this article. One of this ways is to perfect the engine construction, the other way is to increase the application of the devices. The theoretical and experimental researches were conducted. The recommendations about reducing fuel consumption were given.