

## ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Э.А. Савастенко

Кафедра теплотехники и тепловых двигателей  
Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, Россия, 117198

В статье приводятся результаты применения расчетно-экспериментальной методики оценки экономичности двигателя при его работе на режимах малых нагрузок и применении метода регулирования двигателя изменением его рабочего объема.

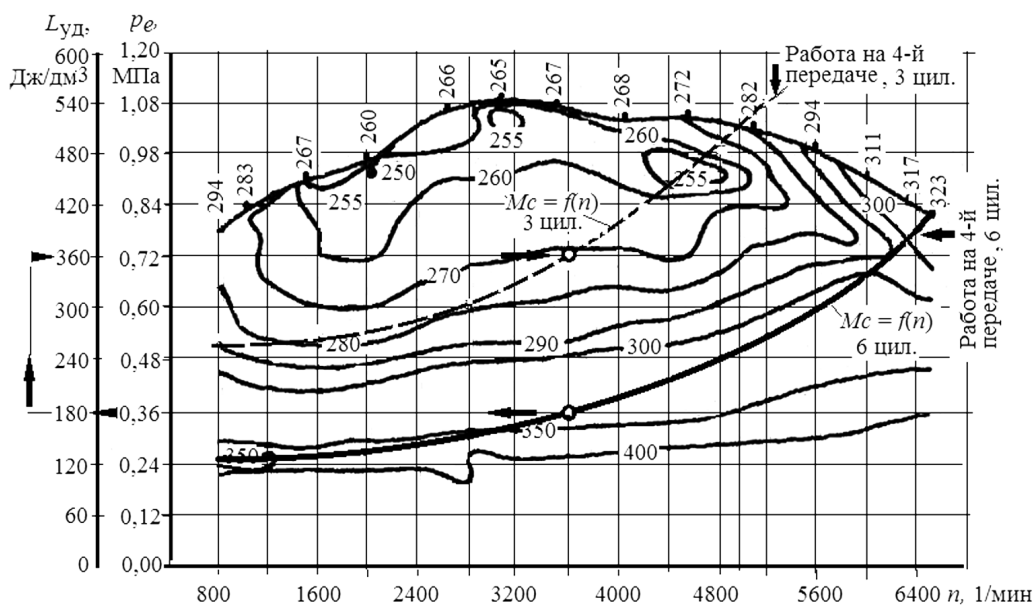
**Ключевые слова:** эффективность, экономичность, режимы малых нагрузок, отключение цилиндров, регулирование рабочего объема

В современных условиях эксплуатации автомобилей, особенно в мегаполисах, существенную долю режимов составляют малые нагрузки и холостые хода. Работа на таких режимах сопровождается повышенными расходами топлива и смазочного масла, повышенными выбросами токсичных компонентов отработавших газов и основного парникового газа ( $\text{CO}_2$ ), снижением надежности и долговечности двигателя. Одним из методов повышения экономических и экологических показателей ДВС на таких режимах является метод регулирования двигателя отключением части цилиндров [1], называемый также методом регулирования двигателя изменением его рабочего объема [2]. Достоверные результаты об эффективности метода дают, конечно, экспериментальные исследования. Однако ввиду их дороговизны, сложности и длительности реализации целесообразно предварительно оценить целесообразность применения метода. Такую оценку можно проводить с использованием экспериментально полученных универсальных характеристик двигателя [3], содержащих параметрические кривые постоянных удельных расходов топлива ( $b_e$ ) в координатах среднего эффективного давления — частоты вращения вала ( $p_e - n$ ). В данной работе в качестве объекта исследования выбран ДВС Audi V6 легкового автомобиля Audi 100 [4]. Двигатель имеет следующие основные параметры и показатели:  $D/S = 8,25/8,64$  см,  $i = 6$ ,  $i \cdot V_h = 2,771$  дм<sup>3</sup>,  $N_{e,\max} = 128$  кВт при  $n = 5500$  мин<sup>-1</sup>. Угол развала между рядами цилиндров 90°. Степень сжатия  $\varepsilon = 10,3$ . ДВС использует бензины с ОЧ 95/98. Экспериментально полученная и заимствованная из приведенной публикации [4] универсальная характеристика двигателя приведена на рис. 1 (в исходном виде — в координатах  $p_e - n$ ).

Сущность метода отключения части цилиндров на данном режиме малой нагрузки заключается в том, что оставшиеся в работе цилиндры (активные) принимают повышенную нагрузку, в результате чего улучшаются экономические показатели двигателя.

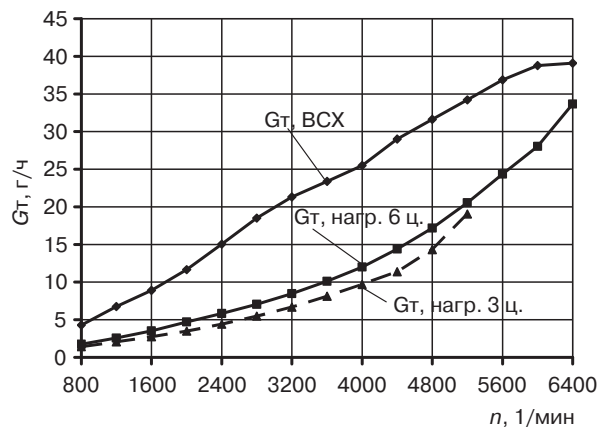
Следует отметить, что при отключении части цилиндров применение ординаты  $p_e$  теряет физический смысл, так как нанесенные значения  $p_e$  относятся либо к отдельному цилиндру, либо ко всему полноразмерному двигателю при условии равнозагруженности цилиндров. Поскольку при отключении части цилиндров ДВС должен сохранять развиваемые момент, мощность, а также выполняемую работу, сравнение показателей (в данном случае экономичности) следует проводить при использовании ординаты удельной работы двигателя ( $L_{уд}$ ), которая представляет собой отношение полной работы, выполняемой двигателем на данном режиме, к его рабочему объему, который при регулировании изменяется в соответствии с числом активных цилиндров от  $i$  до  $z$ . Т.е.  $L_{уд} = L_{полн.}/(i \cdot V_h)$  для полноразмерного двигателя и  $L_{уд} = L_{полн.}/(z \cdot V_h)$  для двигателя с частью отключенных цилиндров. При этом,  $L_{полн.} = 500 \cdot p_e \cdot i \cdot V_h$ . В соответствии с указанным, ордината  $p_e$  на рис. 1 заменена или дополнительно снабжена ординатой  $L_{уд}$ . Именно этот показатель в данном методе является регулируемым (регулируемый рабочий объем двигателя — сумма рабочих объемов активных цилиндров).

На рисунке 1 нанесены также характеристики  $M_c = f(n)$  — нагрузки двигателя при установившихся движениях автомобиля на четвертой передаче для полноразмерного двигателя (6 цилиндров) и для двигателя с тремя отключенными цилиндрами (3 цилиндра). Показано, что если полноразмерный ДВС работает при  $n = 3600 \text{ мин}^{-1}$ , то его нагрузка составляет порядка 30 % от полной при том же скоростном режиме, а удельный эффективный расход топлива составляет  $\sim 340 \text{ г}/(\text{кВт} \cdot \text{ч})$ . Двигатель, работающий на трех активных цилиндрах, будет иметь  $b_e \sim 271 \text{ г}/(\text{кВт} \cdot \text{ч})$ , т.е. его экономичность повышается на  $\sim 20\%$ .



**Рис. 1.** Универсальная характеристика ДВС Audi V6, оснащенная ординатой удельной работы  $L_{уд}$ ;  $M_c$  — характеристика изменения нагрузки на двигатель при установившихся режимах работы с данной частотой вращения вала (движение автомобиля с постоянными скоростями на четвертой передаче при разных частотах вращения вала ДВС)

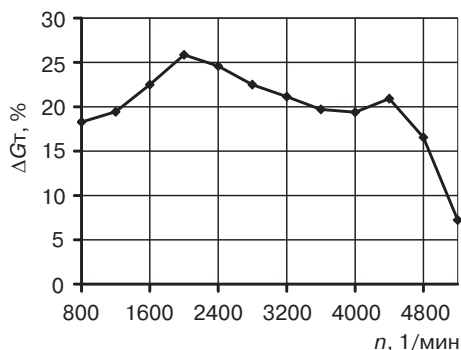
Расчеты, проведенные с использованием характеристик рис. 1, показали, что работа на трех цилиндрах возможна до частоты вращения порядка  $5000 \text{ мин}^{-1}$ . Характеристики изменения часовых расходов топлива ( $G_T$ ) при работе двигателя на всех шести или трех активных цилиндрах свидетельствуют о возможности повышения экономичности двигателя при применении метода отключения цилиндров (рис. 2).



**Рис. 2.** Изменения часовых расходов топлива ( $G_T$ ) при работе двигателя по внешней скоростной характеристике (BCX) (для сравнения) и по характеристике нагружения ( $M_c = f(n)$ ) (нагр.) при работе полноразмерного двигателя (6 ц.) и при трех активных цилиндрах (3 ц.)

На рисунке 3 показаны относительные выигрыши в расходах топлива, которые могут быть получены благодаря переводу ДВС на работу на трех цилиндрах при режимах малых нагрузок.

$$\text{При этом } \Delta G_T = ((G_{T,6 \text{ ц.}} - G_{T,3 \text{ ц.}}) / G_{T,6 \text{ ц.}}) \cdot 100.$$



**Рис. 3.** Выигрыши в расходах топлива, полученные при реализации указанных выше режимов нагружения  $M_c = f(n)$  двигателем с тремя активными цилиндрами по сравнению с реализацией тех же режимов двигателем полноразмерным

Видно, что на отдельных режимах малой нагрузки экономия топлива благодаря отключению трех цилиндров составляет 20—25 % по сравнению с расходом на тех же режимах при работе полноразмерного двигателя. Поскольку часть ре-

жимов протекает на трех цилиндрах, а часть — в области повышенных нагрузок на всех шести, в среднем при реализации указанных режимов нагружения в условиях их равной вероятности экономия топлива может составить порядка 10%.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Патрахальцев Н.Н., Вальдerrама А., Градос Х. От отключения цилиндров — к отключению циклов // Автомобильная промышленность. 1995. № 11. С. 23—24.
- [2] Патрахальцев Н.Н., Страшнов С.В., Мельник И.С., Корнев Б.А. Регулирование дизеля методом изменения его рабочего объема // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 1. С. 19—22.
- [3] Патрахальцев Н.Н., Петруня И.А., Камышников Р.О., Савастенко Э.А. Оценка возможности повышения экономичности автомобиля регулированием рабочего объема двигателя // Автомобильная промышленность. 2014. № 6. С. 10—12.
- [4] Der neue Audi-V6-Motor. Faltermeier G., Leitner P., Stemmer X., Xaver T.M. // MTZ: Motortechn. Z. 1991. 52. № 4. Pp. 172—176, 178, 180—181.

## SOME OPPORTUNITIES TO RICE OF OPERATING FUEL ECONOMY OF PETROL ENGINE

E.A. Savastenko

Department of Heat Engineering and Heat Engines  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198*

There presented some results of using of calculation-experimental method to appreciate an economy of engine during working on low loads and regulated by variation of displacement.

**Key words:** efficiency, fuel economy, regimes of low load, disconnection of cylinders, cylinder cut off, variable displacement

### REFERENCES

- [1] Patrahaltsev N.N., Valderrama A., Grados J. From cutting — out cylinders to skipping cycles // Avtomobilnaya promyshlennost. 1995. № 11. Pp. 23—24. [Patrahaltsev N.N., Valderrama A., Grados J. Ot otklutheniy cilindrov k otklutheniju ciklov // Avtomobilnay promyshlennost. 1995. № 11. S. 23—24.]
- [2] Patrahaltsev N.N., Strashnov S.V., Melnik I.C., Kornev B.A. Changing the displacement volume to control a diesel engine // Traktors and agromachines. 2012. № 1. Pp. 19—22. [Patrahaltsev N.N., Strashnov S.V., Melnik I.C., Kornev B.A. Regulirovanie diselja metodom izmenenija ego rabotheho ob'ema // Traktory i selhoz mashiny. 2012. № 1. S. 19—22.]
- [3] Patrahaltsev N.N., Petrunya I.A., Kamyshnikov R.O., Savastenko E.A. Evaluation of the possibility of controlling the engine volume to reduce the fuel consumption of an automobile // Automobile industry. 2014. № 6. Pp. 10—12. [Patrahaltsev N.N., Petrunya I.A., Kamyshnikov R.O., Savastenko E.A. Otsenka vozmoshnosti povyshenija ekonomichnosti avtomobilja regulirovaniem rabotheho ob'ema dvigatelja // Avtomobilnaya promyshlennost. 2014. № 6. S. 10—12.]
- [4] Der neue Audi-V6-Motor. Faltermeier G., Leitner P., Stemmer X., Xaver T.M. // MTZ: Motortechn. Z. 1991. 52. № 4. Pp. 172—176, 178, 180—181.