

## МЕТОДИКА РАСЧЁТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

**А. Хусанджонов**

Ферганский политехнический институт

**А. Абдурахимов**

Ферганский политехнический институт

**К. Масодиков**

Ферганский политехнический институт

### АННОТАЦИЯ

Достоверные результаты об эффективности метода регулирования двигателя изменением его рабочего объёма дают, конечно, экспериментальные исследования. Статья посвящена именно этим вопросам.

**Ключевые слова:** эксперимент, метод, двигатель, исследование.

### TECHNIQUE FOR CALCULATED AND EXPERIMENTAL STUDY OF ENGINE PERFORMANCE INDICATORS USING UNIVERSAL CHARACTERISTICS

### ABSTRACT

Experimental studies, of course, provide reliable results on the effectiveness of the method for regulating the engine by changing its working volume. The article is devoted to precisely these questions.

**Keywords:** experiment, method, engine, research.

### ВВЕДЕНИЕ

Однако, ввиду их дороговизны, сложности и длительности реализации, целесообразно предварительно оценить целесообразность применения метода. Существо 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.

## ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ

Использование скоростных характеристик двигателя как полноразмерного, так и с частью отключаемых цилиндров иллюстрируется далее на Рис. 1. [1]. Видно, что для иллюстрации скоростных характеристик двигателя с разным числом активных цилиндров приходится наносить на характеристики ординаты с разными значениями средних эффективных давлений  $p_e$  для разных случаев регулирования двигателя.

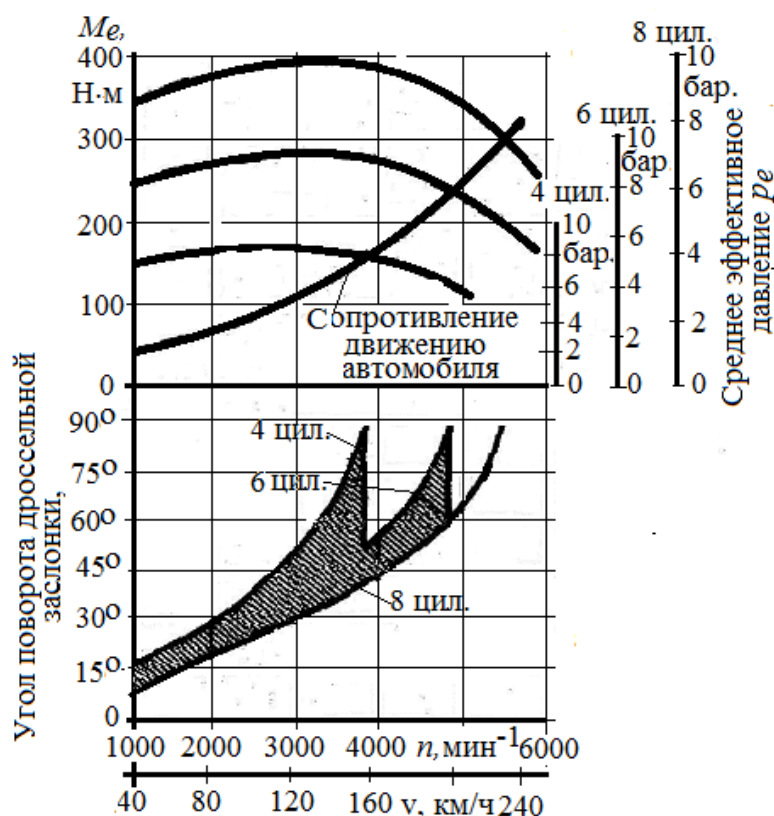


Рис. 1. Характеристики V-образного бензинового ДВС фирмы *Daimler-Benz* ( $i \cdot V_h = 5$  л.) при его регулировании отключением цилиндров и работе на восьми, шести или четырёх цилиндрах (Отключение подачи топлива и остановка клапанов в закрытом положении). (К иллюстрации необходимости замены ординаты  $M_e$  или  $p_e$  на удельную работу  $L_{уд.}$ ) [1].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Следует отметить, что при отключении части цилиндров применение ординаты  $p_e$  теряет физический смысл, т.к. нанесённые значения  $p_e$  относятся либо к отдельному цилиндру, либо ко всему полноразмерному двигателю, при условии равной загруженности цилиндров. Поскольку при отключении части цилиндров ДВС должен сохранять развиваемые момент, мощность, а также

выполняемую работу, то сравнение показателей (например, экономичности) следует проводить при использовании ординаты удельной работы двигателя ( $L_{уд}$ ) [2, 3]. Удельная работа представляет собой отношение полной работы  $L_{полн.}$ , выполняемой двигателем на данном режиме, к его активному рабочему объёму. Активный рабочий объём двигателя при регулировании изменяется в соответствии с числом активных цилиндров от  $i$  до  $z$ . То есть:

$$L_{уд} = L_{полн.}/(i \cdot Vh), \text{ Дж/дм}^3 \quad (1)$$

для полноразмерного двигателя и

$$L_{уд} = L_{полн.}/(z \cdot Vh), \text{ Дж/дм}^3 \quad (2)$$

для двигателя с частью отключённых цилиндров, т.е. с числом активных цилиндров, равным  $z$ . При этом,

$$L_{полн.} = 500 \cdot pe \cdot i \cdot Vh, \text{ Дж.} \quad (3)$$

В соответствии с указанным, ордината  $pe$  на Рис. 2 заменена или дополнительно снабжена ординатой  $L_{уд}$ . Именно этот показатель в данном методе является регулируемым (регулируемый рабочий объём двигателя – сумма рабочих объёмов активных цилиндров).

Универсальная характеристика двигателя может быть выполнена в координатах  $Me - n$ . Тогда полная работа двигателя на данном режиме ( $Me$ ) определяется по формуле

$$L_{полн.} = 2 \cdot \pi \cdot Me., \text{ Дж.} \quad (4)$$

А удельная работа – по формуле

$$L_{уд} = 2 \cdot \pi \cdot Me/z \cdot Vh, \text{ Дж/дм}^3, \quad (5)$$

где  $z$  – число активных (работающих) цилиндров;  $Vh$  – рабочий объём одного цилиндра,  $\text{дм}^3$ .

Методика изложена с использованием материалов работ [4, 45, 47]. Пусть дизель типа КамАЗ – 7406 ( $Vh = 1,36 \text{ дм}^3$ ,  $i \cdot Vh = 10,85 \text{ дм}^3$ ) на всех восьми активных цилиндрах работает на режиме с малой нагрузкой (с эффективным крутящим моментом  $M_{e8} = 80 \text{ Н} \cdot \text{м}$  при  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$ ). Полная работа, выполняемая на данном режиме полноразмерным дизелем (т.е. с числом активных цилиндров  $i=8$ ) равна

$$L_{полн.} = 2 \cdot \pi \cdot Me. = 2 \cdot \pi \cdot 80 = 503 \text{ Дж} \quad (6)$$

При всех  $i$  активных цилиндрах удельная работа двигателя на данном режиме составляет

$$L_{уд} = L_{полн.}/(i \cdot Vh), \text{ Дж/дм}^3, \quad (7)$$

При этом  $g_e = 370$  г/(кВт ч) (см. Рис. 2.). Оценим, какими будут удельные расходы топлива тем же дизелем, если он будет работать на том же режиме (по частоте и внешней нагрузке) с числом активных цилиндров  $z = 6, 4, 2$ .

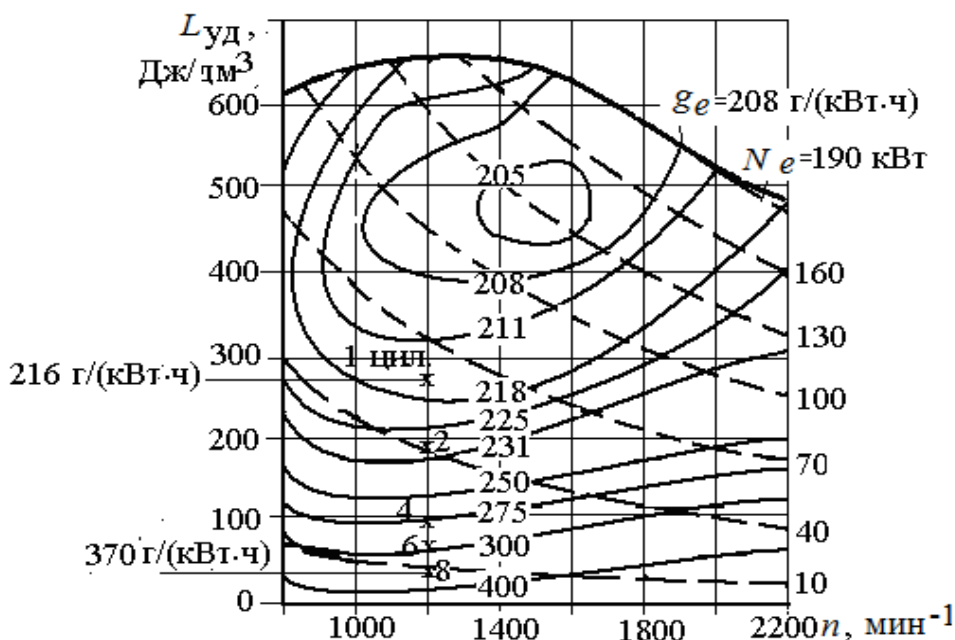


Рис. 2. Универсальная характеристика восьмицилиндрового дизеля типа КамАЗ-7406, перестроенная в координаты  $L_{уд} - n$ : X – режимы работы дизеля с числом активных цилиндров  $z = 8, 6, 4, 2, 1$  при одинаковой малой нагрузке (менее 10 % от полной) и при  $n = 1200$  мин<sup>-1</sup>. [3, 5].

Таковую же полную работу (503 Дж) дизель должен выполнять при числе активных цилиндров  $z < i$ . Во всех этих случаях дизель развивает крутящий момент  $M_e$ , равный 80 Н·м, т.е. порядка 10 % от полной нагрузки. Следовательно:

$$\text{при } z = 6 \quad L_{уд.6} = 503 / (1,36 \cdot 6) = 503 / 8,16 = 61,6 \text{ Дж/дм}^3; \quad (8)$$

$$\text{при } z = 4 \quad L_{уд.4} = 503 / (1,36 \cdot 4) = 503 / 5,44 = 92,5 \text{ Дж/дм}^3; \quad (9)$$

$$\text{при } z = 2 \quad L_{уд.2} = 503 / (1,36 \cdot 2) = 503 / 2,72 = 185 \text{ Дж/дм}^3. \quad (10)$$

С использованием универсальной характеристики (Рис. 2.8.) получаем удельные эффективные расходы топлива двигателем при разном числе активных цилиндров (и следовательно при разной удельной работе двигателя), а также относительные снижения удельных расходов ( $\Delta g_e$ ), которые определяются по соотношению

$$\Delta g_e = [(g_{e8} - g_{ez}) / g_{e8}] 100 \% \quad (11)$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возможность дизеля работать на данном режиме на одном цилиндре проверяется пересчётом на индикаторные показатели через механический КПД.

Для построения универсальных (многопараметровых) характеристик используются множества нагрузочных характеристик, которые в идеале строятся по результатам экспериментов или, возможно, путём расчётов. (Методики построения нагрузочных характеристик двигателя известны, например, работа [6]. Одна из них приведена в приложении). В данной работе использованы опубликованные в печати универсальные характеристики, полученные экспериментальным путём. Поэтому применяемая далее методика исследования, математического моделирования режимов работы и регулирования двигателя названа расчётно-экспериментальной.

## REFERENCES

1. Abthoff Jorg, Schuster Hans-Dieter, Wollenhaupt Gottfried. Ein Mo-torenkonzept mit Zylinderabsenaltung und seine Verbrauchsreduzierungen // MTZ. 1980. 41. № 7 – 8. С. 299-304.
2. Аношина Т.С. Повышение экономических и экологических качеств транспортного дизеля при работе на режимах малых нагрузок и холостых ходов: автореферат дисс. ... канд. техн. наук. Москва. 2014. 16 с.
3. Возможности повышения экономичности режимов малых нагрузок двигателя ВАЗ-2118. / Патрахальцев Н.Н. [и др.] // Автомобильная промышленность. 2014. № 4. С. 9-10.
4. Оценка возможности повышения экономичности автомобиля регулированием рабочего объёма двигателя / Н.Н. Патрахальцев [и др.] // Автомобильная промышленность. 2014 № 6. С. 10-12.
5. Петруня И.А. Повышение эксплуатационной топливной экономичности транспортных дизелей: дисс. ...канд. техн. наук. Москва. 2014. 120 с.
6. Балабин В.Н. Регулирование транспортных двигателей отключением части цилиндров. Монография. М.: ГОУ «Учебно - методический центр по образованию на ж. д. транспорте». 2007. 143 с.