

УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ СУЧАСНОГО БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук
Карев С.В.

Наведено результати експериментальних досліджень по впливу рециркуляції відпрацьованих газів на паливну економічність та екологічні показники при застосуванні на сучасному бензиновому двигуні комбінованого методу регулювання потужності.

The results of experimental research by influence of EGR on fuel efficiency and ecological parameters in the application of the modern gasoline engine combined method of power control.

Вступ. Відомо, що одним з недоліків бензинового двигуна є погіршення паливної економічності в режимах малих навантажень та холостого ходу. Пояснюється це тим, що ці режими отримуються дроселюванням паливоповітряної суміші. Процес дроселювання збільшує насосні втрати і погіршує умови згоряння паливоповітряної суміші, що, як правило, компенсують її збагаченням. Одним з методів покращення показників роботи двигуна в названих режимах є відключення групи циліндрів багатопаливничного двигуна, що забезпечує роботу працюючої групи циліндрів з більшим навантаженням, і як результат, кращим робочим процесом, можливістю збіднення паливоповітряної суміші в двигунах з карбюраторною системою живлення, меншими насосними втратами.

Так як відключення групи циліндрів регулювання його потужності здійснюється дроселюванням паливоповітряної суміші, є підстави називати такий метод регулювання комбінованим.

Разом з перевагами комбінованого в порівнянні з дроселюванням зокрема покращення паливної економічності йому властивий такий недолік, як збільшення в відпрацьованих газах оксидів азоту, що є причиною зростання сумарної токсичності незважаючи на значно менші викиди оксиду вуглецю і вуглеводнів. Це встановлено в раніше проведених численних дослідженнях. [1-7]

Метою роботи є зниження викидів оксидів азоту при роботі на частині циліндрів при одночасному покращенні паливної економічності сучасного бензинового двигуна комбінованим методом регулювання потужності.

Вирішення задачі. Відомо, що одним з способів зниження викидів оксиду азоту з відпрацьованими газами сучасних двигунів внутрішнього згоряння є застосування рециркуляції відпрацьованих газів. Як показують раніше проведені дослідження [2,4,6] зміна коефіцієнта рециркуляції в певних межах практично не призводить до погіршення паливної економічності при значному зниженні концентрації оксидів азоту в відпрацьованих газах. Результатів досліджень по впливу рециркуляції на паливну економічність та викиди оксидів азоту за роботи на частині циліндрів сучасного бензинового двигуна з системою впорскування і зворотнім зв'язком в літературних джерелах не встановлено.

Вплив комбінованого методу регулювання потужності досліджували на двигуні 6Ч9,5/6,98 з системою впорскування КЕ Джетронік. Були визначені навантажувальні характеристики двигуна в різних швидкісних режимах при регулюванні потужності дроселюванням всіх шести циліндрів і регулюванні потужності комбінованим методом з відключенням в зоні малих навантажень трьох циліндрів. При цьому мало місце рівномірне чергування робочих циклів.

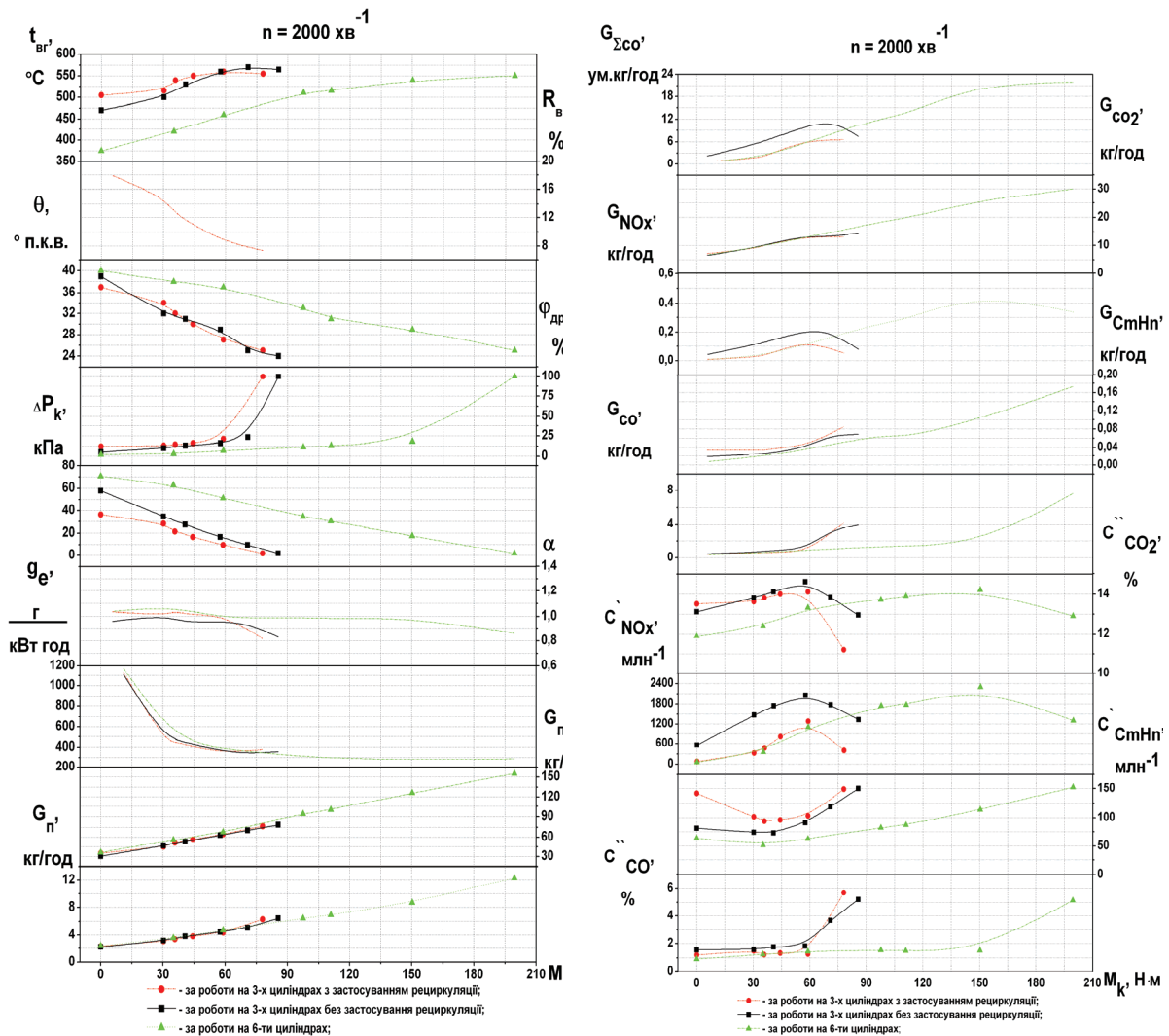


Рис. 1 Навантажувальні характеристики двигуна 6Ч 9,5/6,98

На рис.1, як приклад, показані навантажувальні характеристики двигуна, визначені за частоти обертання 2000 хв^{-1} . З показаних залежностей видно, що максимальний крутний момент в цьому швидкісному режимі за роботи на всіх циліндрах дорівнює $200 \text{ Н}\cdot\text{м}$, за роботи на трьох циліндрах $86 \text{ Н}\cdot\text{м}$, тобто близько 43% максимального. Склад паливоповітряної суміші як за роботи на всіх так і частині циліндрів підтримується близьким до стехіометричного (коефіцієнт надміру повітря $\alpha \approx 1.0$). Здійснюється це електронним блоком управління з зворотнім зв'язком. Виняток складають режими повних навантажень, де суміш збагачується. Для отримання однакового крутного моменту за роботи на трьох циліндрах дросельна заслінка ($\phi_{\text{др}}$) має бути відкрита на більший кут, що зумовлює менше розрідження у впускному трубопроводі (ΔP_k), а також інший кут випередження запалювання (θ) в порівнянні за роботи на шести циліндрах.

Вищий навантажувальний режим роботи окремих циліндрів зумовлює більшу температуру відпрацьованих газів ($t_{\text{вг}}$).

Годинна витрата повітря ($G_{\text{пов}}$) за роботи на шести циліндрах дещо більша в порівнянні з роботою на трьох циліндрах, що можна пояснити незначним збідненням паливоповітряної суміші в випадку роботи на шести циліндрах.

Як видно з показаних залежностей, при відключенні трьох циліндрів (без рециркуляції відпрацьованих газів) годинна (G_n) і питома (g_e) витрати бензину менші в порівнянні з роботою на шести циліндрах в діапазоні навантажень, від холостого ходу до $M_k = 75$ Н·м. В режимі холостого ходу годинна витрата бензину на шести циліндрах дорівнює $2,37 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$, на трьох циліндрах – $2,19 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$. При більших навантаженнях витрата бензину (G_n, g_e) за роботи на трьох циліндрах перевищують ці показники на шести циліндрах, тобто робота з відключенням циліндрів при більших навантаженнях недоцільна. Отримані залежності підтверджують закономірності, отримані в інших дослідженнях [6,7].

Робота на трьох циліндрах супроводжується незначним зростанням концентрацій ($C_{\text{CO}}, C_{\text{C}_m\text{H}_n}$) і масових викидів ($G_{\text{CO}}, G_{\text{C}_m\text{H}_n}$) оксиду вуглецю і вуглеводнів в порівнянні з роботою на шести циліндрах, хоча величини їх залишаються низькими. Таку зміну концентрацій і викидів продуктів неповного згоряння за роботи на трьох циліндрах можна пояснити роботою двигуна на шести циліндрах на незначно збідненій суміші ($\alpha \approx 1.04$) в той час як на трьох циліндрах ($\alpha \approx 0,96$). Перехід на роботу на трьох циліндрах супроводжується значними зростанням концентрацій і викидів оксидів азоту ($C_{\text{NO}_x}, G_{\text{NO}_x}$), що є основною причиною значного зростання сумарних, приведених до СО викидів $G_{\Sigma\text{CO}}$, що в цілому свідчить про погіршення екологічних показників при регулюванні потужності двигуна комбінованим методом.

Для зменшення цього недоліку комбінованого методу пропонується в режимах роботи двигуна на трьох циліндрах, де мають місце підвищені викиди оксидів азоту застосувати рециркуляцію відпрацьованих газів. На навантажувальних характеристиках пунктиром показані експериментальні залежності показників роботи двигуна з рециркуляцією відпрацьованих газів. Коефіцієнт рециркуляції $R_{\text{ВГ}}$ змінюється в межах 7...18%. Застосування рециркуляції не погіршує паливної економічності в межах зміни крутного моменту $M_k = 15 \dots 60$ Н·м. При менших навантаженнях, при яких кут відкриття дросельних заслінок ($\varphi_{\text{др}}$) менше 9% рециркуляція недоцільна, при $M_k > 60$ Н·м для даного швидкісного режиму рециркуляція приводить до погіршення паливної економічності і зниженню максимального крутного моменту. Рециркуляція призводить до незначного зниження концентрацій і викидів оксиду вуглецю ($C_{\text{CO}}, G_{\text{CO}}$), незначного зростання концентрацій і викидів вуглеводнів ($C_{\text{C}_m\text{H}_n}, G_{\text{C}_m\text{H}_n}$) і що, саме основне, до значного зниження концентрацій і викидів оксидів азоту ($C_{\text{NO}_x}, G_{\text{NO}_x}$). Така зміна концентрацій і викидів дозволила отримати сумарні приведені до оксиду

вуглецю шкідливі викиди ($G_{\Sigma CO}$) на рівні цього показника за роботи на шести циліндрах.

Таким чином проведені дослідження показали, що комбінований метод регулювання потужності сучасного двигуна з системою впорскування бензину і зворотнім зв'язком дозволяє покращити паливну економічність двигуна і забезпечити незмінні екологічні показники шляхом застосування рециркуляції відпрацьованих газів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Худолий Н.Н. Повышение топливной экономичности многоцилиндровых бензиновых двигателей совершенствованием способа регулирования мощности: Дис... канд. техн. наук: 05.04.02. // Н.Н.Худолий - К., 1983. – 309 с.

2. Редзюк А.М. Повышение топливной экономичности многоцилиндровых бензиновых двигателей в режимах малых нагрузок и холостого хода: Дис... канд. техн. наук: 05.04.02.// А.М.Редзюк - К., 1982. – 273 с.

3. Зленко М.А. Повышение топливной экономичности бензиновых двигателей путём отключения части цилиндров: Дис. канд. техн. наук.// М.А.Зленко - М.: 1986. – 211 с.

4. Корпач А.А. Улучшение экономических и токсических показателей автомобильных бензиновых двигателей в эксплуатационных условиях совершенствованием метода регулирования их мощности. Дис... канд. техн. наук: 05.04.02. // А.А.Корпач - К., 1989. – 270 с.

5. Матейчик В.П. Повышение топливной экономичности многоцилиндровых бензиновых двигателей совершенствованием способа отключения группы цилиндров: Дис... канд. техн. наук: 05.04.02. // В.П.Матейчик - К., 1990. – 231 с.

6. Ковбасенко С.В. Покращення показників багатопциліндрових бензинових двигунів з відключенням групи циліндрів: Дис. канд. техн. наук: 05.05.03. // С.В.Ковбасенко – К., 2000. – 289 с.

7. Дядченко В.Л. Підвищення паливної економічності багатопциліндрових двигунів з впорскуванням бензину в режимах малих навантажень і холостого ходу: Дис... канд. техн. наук: 05.05.03. //В.Л.Дядченко - К., 2010 – 172с.