

УДК 629.113.004: 621.43

Гутаревич Ю.Ф., д.т.н.¹, Дядченко В.Л., інж.², Мержиєвська Л.П., к.т.н.¹**1 — НТУ, м. Київ, 2 — СП Автомобільний дім "Україна", м. Київ****ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА З НЕЙТРАЛІЗАТОРОМ ПРИ ВІДКЛЮЧЕННІ ГРУПИ ЦИЛІНДРІВ***Викладено результати експериментальних досліджень екологічних показників бензинового двигуна з нейтралізатором при регулюванні потужності відключенням циліндрів.*

Основними режимами роботи двигунів дорожніх транспортних засобів в експлуатаційних умовах, зокрема в містах і населених пунктах, є часткові навантажувальні режими та режими холостого ходу. В цих режимах паливна економічність двигунів, зокрема бензинових, значно погіршується. Причинами цього є зниження індикаторного ККД дійсного циклу внаслідок вимушеного збагачення паливоповітряної суміші і погіршення процесу згоряння через зростання відносної кількості залишкових газів, збільшення відносних втрат тепловіддачею та насосних втрат. Вимушене збагачення паливоповітряної суміші характерне для карбюраторних двигунів. В сучасних двигунах з системами впорскування бензину із зворотнім зв'язком в усьому діапазоні навантажень, за винятком повного навантаження, підтримується склад паливоповітряної суміші, близький до стехіометричного.

Інші причини зниження індикаторного ККД мають місце і в сучасних бензинових двигунах.

Одним з методів підвищення паливної економічності сучасних бензинових двигунів в режимах часткових навантажень і холостого ходу є заміна традиційного дроселювання паливоповітряної суміші, що надходить у всі циліндри, комбінованим методом – відключенням частини циліндрів і дроселюванням суміші, що надходить в працюючі циліндри.

Відомі різні способи реалізації такого методу. Найкращі результати, з точки зору зниження витрати бензину, забезпечує спосіб відключення циліндрів припиненням газообміну в відключених циліндрах [1, 2, 3]. Цей спосіб можливо використати лише на стадії проектування та виробництва двигуна.

Спосіб відключення групи циліндрів без зміни системи газообміну не має такої ефективності з точки зору зниження паливної економічності, але може бути реалізований на двигунах, що перебувають в експлуатації [4].

В Національному транспортному університеті проведені експериментальні дослідження двигуна Opel C30LE, який обладнаний системою розподіленого впорскування бензину із зворотнім зв'язком. Для прикладу на рис. 1 показана навантажувальна характеристика цього двигуна, як залежність показників від потужності двигуна, визначена при частоті обертання колінчастого вала $n = 1800 \text{ хв}^{-1}$ при роботі на шести і трьох циліндрах.

Відключення циліндрів здійснювалось припиненням подачі бензину в три циліндри таким чином, щоб двигун працював на решті циліндрів з рівномірним чергуванням робочих циклів через 240 град. повороту колінчастого вала. Як видно з показаної характеристики, ефективна потужність двигуна при роботі на трьох циліндрах складає близько 44% потужності на шести циліндрах. При цьому практично у всьому діапазоні навантажень, за винятком повного навантаження, годинна та питома витрати бензину при роботі на трьох циліндрах нижчі. В діапазоні потужності, де можлива робота двигуна на трьох і шести циліндрах, середня годинна витрата бензину складає 3,45 *кг/год* для випадку роботи на трьох циліндрах та 3,99 *кг/год* для випадку роботи на шести циліндрах. Економія бензину складає близько 13,6%.

Таким чином проведені експериментальні дослідження ще раз підтвердили, що і для сучасного двигуна з системою впорскування бензину із зворотнім зв'язком відключення ци-

ліндрів припиненням подачі бензину є доцільним з точки зору покращення паливної економічності.

Важливим питанням при оцінці впливу способу відключення циліндрів є його вплив на екологічні показники двигуна. В дослідженнях такий вплив оцінювався при обладнанні двигуна каталітичним нейтралізатором та без нього. При відключенні трьох циліндрів залежність концентрацій шкідливих речовин на випуску працюючих циліндрів, витрати палива і повітря від розрідження на впуску залишаються незмінними, але для отримання однакової потужності розрідження на впуску за роботи на трьох і шести циліндрах буде різним. На рис. 1 показана зміна розрідження на впуску залежно від ефективної потужності при роботі на трьох $\Delta p_{к(3)}$ і шести циліндрах $\Delta p_{к(6)}$. Там же показані залежності концентрацій шкідливих речовин CO , C_mH_n і NO_x та парникового газу CO_2 у відпрацьованих газах двигуна без нейтралізатора. З використанням цих залежностей та витрат бензину і повітря розраховані масові викиди шкідливих речовин G_{CO} , $G_{C_mH_n}$, G_{NO_x} , G_{CO_2} та сумарні масові викиди, зведені до оксиду вуглецю $G_{\Sigma CO}$. Як видно з рис. 1 викиди CO , C_mH_n , CO_2 при відключенні трьох циліндрів зменшуються порівняно з показниками на шести циліндрах і лише при повному навантаженні перевищують їх. Разом з тим відключення циліндрів приводить до зростання викидів NO_x , за винятком режиму повного навантаження, тому сумарні масові викиди в усьому діапазоні навантажень, за винятком повного, більші.

Для оцінки впливу відключення циліндрів на екологічні показники двигуна при встановленні на двигун каталітичного нейтралізатора були використані результати експериментальних досліджень цього ж двигуна Opel C30LE з каталітичним нейтралізатором Arvin Tefh (Франція) [5]. Залежності концентрацій шкідливих речовин після нейтралізатора від ефективної потужності при роботі на шести циліндрах показані на рис. 2. Там же показані розрідження у впускному трубопроводі при роботі на шести $\Delta p_{к(6)}$

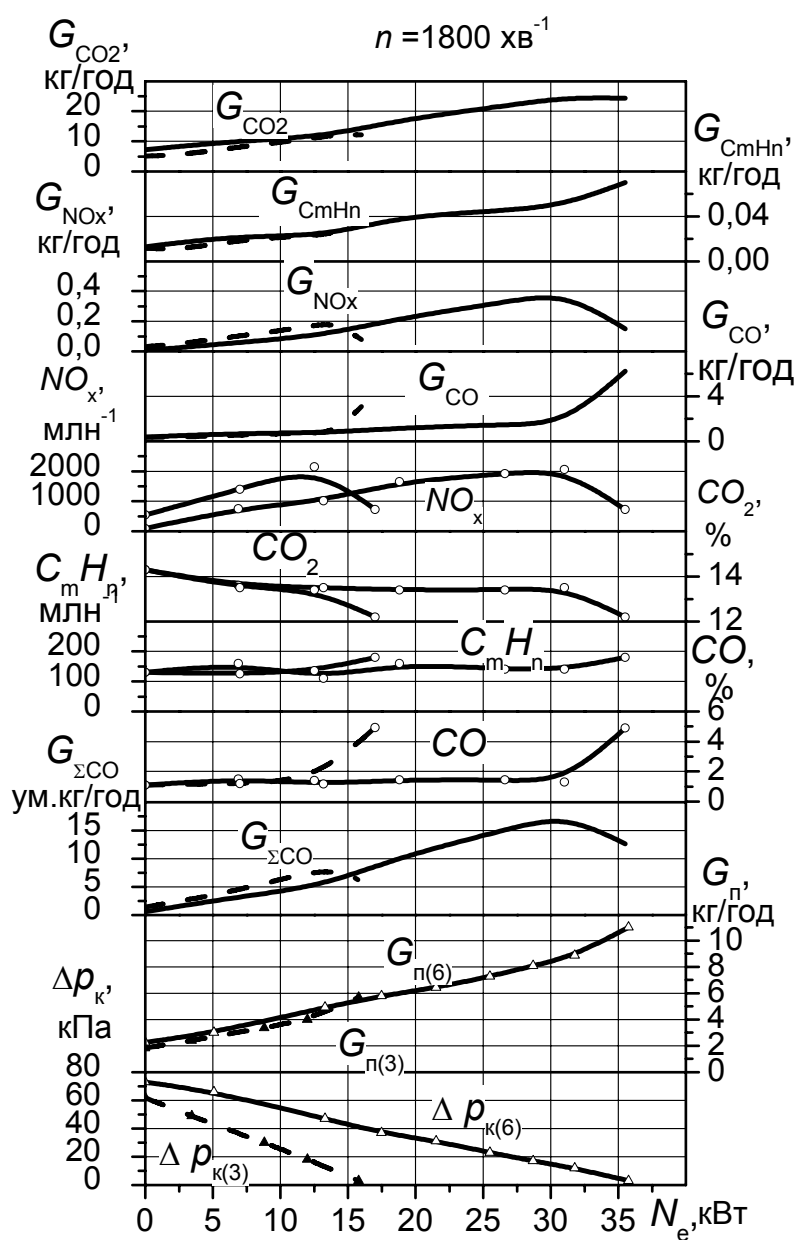


Рис. 1. Залежності показників двигуна Opel C30LE від навантаження (без нейтралізатора)

і трьох циліндрах $\Delta p_{к(3)}$, які використовувались для визначення концентрацій шкідливих речовин за роботи на трьох циліндрах CO , C_mH_n , NO_x та CO_2 .

При порівнянні величин концентрацій без нейтралізатора (рис. 1) і при встановленні нейтралізатора (рис. 2) видно, що концентрації шкідливих речовин значно зменшились за винятком діоксиду вуглецю, концентрації якого дещо зросли. При цьому ефективність нейтралізатора виявилась особливо високою з точки зору зниження концентрацій оксидів азоту.

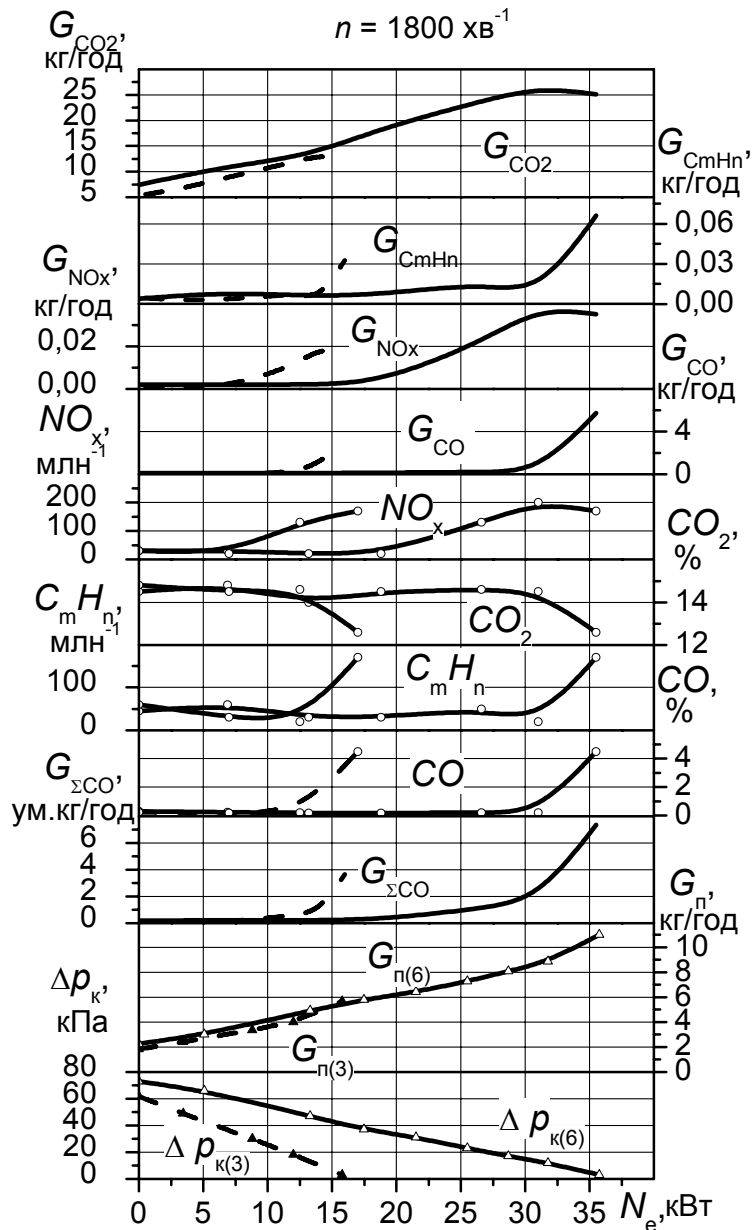


Рис. 2. Залежності показників двигуна Opel C30LE від навантаження (з нейтралізатором)

Якщо порівнювати концентрації шкідливих речовин та парникового газу за роботи на шести і трьох циліндрах, то при встановленні нейтралізатора вони практично співпадають в усьому діапазоні можливих навантажень за винятком близького до повного.

Розраховані з використанням цих концентрацій та витрат бензину і повітря масові викиди окремих речовин та сумарні масові викиди, зведені до CO - $G_{\Sigma CO}$, за роботи на трьох циліндрах показані на рис. 2. З показаних залежностей видно, що в зв'язку з меншою витра-

тою бензину за роботи на трьох циліндрах (рис.1) масові викиди CO , C_mH_n , NO_x та CO_2 менші порівняно з роботою на шести циліндрах і лише при наближенні до повних навантажень ці показники більші. Сумарні масові викиди, зведені до CO , також зменшуються при регулюванні потужності двигуна відключенням групи циліндрів і дроселюванням працюючих циліндрів. В діапазоні потужностей $0 \dots 9$ кВт зниження сумарних масових викидів, зведених до CO , складає близько 39%. При більших навантаженнях сумарні масові викиди, зведені до CO , за роботи на трьох циліндрах значно зростають і перевищують викиди на шести циліндрах, хоча і залишаються значно меншими порівняно з показниками на шести циліндрах без нейтралізатора (рис. 1).

Висновки

Проведені експериментальні і розрахункові дослідження показали, що для сучасних двигунів з системами впорскування бензину із зворотнім зв'язком перехід від регулювання потужності дроселюванням всіх циліндрів до комбінованого методу – відключенням групи циліндрів з дроселюванням працюючих циліндрів є ефективним шляхом покращення паливної економічності двигунів в режимах малих навантажень та холостого ходу. При цьому, якщо на автомобілі не встановлено нейтралізатор, викиди CO , $C_m H_n$ та CO_2 зменшаться, а NO_x та сумарні масові викиди, зведені до CO , – зростуть.

Якщо на автомобілі встановлено трикомпонентний нейтралізатор, можна очікувати, що не лише паливна економічність, а і екологічність сучасного двигуна при регулюванні потужності відключенням групи циліндрів покращаться.

Список літератури

1. Мерседес S500 – новинка от Daimler-Benz //Автомобиль. – 1998.– № 22–23. – С. 9.
2. Европейские центры разработок силовых агрегатов //Автостроение за рубежом. – 2005. – №6. – С. 7–13.
3. Каким станет в будущем привод к клапанам? //Автостроение за рубежом. – 2000. – №9, – С. 13.
4. Гутаревич Ю.Ф., Корпач А.А., Пичугин В.Б. ДВС с отключением цилиндров //Автомобильная промышленность. – 1989. – №10. – С. 10-11.
5. Говорун А.Г., Корпач А.О., Попов Д.В. Оцінка ефективності роботи каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів двигуна за роботи на суміші бензину і паливного етанолу //Автошляховик України. Окремий випуск. – 2006. – №9. – С. 40–43.

Стаття надійшла до редакції 08.06.07

© Гутаревич Ю.Ф., Дядченко В.Л., Мерзиевська Л.П., 2007