

НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ

Рычок С.О., ДП «ДержавтотрансНДІпроект», Київ, Україна, srychok@insat.org.ua, orcid.org/0000-0002-7003-5116

WAYS TO IMPROVE OF THE COMBINED METHOD POWER REGULATION OF A SPARK

Rychok S.O., State Enterprise "State Road Transport Research Institute", Kyiv, Ukraine, srychok@insat.org.ua, orcid.org/0000-0002-7003-5116

ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТОДА РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ

Рычок С.А., ГП «ГосавтотрансНИИпроект», Киев, Украина, srychok@insat.org.ua, orcid.org/0000-0002-7003-5116

Вступ. Одним з суттєвих недоліків двигунів з іскровим запалюванням є погіршення паливної економічності в режимах малих навантажень і холостого ходу. Саме ці режими широко використовують в русі дорожніх транспортних засобів в населених пунктах. Однією з причин погіршення паливної економічності в названих режимах є метод регулювання потужності цих двигунів – дроселювання паливоповітряної суміші. В результаті дроселювання зменшується індикаторний к.к.д., при випробуванні двигуна у режимах згідно з нормативними документами, як наслідок в багатьох випадках вимушеного збагачення суміші і погіршення процесу згорання при збільшенні відносної кількості залишкових газів, збільшення відносних втрат тепловідведенням в стінки і збільшення відносної частки насосних втрат. Одним з напрямів поліпшення паливної економічності двигунів з іскровим запалюванням в названих режимах є зменшення робочого об'єму двигуна в цих режимах, забезпечивши таким чином, в першу чергу, покращення індикаторного к.к.д. і зменшення насосних втрат. Змінювати робочий об'єм двигуна можна різними методами, але в практиці найбільшого застосування набув метод відключення групи циліндрів. При застосуванні цього методу в усьому можливому діапазоні навантажень регулювання потужності двигуна здійснюється таким чином: в режимах повних і середніх навантажень дроселюванням всіх циліндрів, в режимах малих навантажень і холостого ходу дроселюванням частини циліндрів. Тому метод регулювання потужності є комбінованим. Відключення групи циліндрів можна здійснювати різними способами. Одним з способів, який може бути реалізований на двигунах, що знаходяться в експлуатації, є відключення групи циліндрів припиненням подачі палива. Цей спосіб безперервно удосконалюється, ефективність застосування його підвищується. В статті наведено результати останніх досліджень комбінованого методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням при використанні цього способу при різних схемах газообміну в відключеній групі циліндрів з подальшим визначенням напрямів його удосконалення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження комбінованого методу регулювання потужності двигунів з іскровим запалюванням були започатковані ще в середині 20-го століття [1-4]. Вони підтвердили доцільність застосування в бензинових двигунах регулювання потужності шляхом відключення групи циліндрів.

Інтенсивні дослідження, направлені на поліпшення паливної економічності бензинових двигунів шляхом регулювання їх потужності комбінованим методом проводять з 70-х років 20-го століття в різних науково-дослідних організаціях і підприємствах [5-14].

З 70-х років 20-го століття дослідження по застосуванню комбінованого методу регулювання потужності бензинових двигунів проводять в Київському автомобільно-дорожньому інституті (тепер Національний транспортний університет). Перші роботи проводили на двигунах з карбюраторними системами живлення, які в той час були основними джерелами енергії на автомобілях.

В роботі А.М. Редзюка [15] проведені дослідження восьмициліндрового V-подібного карбюраторного двигуна вантажного автомобіля. Двигун обладнаний двокамерним карбюратором з паралельним відкриттям дросельних заслінок, що давало можливість відключати чотири циліндри по

два з кожного ряду і забезпечувати рівномірну послідовність робочих циклів. Досліджували вплив схеми системи випуску відпрацьованих газів працюючої групи циліндрів на паливну економічність і екологічні показники двигуна. Встановили, що при відключенні групи циліндрів паливна економічність поліпшується при перепуску в відключені циліндри відпрацьованих газів в порівнянні з вільним впуском в ці циліндри повітря. Встановили, що такий спосіб відключення циліндрів при випробуванні двигуна за режимами, передбаченими галузевим стандартом ГОСТ 37.001.070-75, дозволяє поліпшити паливну економічність на 11,4 %, знизити викиди оксидів вуглецю (CO) на 45,9 %, викиди вуглеводнів (C_mH_n) на 42,7 %, суми вуглеводнів і оксидів азоту на 9,1 % при зростанні викидів оксидів азоту (NO_x) на 20 %.

В дисертаційній роботі М.М. Худолія [16] проведені дослідження комбінованого методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням вантажного автомобіля з експериментальною механічною системою впорскування бензину. Встановлено, що перехід від регулювання потужності дроселюванням до регулювання потужності відключенням групи циліндрів дозволяє зменшити експлуатаційну витрату бензину на 8,9...9,8 % при приблизно однаковій сумарній токсичності ВГ.

В цей же час продовжували дослідження комбінованого методу на двигунах з карбюраторними системами живлення.

В дисертації А.О.Корпача [17] запропонована методика визначення оптимального закону включення і відключення групи циліндрів і визначений такий закон для восьмициліндрового карбюраторного двигуна ЗМЗ-53 при відключенні чотирьох циліндрів, проведені стендові і дорожні випробування автомобіля з таким двигуном, досліджені перехідні процеси включення і відключення циліндрів, доведено, що такий спосіб регулювання потужності покращує паливну економічність в русі автомобіля по циклу на 8,7...13,9% та знижує викиди оксиду вуглецю на 31%, вуглеводнів на 23,5% при практично незмінних викидах оксидів азоту.

В дисертаційній роботі Матейчика В.П. [18] досліджували метод відключення групи циліндрів з роздроселюванням відключених циліндрів. В результаті теоретичних і експериментальних досліджень показано, що при роздроселювання відключених циліндрів в порівнянні з незмінною системою газообміну дозволяє додатково знизити викиди оксиду вуглецю на 17%, вуглеводнів на 14%, при практично незмінних викидах оксидів азоту. Показано, що поліпшення паливної економічності при застосуванні комбінованого методу регулювання потужності є наслідком росту індикаторного к.к.д. і зменшення механічних втрат в порівнянні з дроселюванням. Встановлено, що роздроселювання відключених циліндрів забезпечує економію палива в режимі холостого ходу 27%, при незмінній системі газообміну економія складає 24%.

В дисертаційній роботі Ковбасенка С.В. [19] досліджувалась можливість зниження викидів оксидів азоту, які, як правило, при відключенні циліндрів зростають, шляхом рециркуляції відпрацьованих газів. Показано, що шляхом рециркуляції 5% відпрацьованих газів можливо знизити викиди оксидів азоту в два рази. В цій же роботі встановлено, що при застосуванні методу регулювання потужності відключенням групи циліндрів на двигуні 8Ч 9,2/8 витрата палива в середньому зменшилась на 15%.

Поряд із зменшенням витрати палива і продуктів неповного згоряння, спостерігалось зростання викидів оксидів азоту, що в свою чергу призвело до зростання сумарної токсичності, зведеної до CO.

Всі названі дослідження, за винятком [16] проводили на карбюраторних двигунах. В теперішній час основними джерелами енергії на автомобілях є двигуни з системами впорскування бензину і зворотним зв'язком і, як правило, з трикомпонентним каталітичним нейтралізатором в системі випуску.

На такому двигуні 6Ч 9,5/6,98 з робочим об'ємом 3,0 л проводили дослідження в дисертаційній роботі В.Л. Дядченка [20]. Експериментальними дослідженнями встановлено середнє для навантажувального режиму, де можлива робота на трьох і шести циліндрах, поліпшення паливної економічності на 13,6%. Разом з тим заміри концентрацій забруднюючих речовин в відпрацьованих газах до каталітичного нейтралізатора показали зростання оксидів азоту за роботи на трьох циліндрах. Після нейтралізатора при використанні комбінованого методу регулювання потужності викиди всіх основних забруднюючих речовин зменшились порівняно з дроселюванням за винятком повних навантажень.

В дисертаційній роботі О.В. Сироти [21] досліджували показники цього двигуна при використанні комбінованого методу регулювання потужності за роботи в неусталених режимах, зокрема процеси переходу від роботи на шести циліндрах до роботи на трьох циліндрах і навпаки

Випробування двигуна за циклом розгін-уповільнення з різною інтенсивністю циклу показали поліпшення паливної економічності двигуна при переході від дроселювання до комбінованого методу: в діапазоні зміни навантаження в циклі від 0 до $M_{k\max}=50$ Нм, в середньому на 10,33 %; в діапазоні зміни навантаження в циклі від 0 до $M_{k\max}=80$ Нм, в середньому на 8,05 %. В циклах без навантаження в діапазоні зміни частоти обертання $n_d=1500-2000$ хв⁻¹ економія палива складає, в середньому 22,86 %. Індицируванням робочого процесу двигуна встановлено, що перехід на роботу на трьох циліндрах покращує паливну економічність двигуна завдяки покращенню індикаторних показників та зменшенню механічних втрат (режим $N_e=10,47$ кВт та $n_d=2000$ хв⁻¹). Індикаторний к.к.д. η_i зростає з 0,294 до 0,313 (на 6,46 %). Для отримання однакової ефективної потужності необхідна індикаторна потужність на трьох циліндрах зменшується з 17,555 до 17,341 кВт, що свідчить про зменшення механічних втрат в двигуні з 7,085 кВт до 6,871 кВт. Механічний к.к.д. η_m при комбінованому методі в даному режимі зростає з 0,579 до 0,604. В результаті збільшення ефективного к.к.д. η_e з 0,17 до 0,189 можна очікувати поліпшення паливної економічності двигуна близько 11 %. Експериментально отримана в цьому режимі економія палива складає 6,75 %. При застосуванні каталітичного нейтралізатора сумарні масові викиди шкідливих речовин, зведені до CO, при роботі двигуна на трьох циліндрах залишаються практично незмінними, а в деяких режимах незначно зменшуються.

Визначенню шляхів зменшення викидів оксидів азоту при використанні комбінованого методу регулювання потужності присвячені дослідження, проведені в дисертаційній роботі С. В. Карева [22]. Встановлено, що зменшити викиди оксидів азоту при використанні комбінованого методу регулювання потужності можливо рециркуляцією відпрацьованих газів. За експериментально визначеними навантажувальними характеристиками встановили, що для швидкісного режиму роботи 2000 хв⁻¹ концентрації оксидів азоту, при застосуванні рециркуляції відпрацьованих газів знижуються в середньому на 45%. Оптимальний коефіцієнт рециркуляції в режимі, який відповідає середній точці міського Європейського їздового циклу для категорії автомобілів M₁ (частота обертання колінчастого валу $n_o=2000$ хв⁻¹, крутний момент дорівнює 30 Н·м), складає близько 12%.

Встановлено, що при $\varphi_{op}<12\%$ та $\varphi_{op}>27\%$ рециркуляцію доцільно відключати, так як вона призводить до погіршення паливної економічності.

Виклад основного матеріалу. Таким чином, проведені дослідження комбінованого методу регулювання потужності на двигунах з іскровим запалюванням з різними системами живлення показали, що цей метод забезпечує поліпшення паливної економічності в порівнянні з дроселюванням. При цьому величина економії залежить від способу відключення циліндрів. З точки зору економії палива доцільно забезпечити вільний впуск повітря чи іншого газу в відключені циліндри, так як це дозволяє зменшити насосні втрати. Для зменшення викидів оксидів азоту доцільно використати рециркуляцію відпрацьованих газів в працюючій групі циліндрів. Разом з тим, як встановлено в дослідженнях [15], при відключенні групи циліндрів паливна економічність поліпшується при перепуску в відключені циліндри відпрацьованих газів в порівнянні з вільним впуском в ці циліндри повітря, тому доцільним є проведення досліджень показників двигуна при одночасній подачі відпрацьованих газів в працюючі циліндри (близько 12%), решта в відключені циліндри. Виходячи з цих висновків перш за все при удосконаленні комбінованого методу регулювання потужності необхідно забезпечити вільний впуск суміші газів в відключені циліндри. Ця суміш може являти собою повітря, відпрацьовані гази працюючих циліндрів або їх суміш. Для оцінки ефективності таких змін в порівнянні з незмінною системою газообміну, коли повітря, що надходить в відключені циліндри – дроселюється, доцільно розрахунковим методом визначити очікувані показники роботи двигуна при різному дроселюванні, в тому числі і при вільному впуску, повітря або суміші різних газів з різною температурою, що надходять в відключені циліндри.

При відключенні групи циліндрів основною метою є поліпшення паливної економічності, яку, як відомо, оцінюють питомою ефективною витратою палива $g_e \left(\frac{\text{г}}{\text{кВт год}} \right)$ (1). Цей показник визначають відношенням годинної витрати палива $G_{\text{пал}} \left(\frac{\text{кг}}{\text{год}} \right)$ до ефективної потужності N_e (кВт)

$$g_e = \frac{G_{\text{пал}}}{N_e} \cdot 10^3 \quad (1)$$

Так як в багатьох вище названих дослідженнях доведено, що перехід від регулювання потужності двигунів з іскровим запалюванням дроселюванням паливоповітряної суміші до

комбінованого методу дозволяє поліпшити паливну економічність цих двигунів в режимах малих навантажень і холостого ходу, актуальним є пошук шляхів удосконалення цього методу.

Визначимо, які фактори впливають на показники роботи "i"-циліндрового двигуна за його роботи на i-K циліндрах. Для оцінки ефективності комбінованого методу регулювання потужності двигуна при різних способах відключення групи циліндрів, зокрема визначення питомої витрати бензину за залежністю (1) необхідно при відключенні групи циліндрів визначити енергетичні показники при різних способах відключення і годинну витрату палива при отриманих енергетичних показниках. Так як в процесі дослідження змінюється число працюючих циліндрів доцільно енергетичні показники двигуна оцінювати середнім ефективним тиском, за яким легко визначити ефективну потужність.

Годинну витрату палива при відключенні "к" циліндрів двигуна, який має "i" циліндрів можна визначити за залежністю

$$G_{\text{пал.в.}} = \frac{3,6 \cdot i \cdot \vartheta_h \cdot n}{\eta_i \cdot H_u \cdot 30\tau} \cdot \frac{i-k}{i} \cdot p_i \quad (2)$$

де: ϑ_h – робочий об'єм циліндра, л; n – частота обертання колінчастого валу, хв⁻¹; p_i – середній індикаторний тиск в працюючих циліндрах; η_i – індикаторний к.к.д.; H_u – нижча теплота згоряння бензину, МДж/кг; τ – тактність двигуна.

Необхідний для стабільної роботи двигуна, який має "i" циліндрів, середній ефективний тиск p_e при відключенні "к" циліндрів можна визначити за залежністю:

$$p_e = \frac{i-k}{i} p_i - p_m, \quad (3)$$

де: p_i – середній індикаторний тиск в працюючих циліндрах; p_m – середній тиск механічних втрат в двигуні при методі регулювання потужності відключенням групи циліндрів.

При відключенні "к" циліндрів "i"-циліндрового двигуна середній тиск механічних втрат p_m буде включати: середній тиск, що затрачується на тертя в працюючих "i-k" циліндрах p'_m та "к" відключених циліндрах p''_m , тиск втрат на процес газообміну p'_r в працюючих "i-k" циліндрах та "к" відключених циліндрах p''_r , тиск p_d на привід розподільчого валу, допоміжного обладнання та вентиляційні втрати (залишаються незмінними при будь-якому способі відключення циліндрів), а також середній тиск теплових втрат у відключених "к" циліндрах p_q :

$$p_m = \frac{i-k}{i} p'_m + \frac{k}{i} p''_m + \frac{i-k}{i} p'_r + \frac{k}{i} p''_r + p_d + \frac{k}{i} p_q \quad (4)$$

Тоді середній ефективний тиск при відключенні "к" циліндрів визначається за залежністю (5)

$$p_e = \frac{i-k}{i} p_i - \frac{i-k}{i} p'_m - \frac{k}{i} p''_m - \frac{i-k}{i} p'_r - \frac{k}{i} p''_r - p_d - \frac{k}{i} p_q \quad (5)$$

Розглянемо, як відрізняються складові, що входять в цей вираз, в працюючих і відключених циліндрах. Як показують дослідження [23 -24], величина втрат на тертя в поршневих двигунах визначається в основному швидкісним режимом і в значно меншій мірі залежить від навантаження, так як зростання зусилля в місцях тертя компенсується зниженням в'язкості оливи в результаті підвищення її температури [25]. Крім того, змінити їх величину практично неможливо, тому в дослідженнях втрати на тертя в відключених і працюючих циліндрах при відключенні половини циліндрів приймають однаковими $\frac{i-k}{i} p'_m = \frac{k}{i} p''_m$, а їх сума буде дорівнювати середньому тиску механічних втрат двигуна p_m .

Ефективну потужність двигуна визначають за відомою залежністю (6).

$$N_e = \frac{p_e \cdot \vartheta_h \cdot n \cdot i}{30\tau} \quad (6)$$

Підставивши вирази (2), (5) і (6) в (1) та провівши можливі скорочення отримаємо вираз для визначення питомої ефективної витрати палива (7).

$$g_{\varepsilon} = \frac{3600 \cdot \frac{i-k}{i} p_i}{\left(\frac{i-k}{i} p_i - p_m - \frac{i-k}{i} p_r' - \frac{k}{i} p_r'' - p_d - \frac{k}{i} p_q \right) \eta_i \cdot H_u} \quad (7)$$

Як видно з цього виразу, при даному середньому індикаторному тиску p_i знизити питому ефективну витрату палива можливо лише збільшенням індикаторного к.к.д. η_i працюючих циліндрів, зменшенням втрат на газообмін в працюючих p_r' і відключених p_r'' циліндрах і середнього тиску теплових втрат у відключених "к" циліндрах p_q .

Висновки

Аналіз шляхів поліпшення показників працюючих циліндрів не є задачею даного дослідження. Тому можливими напрямками удосконалення комбінованого методу регулювання потужності є зменшення втрат на газообмін і теплових втрат в відключених циліндрах. При припиненні газообміну ці складові дорівнюють нулю. Як можливими шляхами зменшення втрат можна прогнозувати наповнення відключених циліндрів відпрацьованими газами працюючої групи циліндрів, підігрітим повітрям, сумішшю відпрацьованих газів і повітря. При визначенні напрямку поліпшення паливної економічності необхідно враховувати його вплив на екологічні показники двигуна. Вирішити ці питання можливо лише експериментальними дослідженнями.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Чудаков Е.А. Пути повышения экономичности автомобиля. - М.-Л.: Издательство АН СССР, 1948. - 167 с.
2. Диваков Н.В. Регулирование мощности автомобильного двигателя отключением цилиндров. - Сб. Вопросы машиноведения. - М.: Издательство АН СССР, 1950, 606 с. С.157-165.
3. Меламед М.Н. Экономия бензина путем выключения цилиндров. - Автомобиль, 1949, № 3, с. 11-13.
4. Калинин В., Лобза В. Экономия топлива путем отключения цилиндров двигателя. - Автомобильный транспорт, 1954, № 4, с.12-13.
5. Сыркин П. Э. Совершенствование метода количественного регулирования карбюраторного двигателя путем отключения цилиндров / П. Э. Сыркин, Э. М. Рубин // Автомобильная промышленность.- 1977. - №3 - с. 6-8.
6. Шатров Е.В. Регулирование мощности карбюраторного двигателя отключением части цилиндров / Шатров Е.В., Зленко М.А., Лукшо В.А., Озерский А.С.- Автомобильная промышленность, 1982, №1. С. 13 - 15
7. Шатров Е.В. Способы отключения цилиндров и их анализ / Шатров Е.В., Зленко М.А.// Исследование, конструирование и расчет тепловых двигателей внутреннего сгорания. - М.: Изд-во НАМИ, 1985, с. 13-15
8. Кутенев В.Ф. Уменьшение выбросов вредных веществ двигателями грузовых автомобилей и автобусов./ Кутенев В.Ф., Арапов В.Ф. - М.: НИИНавтопром, 1979.-74 с
9. Арапов В.Ф., Кутенев В.Ф. Токсичность отработавших газов автомобилей при отключении цилиндров./ Арапов В.Ф., Кутенев В.Ф. - В кн.: Защита воздушного бассейна от загрязнения токсическими выбросами транспортных средств: Тез. докл. Всесоюз. научн. конф. - Харьков: Инст. пробл. машиностр. АН УССР, 1981, с. 161-162
10. Островский Л.Г. Снижение токсичности бензинового двигателя путем совершенствования системы регулирования мощности. - Двигателестроение, 1980, № 8, с. 52-54.
11. Островский Л.Г. Возможности повышения топливной экономичности двигателей при регулировании мощности отключением группы цилиндров. - Двигателестроение, 1986, № 11, с. 38-40.
12. Шатров Е.В. Регулирование мощности карбюраторного двигателя отключением части цилиндров / Шатров Е.В., Зленко М.А., Лукшо В.А., Озерский А.С. - Автомобильная промышленность, 1982, №1. С. 13 - 15.
13. Шатров Е.В. Способы отключения цилиндров и их анализ / Шатров Е.В., Зленко М.А.// Исследование, конструирование и расчет тепловых двигателей внутреннего сгорания. - М.: Изд-во НАМИ, 1985, с. 13-15.
14. Зленко М.А. Повышение топливной экономичности бензиновых двигателей путем отключения части цилиндров. Дис. ... канд.техн.наук. - М.: 1986. - 211 с.
15. Редзюк А.М. Повышение топливной экономичности многоцилиндровых бензиновых двигателей в режимах малых нагрузок и холостого хода. - Дис.... канд. техн. наук. - Харьков, 1982. - 237 с.

16. Худолій Н.Н. Повышение топливной экономичности многоцилиндровых бензиновых двигателей совершенствованием способа регулирования мощности. Дисс. ... канд.техн.наук. – Киев, 1983, - 309 с
17. Корпач А.О. Улучшение экономических и токсических показателей автомобильных бензиновых двигателей в эксплуатационных условиях совершенствованием метода регулирования их мощности. Дис. ...канд. техн. наук: 05.04.02.- Харьков, 1989. -270 с.
18. Матейчик В.П. Повышение топливной экономичности многоцилиндровых бензиновых двигателей совершенствованием способа отключения группы цилиндров. Дис. ...канд. техн. наук: 05.04.02.- Харьков, 1990. -231 с.
19. 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.
20. Дядченко В.Л. Покращення паливної економічності багатопциліндрових двигунів з впорскуванням бензину в режимах малих навантажень і холостого ходу: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03/ Нац. транс.ун-т. – К., 2010. – 20 с.
21. Сирота О.В. Покращення паливної економічності і екологічних показників багатопциліндрового бензинового двигуна застосування комбінованого методу регулювання потужності: Дис... канд. техн. наук: 05.05.03. – К., 2011. – 295с.
22. Карев С.В. Покращення паливної економічності та екологічних показників бензинового двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком. Дис... канд. техн. наук: 05.05.03. – К., 2014. – 232 с.
23. Рикардо Г.Р. Быстроходные двигатели внутреннего сгорания. Пер. с англ. – М. Машгиз, 1960 – 410 с.
24. Автомобильные двигатели / Архангельский В.М. Вихерт М: М., Ваинов А.Н. и др., Под ред. М.С. Хаваха, - М.: Машиностроение, 1977. – 591 с.
25. Энглиш К. Поршневые кольца, т.2 – М. Машгиз, 1962 – 583с.

REFERENCES

1. Chudakov E.A. Ways to improve the efficiency of the car. - М. – L. : Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR, 1948. - 167 p.
2. Divakov N.V. Regulation of the power of the car engine by cylinders deactivation. - Sat. Mechanical engineering issues. - М. : Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR, 1950, 606 p. S.157-165.
3. Melamed M.N. Gasoline economy by cylinders deactivation. - Car, 1949, No. 3, p. 11-13.
4. Kalinin V., Lobza V. Fuel economy by engine cylinders deactivation. - Automobile transport, 1954, No. 4, p.12-13.
5. Syrkin P. E. Improvement of the method of quantitative regulation of the carburetor engine by cylinders deactivation / P. E. Syrkin, E. M. Rubin // Automobile industry. - 1977. - No. 3 - p. 6-8.
6. Shatrov E.V. Carburetor engine power regulation by part of the cylinders disabling / Shatrov E.V., Zlenko M.A., Luksho V.A., Ozersky A.S. - Automotive industry, 1982, No. 1. S. 13 - 15
7. Shatrov E.V. Methods for cylinders disabling and their analysis / Shatrov E.V., Zlenko M.A.// Research, design and calculation of internal combustion heat engines. - М. : Publishing house of NAMI, 1985, p. 13-15
8. Kutenev V.F. Emissions reducing of heavy duty vehicles and buses engines. / Kutenev V.F., Arapov V.F. - М. : NIINavtoprom, 1979.-74 p.
9. Arapov V.F., Kutenev V.F. The toxicity of the exhaust gases on cars with deactivated cylinders. / Arapov V.F., Kutenev V.F. - In the book: Protection of the air basin from pollution by toxic emissions from vehicles: Abstracts. report All-Union. scientific. conf. - Kharkov: Inst. probl. machine building Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1981, p. 161-162
10. Ostrovsky L.G. Toxicity reducing of the gasoline engine by improving the power control system. - Dvigatelestroyeniye, 1980, No. 8, p. 52-54.
11. Ostrovsky L.G. Possibilities of engines fuel economy increasing using power regulating by deactivating group of cylinders. - Dvigatelestroyeniye, 1986, No. 11, p. 38-40.
12. Shatrov E.V. Power regulation of carburetor engine by deactivating part of the cylinders / Shatrov E.V., Zlenko M.A., Luksho V.A., Ozersky A.S. - Automotive industry, 1982, No. 1. S. 13 - 15.
13. Shatrov E.V. Methods for cylinders deactivations and their analysis / Shatrov E.V., Zlenko M.A.// Research, design and calculation of internal combustion heat engines. - М. : Publishing house of NAMI, 1985, p. 13-15.

14. Zlenko M.A. Improving the fuel efficiency of gasoline engines by deactivating part of the cylinders. Dis. ... Candidate of Engineering Sciences. - М.: 1986. -- 211 p.
15. Redzyuk A.M. Improving the fuel efficiency of multi-cylinder gasoline engines in low load and idle modes. - Dis Cand. tech. sciences. - Kharkov, 1982. -- 237 p.
16. Khudoliy N.N. Improving the fuel efficiency of multi-cylinder gasoline engines by improving the power control method. Diss. ... Candidate of Engineering Sciences. - Kiev, 1983, - 309 s
17. Korpach A.O. Improving the economic and toxic indicators of automobile gasoline engines under operating conditions by improving the method of power regulation. Dis. ... Cand. tech. Sciences: 05.04.02. - Kharkov, 1989.270 p.
18. Mateichik V.P. Improving the fuel efficiency of multi-cylinder gasoline engines by improving the method of deactivation a group of cylinders. Dis. ... Cand. tech. Sciences: 05.04.02. - Kharkov, 1990.231 p.
19. Kovbasenko SV Improving the performance of multi-cylinder gasoline engines with deactivation of the cylinder group: Dis... Cand. tech. Science: 05.05.03. // SV Kovbasenko - K., 2000. - 289 p.
20. Dyadchenko VL Improving the fuel economy of multi-cylinder engines with gasoline injection in low-load and idling modes: Abstract. dis. ... cand. tech. Science: 05.05.03 / Nat. trans.un-t. - K., 2010. - 20 c.
21. Sirota OV Improving fuel economy and environmental performance of a multi-cylinder gasoline engine using a combined method of power control: Dissertation Candidate of Technical Sciences: 05.05.03. - K., 2011. - 295p.
22. Karev SV Improving fuel economy and environmental performance of a gasoline engine with injection system and feedback. Dissertation for Technical Sciences: 05.05.03. - K., 2014. - 232p.
23. Ricardo G.R. High-speed internal combustion engines. Per. with English - M. Mashgiz, 1960 - 410 p.
24. Car engines / Arkhangelsky VM Wichert M: M., Vainov AN et al., ed. M.S. Hawaii, - M.: Mashinostroenie, 1977. - 591 s.
25. English K. Piston rings, v.2 - M. Mashgiz, 1962 - 583p.

РЕФЕРАТ

Ричок С.О. Напрями удосконалення комбінованого методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням / С.О. Ричок // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник – К.: НТУ, 2021. – Вип. 3 (50).

У статті розглянуто проблему низької ефективності роботи двигунів з іскровим запалюванням в режимах холостого ходу та малих навантажень, а також один із способів її вирішення за допомогою удосконалення комбінованого методу регулювання потужності.

Об'єкт дослідження – вплив методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням на паливну економічність.

Мета дослідження – удосконалення комбінованого методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням.

В результаті ознайомлення з попередніми роботами, які проводились у цьому напрямі, встановлено, що відключення групи циліндрів при роботі двигуна в режимах холостого ходу та часткових навантажень дозволяє покращити його паливну економічність та екологічні показники. Проте у попередніх роботах не розглядалося можливість поліпшення показників роботи двигуна з електронною системою керування за допомогою наповнення відключених циліндрів відпрацьованими газами працюючої групи циліндрів, підігрітим повітрям, сумішшю відпрацьованих газів і повітря.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВІДКЛЮЧЕННЯ ЦИЛІНДРІВ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ.

ABSTRACT

Richok S. Ways to improve of the combined method of power control of a spark ignition engine. // Visnyk of National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2021. – Issue 3 (50).

The article considers the problem of spark ignition engines low efficiency in low-load and idling modes, as well as one of the ways to solve it by improving the combined method of power control.

The object of research is the influence of the power control method of spark ignition engine on fuel efficiency.

The purpose of research is to improve the combined method of power control of a spark ignition engine.

As a result of familiarization with the previous works which were conducted in this direction, it is established that by deactivating a group of cylinder when engine is idling or at low loads a fuel economy is improving. However, previous works has not considered a possibility of performance improving of engine with electronic control system by filling the deactivated cylinders with exhaust gases of working cylinders, heated air, or a mixture of exhaust gases and air.

KEY WORDS: CYLINDER DISCONNECTION, FUEL ECONOMY, POWER ADJUSTMENT.

РЕФЕРАТ

Ричок С.А. Пути усовершенствования комбинированного метода регулирования мощности двигателя с искровым зажиганием. / С.А. Ричок // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2021. – Вып. 3 (50).

В статье рассмотрена проблема низкой эффективности работы двигателей с искровым зажиганием в режимах холостого хода и малых нагрузок, а также один из способов ее решения с помощью совершенствования комбинированного метода регулирования мощности.

Объект исследования - влияние метода регулирования мощности двигателя с искровым зажиганием на топливную экономичность.

Цель исследования - усовершенствование комбинированного метода регулирования мощности двигателя с искровым зажиганием.

В результате ознакомления с предыдущими работами, которые проводились в этом направлении, установлено, что отключение группы цилиндров при работе двигателя в режимах холостого хода и частичных нагрузок позволяет улучшить топливную экономичность и экологические показатели. Однако в предыдущих работах не рассматривался возможность улучшения показателей работы двигателя с электронной системой управления с помощью наполнения отключенных цилиндров отработанными газами работающей группы цилиндров, подогретым воздухом, смесью отработанных газов и воздуха.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ОТКЛЮЧЕНИЕ ЦИЛИНДРОВ, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, РЕГУЛИРОВКА МОЩНОСТИ.

АВТОР:

Ричок Сергій Олексійович, провідний інженер, ДП «ДержавтотрансНДІпроект», Київ, Україна, email: srychok@insat.org.ua, orcid.org/0000-0002-7003-5116, тел. +38 (044) 201 0863, м. Київ, вул. Новомостицька 2а, кв. 7.

AUTHOR:

Rychok Sergiy, lead engineer, State Enterprise “State Road Transport Research Institute”, Kyiv, Ukraine, email: srychok@insat.org.ua, orcid.org/0000-0002-7003-5116, тел. +38 (044) 201 0863, Kyiv, Novomostitska str. 2a, fвул. Новомостицька 2а, app. 7.

АВТОР:

Рычок Сергей Алексеевич, ведущий инженер, ГП «ГосавтотрансНИИпроект», Киев, Украина, email: srychok@insat.org.ua, orcid.org/0000-0002-7003-5116, тел. +38 (044) 201 0863, г. Киев, ул. Новомостицкая 2а, кв. 7.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Клименко О.А., кандидат технічних наук, доцент, ДП «ДержавтотрансНДІпроект», в.о. заступника директора з наукової роботи, Україна, Київ.

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан автомеханічного факультету Україна, Київ.

REVIEWER:

Sakhno V. PhD in Technical Sciences, associate professor, State Enterprise “State Road Transport Research Institute”, Acting Deputy Director for Research, Ukraine, Kyiv.

Mateychik V. PhD, Engineering (Dr.), professor, National Transport University, Dean of the Faculty of Automotive and Mechanical Engineering, Ukraine, Kyiv.