

## ВПЛИВ СПОСОБУ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ НА МЕХАНІЧНІ ВТРАТИ ТА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ

*Гутаревич Ю.Ф.*, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, Київ, Україна, yugutarevich@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4939-4384

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

### INFLUENCE OF THE COMBINED METHOD OF POWER REGULATION IMPLEMENTATION WAY ON SPARK IGNITION ENGINE'S MECHANICAL LOSSES AND FUEL ECONOMY

*Gutarevych Y.F.*, Doctor of Technical Sciences, professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, yugutarevich@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4939-4384

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

В статті наведені результати експериментальних і розрахункових досліджень величини механічних втрат шестициліндрового бензинового двигуна з іскровим запалюванням при регулюванні потужності комбінованим методом: дроселювання всіх циліндрів за роботи з великим навантаженням і відключенням групи циліндрів і дроселюванням працюючих циліндрів в режимах малих навантажень і холостого ходу. Цей метод широко використовують на двигунах з іскровим запалюванням і дизелях та отримують вагому економію палива. Ефективність методу залежить від способу його реалізації. Порівняння способів проводять розрахунковими та експериментальними методами. В даній статті наведені результати експериментальних досліджень механічних втрат, які впливають на ефективність методу, при прокручуванні прогрітого двигуна з різними способами відключення групи циліндрів та запропонована методика оцінки впливу механічних втрат на паливну економічність двигуна у широкому діапазоні навантажувальних режимів.

**Вступ.** В умовах експлуатації основними режимами роботи двигунів автомобілів є часткові швидкісні, навантажувальні та режими холостого ходу. Це в першу чергу характерно для руху автомобілів в населених пунктах. Відомо, що паливна економічність поршневих двигунів внутрішнього згорання, якщо оцінювати її питомою витратою палива на одиницю отриманої механічної енергії, в названих режимах значно погіршується. Особливо це характерно для двигунів з іскровим запалюванням, в яких погіршення паливної економічності, крім характерних для всіх поршневих двигунів причин, є наслідком зростання механічних втрат, зокрема насосних втрат. Одним з напрямів поліпшення паливної економічності двигунів із іскровим запалюванням в названих режимах є застосування комбінованого методу регулювання потужності, суть якого полягає в поєднанні дроселювання всіх циліндрів в режимах середніх і високих навантажень та відключення групи циліндрів в режимах малих навантажень і холостого ходу і дроселювання лише працюючих циліндрів. Ефективність такого методу доведена чисельними дослідженнями і використанням цього методу в багатьох двигунах. Встановлено, що ефективність методу залежить від способу реалізації процесу відключення групи циліндрів. Оцінювати способи експериментальним шляхом досить складно, тому часто, попередньо, оцінку виконують розрахунками з використанням експериментальних даних обраних показників, які впливають на ефективність комбінованого методу. В статті наведені результати експериментальних і розрахункових досліджень впливу способу відключення групи циліндрів на механічні втрати, зокрема на насосні втрати, які в значній мірі визначають ефективність комбінованого методу з точки зору економії палива.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження комбінованого методу регулювання потужності двигунів з іскровим запалюванням, більше відомого як відключення групи циліндрів багатоциліндрового двигуна, були розпочаті в середині 20-го століття. Аналіз основних результатів чисельних досліджень цього напрямку наведені в статті [1].

Особливо широко дослідження цього напрямку проводили в різних науково-дослідних організаціях, підприємствах і наукових закладах в 70-х – 90-х роках 20-го століття [2, 3]. Переважну кількість досліджень проводили на багаточиліндрових двигунах з карбюраторними системами живлення. В цілому, в результаті досліджень встановили, що комбінований метод регулювання потужності карбюраторних двигунів дозволяє поліпшити паливну економічність в режимах малих навантажень і холостого ходу.

Перехід до системи впорскування дозволив більш ефективно використовувати комбінований метод регулювання потужності, зокрема в перехідних режимах. Системи відключення групи циліндрів широко використовують на сучасних бензинових двигунах з іскровим запалюванням. Відключення групи циліндрів в цих системах здійснюють зміною системи газообміну. Такі системи розробляють в процесі створення або модернізації двигуна, вони найбільш ефективні, але встановити їх на двигунах, що знаходяться в експлуатації, досить складно. Хоча з'являються публікації про створення універсальної системи відключення циліндрів.

Реалізацію комбінованого методу, зокрема відключення групи циліндрів, можна здійснювати різними способами. Найбільш просто його реалізувати припиненням подачі бензину у групу відключених циліндрів без зміни системи газообміну. Детальні дослідження цього способу наведені в роботі [4]. Одним з основних висновків роботи є те, що при відключенні трьох циліндрів шестициліндрового двигуна припиненням подачі бензину в межах потужності, які можна отримати за роботи на трьох і шести циліндрах, середня економія бензину складає 13,6%, в режимі холостого ходу близько 19 %.

В процесі виконання роботи [5] розроблена система відключення трьох циліндрів шестициліндрового двигуна без зміни системи газообміну і проведення експериментальних досліджень роботи двигуна в несталих режимах. Встановлено поліпшення паливної економічності в режимах холостого ходу за роботи на трьох циліндрах на 20,3 %. Отримано безударний процес відключення і включення циліндрів.

В дослідженні [6] показано, що при застосуванні рециркуляції відпрацьованих газів при комбінованому методі регулювання потужності можливо поліпшити паливну економічність і екологічні показники двигуна, зокрема зменшити викиди оксидів азоту.

В роботі [7] шляхом моделювання руху автомобілів в різних режимах показано, що відключення циліндрів поліпшує паливну економічність автомобілів різних моделей.

Одним з напрямів удосконалення комбінованого методу регулювання потужності двигунів із іскровим запалюванням є зменшення механічних, зокрема насосних втрат, за роботи на частині циліндрів. В роботі [8] проведені експериментальні дослідження показників роботи шестициліндрового двигуна при відключенні трьох циліндрів з вільним впуском повітря у відключені циліндри. За визначеними експериментально навантажувальними характеристиками встановлено зниження питомої витрати бензину в порівнянні з дроселюванням при незмінній системі газообміну 3,6%, при вільному впуску повітря у відключені циліндри 7,25%, в режимі холостого ходу ці величини відповідно становлять 7,94% та 15,87%.

Таким чином, останні розрахункові та експериментальні дослідження показують, що ефективність комбінованого методу залежить від способу його реалізації. Проте відсутні дослідження визначення ефективності методу в широкому інтервалі навантажувальних режимів. Експериментально отримати такі дані складно. Тому необхідно використовувати розрахункові дослідження з використанням експериментальних даних, які впливають на ефективність комбінованого методу.

**Виклад основного матеріалу.** Як зазначено вище, паливну економічність оцінюють питомою ефективною витратою палива. Для порівняння способів реалізації комбінованого методу регулювання потужності двигунів з іскровим запалюванням використаємо цей показник. Залежність для його визначення при відключенні групи циліндрів отримана в роботі [1]

$$g_e = \frac{3600 \cdot \frac{i-k}{i} \cdot p_i}{\left( \frac{i-k}{i} p_i - p_m - \frac{i-k}{i} p_r - \frac{k}{i} p_r - p_d - \frac{k}{i} p_q \right) \eta_i \cdot H_u} \quad (1)$$

де  $p_i$  – середній ефективний тиск у працюючих циліндрах;  $p_m$  – середній тиск втрат на тертя в двигуні при регулюванні потужності відключенням групи циліндрів;  $p_r^{\cdot}$  – тиск втрат на газообмін в  $(i - k)$  працюючих циліндрах;  $p_r^{\ddot{\cdot}}$  – тиск втрат на газообмін у відключених циліндрах;  $p_d$  – тиск на привід розподільчого вала та допоміжного обладнання;  $p_q$  – середній тиск теплових втрат у  $(k)$  відключених циліндрах;  $\eta_i$  – індикаторний ккд;  $H_u$  – нижча теплота згорання палива, МДж/кг.

В процесі визначення механічних втрат прокручуванням прогрітого двигуна визначають не лише втрати на тертя, а також втрати на привід розподільчого вала, допоміжного обладнання та теплові. Тому доцільно ці втрати об'єднати під загальною назвою механічні.

Тоді питому ефективну витрату палива розраховують за залежністю

$$g_e = \frac{3600 \cdot \frac{i-k}{i} p_i}{\left( \frac{i-k}{i} p_i - p_m - \frac{i-k}{i} p_r^{\cdot} - \frac{k}{i} p_r^{\ddot{\cdot}} \right) \eta_i \cdot H_u} \quad (2)$$

$$\text{де } p_m = p_r + p_d + \frac{k}{i} p_q.$$

При прокручуванні прогрітого двигуна крім механічних втрат вимірюють втрати на газообмін, тобто заміряють суму

$$p_{\Sigma m} = p_m + \frac{i-k}{i} p_r^{\cdot} + \frac{k}{i} p_r^{\ddot{\cdot}} \quad (3)$$

Тоді

$$g_e = \frac{3600 \cdot \frac{i-k}{i} p_i}{\left( \frac{i-k}{i} p_i - p_{\Sigma m} \right) \eta_i \cdot H_u} \quad (4)$$

Вираз (2) можливо використовувати для порівняння способів реалізації комбінованого методу, коли спосіб не впливає на показники роботи працюючих циліндрів. До таких способів відносять відключення групи циліндрів з незмінною системою газообміну і спосіб з вільним впуском повітря у відключені циліндри, в тому числі з підгрівом повітря.

Спосіб відключення групи циліндрів з незмінною системою газообміну досліджували в багатьох роботах. У всіх дослідженнях отримали поліпшення паливної економічності двигунів в порівнянні з дроселюванням всіх циліндрів. Тому ефективність інших способів відключення групи циліндрів доцільно порівнювати з цим способом.

Цей спосіб, як зазначалося вище, був детально досліджений в роботі [4]. Результати цього дослідження, зокрема навантажувальні характеристики двигуна за роботи на трьох циліндрах, були використані для оцінки способу відключення циліндрів при незмінній системі газообміну.

Для порівняння був обраний спосіб відключення циліндрів припиненням подачі палива в групу циліндрів і вільним наповненням цієї групи циліндрів повітрям. Цей спосіб один з найбільш простих для реалізації комбінованого методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням.

Дослідження проводили на рядному шестициліндровому двигуні Opel з робочим об'ємом 3 л моделі С30NE. Двигун обладнаний системою електронного розподіленого впорскування палива М4.1 – Motronic. Впорскування бензину здійснюється в надклапанний простір двох груп циліндрів по 3 циліндри по чергово, в циліндри 1-2-3 та 4-5-6. Оскільки порядок роботи циліндрів двигуна 1-5-3-6-2-4, відключення однієї групи циліндрів не призведе до значної зміни рівномірності роботи двигуна, лише збільшиться кут між робочими ходами з 120 градусів до 240 градусів. Двигун встановлено на гальмівному стенді СГЕУ-100 з гальмівною машиною АКБ-92-4 потужністю 100 кВт (Рис. 1), який використовували в гальмівному режимі і режимі електричного двигуна.

Для відтворення різних способів реалізації комбінованого методу регулювання потужності двигуна в систему газообміну внесено ряд конструктивних змін (Рис. 2). Для роз'єднання групи

робочих циліндрів А (1-2-3) від групи В (4-5-6), які відключають, використано заслінку 4, яку використовують на ряді моделей двигунів Opel, для припинення подачі паливо-повітряної суміші у групу циліндрів В встановили заслінку 3, для вільного впуску повітря у групу циліндрів В, яку відключили, встановили заслінку 7.



Рисунок 1 – Двигун Opel C30NE 3.0л встановлений на стапелі гальмівного стенду  
Figure 1 – Opel C30NE 3.0l engine mounted on the test bench

Змінюючи положення цих заслінок визначали показники двигуна за роботи на шести циліндрах при дроселюванні та роботі на трьох циліндрах з незмінною системою газообміну (заслінка 3 відкрита, заслінка 7 закрита). Механічні втрати визначали при прокручуванні прогрітого двигуна електро-гальмівною машиною при різних кутах відкриття дросельної заслінки при незмінній системі газообміну (заслінка 3 відкрита, заслінка 7 закрита) і при вільному впуску повітря у відключену групу циліндрів В (заслінка 3 закрита, заслінка 7 відкрита)

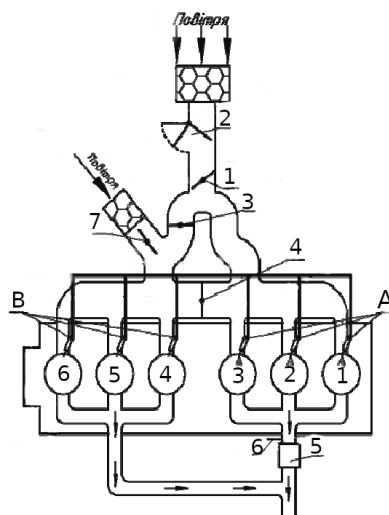


Рисунок 2 – Схема системи газообміну двигуна з внесеними змінами: 1 – дросельна заслінка;  
2 – витратомір повітря; 3, 4, 7 – заслінки; 5 – нейтралізатор; 6 – лямбда-зонд;  
А група робочих циліндрів 1-2-3; В група циліндрів, які відключають 4-5-6  
Figure 2 – Scheme of the engine gas exchange system with changes: 1 – throttle; 2 – air flow meter;  
3, 4, 7 – valves; 5 – catalytic converter; 6 – oxygen sensor; A group of working cylinders 1-2-3;  
B group of disabling cylinders 4-5-6

Прокручуванням прогрітого двигуна (температура охолодної рідини 70...75°C) за роботи стенду в режимі джерела механічної енергії визначали залежність моменту сумарних механічних втрат від кута відкриття дросельної заслінки при незмінній системі газообміну та при вільному впуску повітря у групу відключених циліндрів (Рис. 3).

Як видно з показаних залежностей, механічні втрати при відкритті дросельної заслінки більше як на 40 град. при незмінній системі газообміну і вільному впуску повітря, практично не залежить від кута відкриття дросельної заслінки і відрізняються в межах 1 Нм.

Це пояснюється тим, що при кутах відкриття дросельної заслінки більше 40 град. площа прохідного перерізу збільшується незначно і насосні втрати при незмінній системі газообміну, які в значній мірі залежить від втрат над дросельній заслінці, залишаються практично сталими. При вільному впуску повітря, механічні втрати залишаються практично незмінними при кутах відкриття дросельної заслінки працюючої групи циліндрів більше 20° і зростають лише при менших кутах відкриття заслінки.

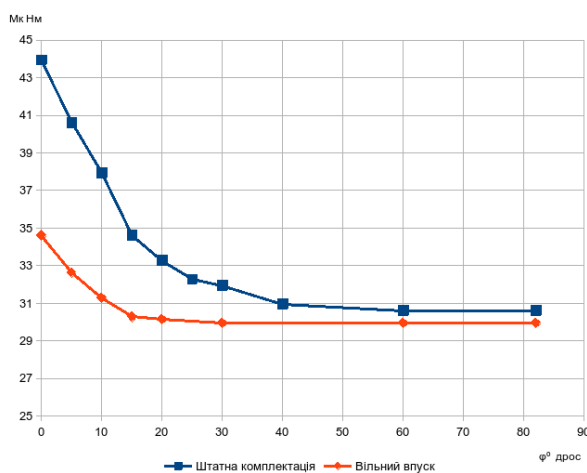


Рисунок 3 – Залежність моменту механічних втрат у двигуні від кута відкриття дросельної заслінки ( $n = 2000 \text{ хв}^{-1}$ )

Figure 3 – Dependence of the engine mechanical losses torque on the throttle opening angle ( $n = 2000 \text{ rpm}$ )

Показані залежності механічних втрат при незмінній системі газообміну і вільному впуску повітря в групу відключених циліндрів В, свідчать про те, що зростання механічних втрат при незмінній системі газообміну є наслідком зростання насосних втрат при малих кутах відкриття дросельної заслінки.

Разом з тим, для аналізу енергетичних показників двигуна при різних способах відключення циліндрів більш зручно використовувати як незалежний параметр розрідження за дросельною заслінкою. Крім того, у процесі експериментальних досліджень більш точно можна заміряти не кут відкриття дросельної заслінки, а розрідження за дросельною заслінкою. Тому були визначені залежності механічних втрат від розрідження за дросельною заслінкою при незмінній системі газообміну і вільному впуску повітря у групу циліндрів В. Ці залежності показані на Рис. 4.

Момент механічних втрат при вільному впуску повітря у групу циліндрів В пропорційний розрідженню за дросельною заслінкою і зменшується незначно в межах 29,9 Нм при розрідженні 2 кПа до 34,6 Нм при розрідженні 62 кПа, що можна пояснити зростанням насосних втрат на дросельній заслінці групи циліндрів А. Момент механічних втрат при незмінній системі газообміну по мірі збільшення розрідження за дросельною заслінкою зростає значно інтенсивніше. При розрідженні 2 кПа момент механічних втрат складає 30,6 Нм, що практично співпадає з величиною механічних втрат при вільному впуску повітря в групу циліндрів В, а при розрідженні за дросельною заслінкою 62 кПа момент зростає до 40,6 Нм, тобто більший у порівнянні з вільним впуском повітря на 14,8 %. Таким чином можна стверджувати, що один з можливих способів реалізації комбінованого методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням – відключення групи циліндрів з вільним впуском в них повітря, дозволяє зменшити механічні втрати в порівнянні з системою припинення подачі палива в групу циліндрів без зміни системи газообміну.

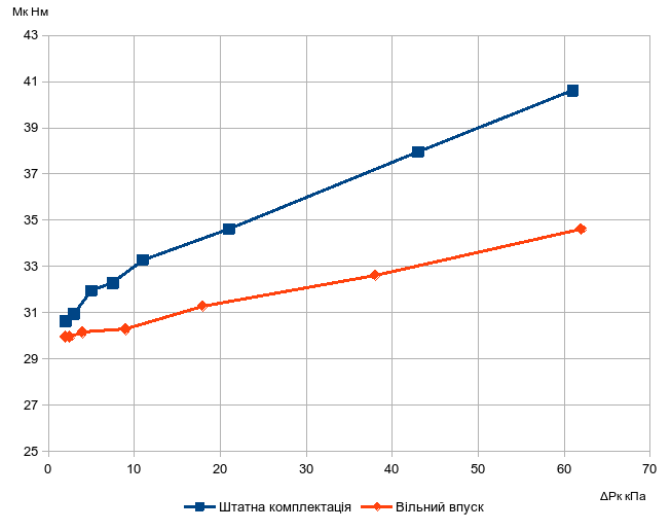


Рисунок 4 – Залежність моменту механічних втрат в двигуні від розрідження за дросельною заслінкою ( $n = 2000 \text{ хв}^{-1}$ )  
 Figure 4 – Dependence of the engine mechanical losses torque on the vacuum after the throttle ( $n = 2000 \text{ rpm}$ )

Для розрахункового дослідження можливої економії палива при вільному впуску повітря в групу циліндрів В скористались результатами експериментів, отриманих при дослідженні способу припинення подачі палива у групу циліндрів без зміни системи газообміну [4].

Експерименти проводили на двигуні Opel моделі C30NE. На рис. 5 показані залежності ефективного крутного моменту двигуна при роботі на трьох циліндрах з відключенням подачі палива у групу циліндрів В без зміни системи газообміну. Залежності отримані на частотах обертання колінчастого валу  $1800$  і  $2400 \text{ хв}^{-1}$ . Як видно з показаних залежностей, частота обертання практично не впливає на величину ефективного крутного моменту, яку можна визначити як лінійну залежність від розрідження. Тому для подальшого дослідження при частоті  $2000 \text{ хв}^{-1}$  прийняли середнє значення залежності моменту від розрідження (Рис. 6).

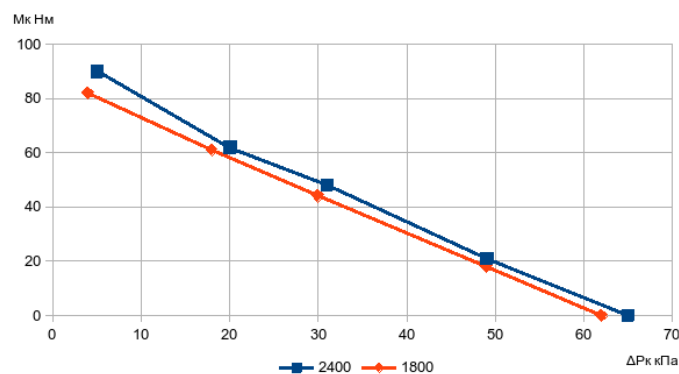


Рисунок 5 – Залежність ефективного крутного моменту двигуна Opel моделі C30NE від розрідження за дросельною заслінкою при різних частотах обертання за роботи на трьох циліндрах  
 Figure 5 – Dependence of the Opel C30NE engine effective torque on the vacuum after the throttle at different speeds in the three cylinders working mode

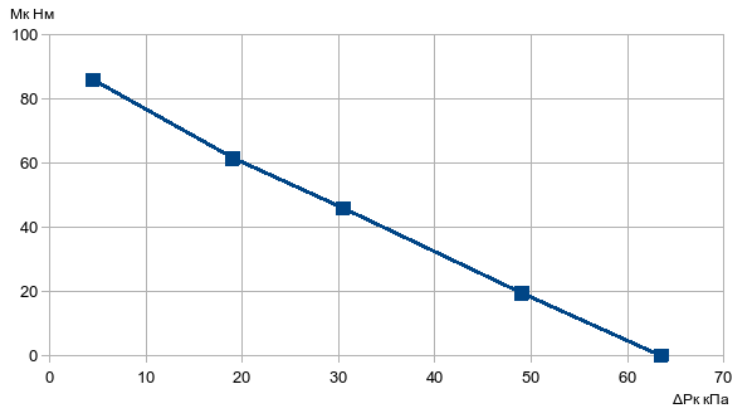


Рисунок 6 – Залежить ефективного крутного моменту двигуна Opel моделі C30NE від розрідження за дросельною заслінкою при частоті обертання 2000 хв<sup>-1</sup> за роботи на трьох циліндрах  
 Figure 6 – Dependence of the Opel C30NE engine effective torque on the vacuum after the throttle at 2000 rpm in the three cylinders working mode

Використовуючи цю залежність і результати власних досліджень по визначенню механічних втрат в двигуні при незмінній системі газообміну і при вільному впуску повітря у групу циліндрів В (Рис. 4) визначили залежність індикаторного крутного моменту від розрідження для отримання показаного на Рис. 6 ефективного крутного моменту.

$$M_i = M_k + M_m \quad (5)$$

Ці залежності показані на рис. 7. Як видно з цих залежностей, для отримання однакового крутного моменту у випадку відключення циліндрів із незмінною системою газообміну необхідний індикативний момент більший в порівнянні з системою відключення циліндрів з вільним впуском повітря у відключені циліндри.

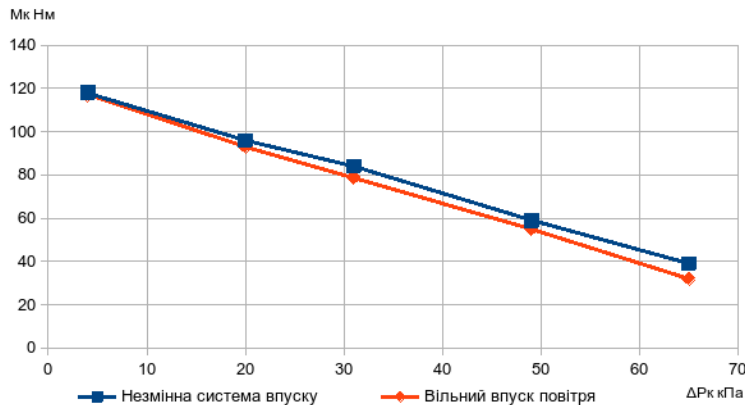


Рисунок 7 – Залежність необхідного індикаторного моменту двигуна від розрідження (n = 2000 хв<sup>-1</sup>)  
 Figure 7 – Dependence of the engine required indicator torque on the vacuum (n = 2000 rpm)

Питому ефективну витрату палива при різних способах реалізації комбінованого методу регулювання потужності визначили за допомогою залежності (4). В цій залежності середній індикаторний тиск  $p_i$  при незмінній системі газообміну і вільному впуску повітря в групу циліндрів В визначили з використанням індикаторного крутного моменту, величина якого показано на рисунку 7, за відомою залежністю

$$p_i = \frac{M_i \pi n}{v_h i 10^3} \quad (6)$$

Середній тиск механічних втрат  $p_{\Sigma M}$  розраховували по аналогічній залежності

$$p_{\Sigma M} = \frac{M_{m\pi\tau}}{v_h i 10^3} \quad (7)$$

Індикаторний ККД  $\eta_i$  прийняли рівним середній величині цього коефіцієнту за роботи двигуна на трьох циліндрах при незмінній системі газообміну згідно роботи [1]. Залежність питомої ефективної витрати палива від середнього індикаторного тиску показана на рис. 8.

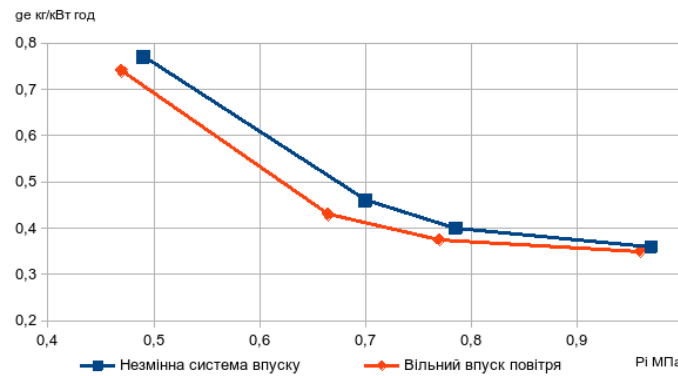


Рисунок 8 – Залежність питомої ефективної витрати палива від середнього індикаторного тиску ( $n = 2000 \text{ хв}^{-1}$ )  
 Figure 8 – Dependence of specific effective fuel consumption on the average indicator pressure ( $n = 2000 \text{ rpm}$ )

Як видно з показаної залежності, спосіб відключення циліндрів для реалізації комбінованого методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням впливає на паливну економічність. Перехід від способу відключення лише палива в групу циліндрів без змін системи газообміну до способу відключення палива з вільним впуском повітря до відключеної групи циліндрів дозволяє поліпшити економічність на 5..11%, і лише при повному відкритті дросельної заслінки працюючої групи циліндрів питома ефективна витрата палива однакова. Це пояснюється тим, що механічні втрати в двигуні, як показано вище, для цього режиму практично однакові.

**Висновки.** Розроблена методика оцінки впливу способу реалізації комбінованого методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням, а саме способу відключення групи циліндрів з використанням результатів відомих експериментальних досліджень і визначенням лише механічних втрат прокручуванням прогрітого двигуна. Доведено, що при відключенні групи циліндрів з вільним впуском повітря знижуються механічні втрати і поліпшується паливна економічність на 5...11 % в порівнянні з припиненням лише подачі палива з незмінною системою газообміну.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ричок С.О. Напрями удосконалення комбінованого методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням / Вісник НТУ Серія «Технічні науки», Випуск 3 (50), 2021. с. 180 – 187.
2. Редзюк А.М. Повышение топливной экономичности многоцилиндровых бензиновых двигателей в режимах малых нагрузок и холостого хода. – Дис.... канд. техн. наук. – Харьков, 1982. – 237 с.
3. Худолий Н.Н. Повышение топливной экономичности многоцилиндровых бензиновых двигателей совершенствованием способа регулирования мощности. Дисс. ... канд.техн.наук. – Киев, 1983, – 309 с
4. Дядченко В.Л. Покращення паливної економічності багатциліндрових 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.



5. Сирота О.В. Покращення паливної економічності і екологічних показників багатопаливального бензинового двигуна застосування комбінованого методу регулювання потужності: Дис... канд. техн. наук: 05.05.03. – К., 2011. – 295с.

6. 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. – 232с.

7. Гутаревич Ю.Ф. Удосконалення комбінованого методу регулювання потужності сучасного бензинового двигуна / Гутаревич Ю.Ф., Карев С.В. / Вісник НТУ. – К. НТУ. 2011 – Випуск 23. – 230 с. – С. 114 -117.

8. Гутаревич Ю.Ф. Удосконалення комбінованого методу регулювання потужності сучасного бензинового двигуна / Гутаревич Ю.Ф., Карев С.В., Ющенко М.М. / Вісник НТУ. Серія «Технічні науки» Науково-технічний збірник – К. НТУ. 2018 – Випуск 1(40) – С. 105 -113.

## REFERENCES

1. Rychok S.O. Ways to improve of the combined method of power control of a spark ignition engine / Visnik NTU Series «Technical sciences», 3 (50), 2021. p. 180 – 187.

2. 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.

3. 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

4. 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. – К., 2010. – 20 с.

5. 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. – К., 2011. – 295р.

6. Karev SV Improving fuel economy and environmental performance of a gasoline engine with injection system and feedback. Dissertation for Technical Sciences: 05.05.03. – К., 2014. – 232р.

7. Gutarevich Yu.F. Improvement of the combined method of power regulation of a modern gasoline engine / Gutarevich Yu.F., Karev S.V. / Visnik NTU. – К. НТУ. 2011 – 23. – 230 p. – P. 114 -117.

8. Gutarevich Yu.F. Improvement of the combined method of power regulation of a modern gasoline engine / Gutarevich Yu.F., Karev SV, Yushchenko MM / Visnik NTU. Series «Technical Sciences» Scientific and Technical Collection – К. НТУ. 2018 – 1 (40) – P. 105 -113.

## РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Вплив способу реалізації комбінованого методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням на механічні втрати та паливну економічність / Ю.Ф. Гутаревич, С.О. Ричок // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К.: НТУ, 2022. – Вип. 1 (51).

У статті розглянуто способи оцінки ефективності різних реалізацій комбінованого методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням на механічні втрати та паливну економічність.

Об'єкт дослідження – метод регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням.

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

Проведене теоретичне дослідження різних реалізацій комбінованого методу регулювання потужності двигуна з іскровим запалюванням. При дослідженні враховувались результати попередніх досліджень у цьому напрямі. За результатами дослідження встановлено, що при відключенні групи циліндрів з вільним впуском повітря можна очікувати зниження механічних втрат і поліпшення паливної економічності в порівнянні з припиненням лише подачі палива з незмінною системою газообміну на 5...11 %.

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

#### ABSTRACT

Gutarevich Y., Richok S. Ways to improve of the combined method of power control of a spark ignition engine. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2022. – Issue 1 (51).

The article considers ways to evaluate the influence of various implementations of the combined method of power regulating of the engine with spark ignition on mechanical losses and fuel economy.

The object of research is a method of power regulating of a spark-ignition engine.

The purpose of the study is to evaluate different ways to improve the combined method of power regulating of a spark-ignition engine.

A theoretical study of various implementations of the combined method of power regulating of the engine with spark ignition. The study took into account the results of previous studies in this area. According to the results of this study, it is established that when the group of cylinders is deactivated with free air intake, mechanical losses can be reduced and fuel efficiency can be improved by 5...11% in comparison with disabling only a fuel supply with unchanged gas exchange system .

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

#### АВТОРИ:

Гутаревич Юрій Феодосійович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідуючий кафедрою «Двигуни і теплотехніка», e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 302.

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:

Gutarevich Yurii F. Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of the department «Engines and Heating», e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovych-Pavlenko str. 1, of 302.

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.

#### РЕЦЕНЗЕНТИ:

Клименко Олексій Андрійович, заступник директора з наукової роботи ДП «ДержавтотрансНДІпроект», доктор технічних наук, доцент, дійсний член Транспортної академії України

Мусійко Володимир Данилович, доктор технічних наук, професор, академік Транспортної та Підйомно-транспортної Академії України, завідувач «кафедри дорожніх машин» Національного транспортного університету

#### REVIEWER:

Oleksiy Andriyovych Klymenko, Deputy Director for Scientific Work of DerzhavtotransNDIproekt, PhD, Engineering (Dr.), Associate Professor, Full Member of the Transport Academy of Ukraine

Musiyko Volodymyr Danylovych, PhD, Engineering (Dr.), Professor, Academician of the Transport and Lifting and Transport Academies of Ukraine, Head of the Department of Road Machines of the National Transport University