

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу *Ричка Сергія Олексійовича* «Поліпшення показників двигуна з іскровим запалюванням удосконаленням комбінованого методу регулювання потужності», поданої на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 142 – ЕНЕРГЕТИЧНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Оцінка обґрунтованості обраної теми дослідження.

Відомо, що автомобільний транспорт України є найбільшим споживачем світлих нафтопродуктів, більшу частину яких імпортують. Зміна цін на паливо відображається на кінцевій вартості товарів та послуг. Основними джерелами енергії на транспортних засобах є двигуни внутрішнього згорання - двигуни з іскровим запалюванням та дизелі. Тому поліпшення показників ДВЗ залишається важливою проблемою. ДЗІЗ є основними на легкових автомобілях. Одним із недоліків цих двигунів є погіршення паливної економічності і екологічних показників в часткових навантажувальних режимах і режимах холостого ходу, які є основними режимами роботи автомобільних двигунів в експлуатаційних умовах. Однією з основних причин погіршення паливної економічності ДЗІЗ в режимах часткових навантажень є метод регулювання потужності дроселюванням паливо-повітряної суміші.

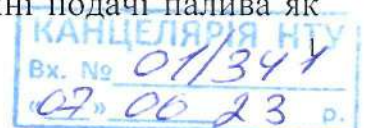
Проведені раніше дослідження показали високу ефективність комбінованого методу, що і зумовлює його широке використання. Разом з тим ефективність комбінованого методу залежить від способу його реалізації. Одним із способів, які можна реалізувати на двигунах без значних конструктивних змін, є відключення подачі палива в групу циліндрів без зміни системи газообміну.

В ряді досліджень встановлено, що цей спосіб можливо удосконалити, але досліджень, зокрема на ДЗІЗ з електронною системою керування впорскуванням палива, зворотним зв'язком і каталітичним нейтралізатором не проводили.

Актуальність обраної автором теми підтверджується також достатньою кореляцією та безпосереднім виконанням досліджень в рамках даної роботи з науково-дослідною роботою “Зниження витрати палива і шкідливих викидів двигунами дорожніх транспортних засобів оптимізацією конструктивних і експлуатаційних факторів”, державна реєстрація № 0119U100692, на 2022 рік за темою “Поліпшення екологічних показників та економічності двигунів транспортних засобів удосконалення систем та використанням альтернативних палив” державна реєстрація № 0122U000514, що виконується кафедрою двигунів та теплотехніки НТУ.

Оцінка новизни теоретичних та експериментальних результатів досліджень

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні важливої науково-практичної задачі поліпшення показників паливної економічності і екологічності двигуна легкового автомобіля при реалізації комбінованого методу регулювання його потужності, а саме при припиненні подачі палива як



без внесення змін у систему газообміну, так і з вільним впуском у відключені циліндри повітря при температурі навколишнього і підігрітого до температури 150 °С повітря. При цьому встановлено залежність для визначення індикаторного і механічного к.к.д. працюючої групи циліндрів від розрідження на впуску.

Основні наукові результати полягають у наступному:

1. Експериментальними дослідженнями, які проведені на двигуні 6Ч9.5/6.98, з електронною системою керування впорскуванням палива, зворотним зв'язком і каталітичним нейтралізатором без внесення зміни у систему газообміну, підтверджено поліпшення паливної економічності при відключенні трьох з шести циліндрів в зоні середніх частот обертання ($n = 2000 \text{ хв}^{-1}$) в інтервалі зміни крутного моменту від нуля до 53 Нм на 14,0 ... 0,0%.

Цей результат отримано в результаті проведеного автором у четвертому розділі «ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПОСОБУ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЦИЛІНДРІВ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ НА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ І ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДВИГУНА» стендових випробувань двигуна фірми Opel, з робочим об'ємом 3л, моделі C30LE (далі - 6Ч9.5/6.98), у якому внесені зміни у систему газообміну, що дозволило провести експериментальні дослідження впливу комбінованого методу регулювання потужності двигуна на паливну економічність і викиди ЗР. За результатами проведених досліджень зроблені наступні висновки:

- максимальний крутний момент за роботи на 3-ох циліндрах складає 40% від максимального крутного моменту за роботи на 6-ти циліндрах;
- поліпшення паливної економічності за роботи на 3-ох циліндрах має місце в межах 0...50 Нм, де економія палива змінюється від 10 до 0%;
- при роботі двигуна в режимах холостого ходу на трьох циліндрах годинна витрата бензину менша в порівнянні з роботою на шести циліндрах на 32...6% в межах частоти обертання 730...3600 хв^{-1} .

2. Розробили загальну методику проведення розрахункових досліджень впливу способу відключення групи циліндрів на показники двигуна за роботи на частині циліндрів.

Цей результат отримано в результаті проведеного автором у третьому розділі «ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПОСОБУ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЦИЛІНДРІВ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ НА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ ДВИГУНІВ З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ» досліджень залежності індикаторного к.к.д. від навантаження при різних способах відключення циліндрів ДзІЗ, підходів до визначення індикаторного к.к.д. та впливу залежності індикаторного к.к.д. від зовнішнього навантаження на паливну економічність ДзІЗ, залежності механічного к.к.д. від навантаження за різних способів відключення циліндрів ДзІЗ, а також визначення викидів ЗР з ВГ при різних способах відключення групи циліндрів при реалізації комбінованого методу регулювання потужності ДзІЗ.

За результатами проведених досліджень встановлено, що для оцінки паливної економічності необхідно визначити її залежність від дроселювання (зовнішнього навантаження, розрідження на впуску двигуна, індикаторного і механічного к.к.д.). Для визначення впливу способу відключення циліндрів на механічний к.к.д. необхідно визначити механічні втрати при незмінній системі газообміну і при вільному впуску повітря у відключену групу циліндрів.

Узагальнюючим результатом проведених досліджень є методика порівняння способів відключення групи циліндрів при реалізації комбінованого методу регулювання потужності ДзІЗ виходячи з кількості викидів ЗР в одиниці часу, в залежності від навантаження двигуна.

3. Експериментальними дослідженнями підтвердили, що при всіх досліджуваних способах відключення групи циліндрів індикаторні показники робочого процесу в працюючій групі циліндрів є однаковими. Це дало можливість порівнювати способи відключення лише за механічними втратами, що підвищує точність порівняння.

Цей результат отримано в результаті проведеного автором у третьому розділі досліджень щодо розрахунку індикаторного к.к.д. від розрідження на впуску ($\eta_i(\Delta p_k)$) з використанням експериментально отриманих залежностей коефіцієнту наповнення і середнього індикаторного тиску. Залежність механічного к.к.д. від навантаження встановлено через момент механічних втрат, яку отримано експериментально.

4. З використанням відомих підходів і результатів попередніх досліджень отримано залежність для розрахунку індикаторного к.к.д. працюючих циліндрів при різному тиску на впуску (розрідження на впуску).

Цей результат отримано в результаті проведеного автором у третьому розділі досліджень залежності індикаторного к.к.д. від навантаження при різних способах відключення циліндрів ДзІЗ, підходів до визначення індикаторного к.к.д. та впливу залежності індикаторного к.к.д. від зовнішнього навантаження.

За отриманою залежністю проведено порівняння розрахованих величин індикаторного к.к.д. і розрахованих з використанням експериментальної характеристики двигуна. Цим порівнянням підтверджена достовірність отриманих залежностей і можливість її використання у подальших розрахунках. Ця залежність однакова для всіх зазначених способів відключення групи циліндрів.

5. Отримали залежності для визначення механічного к.к.д. через тиск механічних втрат і розрідження на впуску відключених циліндрів, які визначили експериментально для кожного з способів відключення групи циліндрів.

Цей результат отримано в результаті проведеного автором у четвертому розділі стендових випробувань двигуна фірми Opel, з робочим об'ємом 3л, моделі C30LE (далі - 6Ч9.5/6.98), у якому внесені зміни у систему газообміну.

Для розрахунку індикаторних показників роботи двигуна в процесі порівняння різних способів відключення циліндрів експериментально визначили механічні втрати в двигуні. Механічні втрати, зокрема момент механічних втрат, який в подальшому використовували для розрахунку

середнього тиску механічних втрат, визначили в залежності від кута відкриття дросельної заслінки, прокручуванням прогрітого двигуна (температура охолодної рідини 70...75°C) за роботи моторного стенду в режимі джерела механічної енергії. Залежності моменту механічних втрат визначили для двох способів відключення групи циліндрів: при незмінній системі газообміну та при вільному впуску повітря у відключену групу циліндрів. Найбільші механічні втрати отримали при закритій дросельній заслінці, найменші — при вільному впуску повітря у відключену групу циліндрів. Встановлена залежність моменту механічних втрат від розрідження на впуску, з якої слідує, що різниця в моментах механічних втрат найбільша при високих розрідженнях, тобто в режимах, які широко використовують в експлуатації автомобільних двигунів.

Достовірність отриманих залежностей індикаторного і механічного к.к.д. від розрідження на впуску підтверджена порівнянням розрахованої питомої ефективної витрати палива і визначеної експериментально з навантажувальної характеристики.

6. Експериментальними дослідженнями встановили, що найбільший тиск механічних втрат має місце при способі відключення групи циліндрів без внесення змін у систему газообміну.

Цей результат отримано в результаті проведеного автором у четвертому розділі стендових випробувань двигуна фірми Opel, за результатами яких встановлено, що найбільші механічні втрати мають місце при закритій дросельній заслінці, найменші — при вільному впуску повітря у відключену групу циліндрів. При цьому при куті відкриття дросельної заслінки більше 45° подальше її відкриття практично не впливає на механічні втрати. Крім того, різниця в моментах механічних втрат найбільша при високих розрідженнях, тобто в режимах, які широко використовують в експлуатації автомобільних двигунів.

7. Порівняння паливної економічності при використанні різних способів відключення циліндрів при застосуванні комбінованого методу регулювання потужності провели по величині питомої ефективної витрати палива в залежності від зовнішнього навантаження, яке оцінювали середнім ефективним тиском.

Цей результат отримано в результаті проведеного автором у четвертому розділі стендових випробувань двигуна фірми Opel, за результатами яких встановлено, що найбільшу питому витрату палива має двигун при відключенні групи циліндрів з незмінною системою газообміну. Використання способу відключення з вільним впуском у відключені циліндри повітря з навколишнього середовища поліпшують паливну економічність на 1,5...10,5%, з підігрівом повітря на 1,5...13,5%. При цьому витрата бензину при вільному впуску повітря в відключені циліндри нижча в порівнянні з способом з незмінною системою газообміну на 10,8...0.0% при зміні крутного моменту від нуля до 51Нм.

8. Порівняння екологічних показників при різних способах відключення групи циліндрів проводили виходячи з кількості викидів ЗР в одиницю часу в залежності від зовнішнього навантаження двигуна.

Цей результат отримано в результаті проведеного автором у четвертому розділі стендових випробувань двигуна фірми Opel, за результатами яких визначили викиди ЗР в залежності від тиску на впуску для способу відключення з незмінною системи газообміну з використанням експериментальної навантажувальної характеристики. Так як ЗР утворюються лише у працюючій групі циліндрів, то для розглянутих способів відключення, які не впливають на параметри робочого тіла у випускній системі ці залежності будуть аналогічними.

З використанням встановленої залежності між середнім ефективним тиском і тиском на впуску побудували залежності витрати повітря і палива і концентрації ЗР від середнього ефективного тиску.

За відомими методиками розраховували масові викиди окремих ЗР в одиницю часу, на одиницю виконаної роботи, приведені до СО сумарні викиди ЗР. Для середнього завантажувального режиму ($p_e = 0,3$ МПа) зниження всіх ЗР при використанні способів з вільним пуском повітря (з підігрівом і без) у порівнянні зі способом з незмінною системою газообміну в одиницю часу склали: по СО на 8,4 і 6,1%, по NO_x на 11,0 і 8,2%, по СН на 5,7 і 4,2%, по сумарних, приведених до СО викидах на 10,8 і 8,1%. Також має місце зменшення викидів CO_2 на 5,7 і 4,7%.

9. За результатами теоретичних і експериментальних досліджень можна вважати, що з врахуванням необхідних змін в конструкції двигуна для практичного використання найбільш доцільним є використання способу відключення подачі палива з вільним впуском у відключені циліндри повітря при температурі навколишнього середовища. Підігрів повітря незначно поліпшує показники двигуна, але вимагає встановлення додаткових пристроїв.

Цей висновок підтверджується результатами проведених експериментальних і аналітичних досліджень.

Висновки дисертаційного дослідження повною мірою відбивають та узагальнюють отримані наукові результати, конкретизують наукову новизну роботи та містять практичні рекомендації до застосування отриманих результатів у практиці модернізації енергетичної установки та трансмісії колісних бронетранспортерів.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень опубліковано у 5 наукових працях, з яких 3 у фахових виданнях України, 2 статті в іноземних періодичних виданнях, та 6 тезах науково-технічних конференцій. 1 наукову працю видано одноосібно.

Оцінка наукової обґрунтованості теоретичних та експериментальних результатів досліджень.

Отримані в роботі теоретичні та експериментальні результати досліджень в достатній мірі науково обґрунтовані. Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів підтверджена коректним застосуванням сучасних методів математичного моделювання та експериментальних досліджень, коректними припущеннями та достатнім рівнем узгодженості результатів досліджень за допомогою математичної моделі з результатами

експериментальних досліджень та аналогічних досліджень, отриманих іншими авторами.

Оцінка рівня виконання поставленого наукового завдання.

Метою роботи є поліпшення паливної економічності і екологічних параметрів ДзІЗ в режимах малих навантажень і холостого ходу використання найбільш доцільного способу відключення групи циліндрів при реалізації комбінованого методу регулювання потужності двигуна.

В результаті виконання дослідження здобувачем було проведено теоретичні і експериментальні дослідження, зокрема на двигуні 6Ч 9,5/6,98 з електронною системою керування впорскуванням палива, зворотним зв'язком і каталітичним нейтралізатором без внесення зміни у систему газообміну. За результатами досліджень встановлено поліпшення паливної економічності при відключенні трьох з шести циліндрів в зоні середніх частот обертання ($n = 2000 \text{ хв}^{-1}$) в інтервалі зміни крутного моменту від нуля до 53 Нм на 14,0 ... 0,0%. Експерименти в режимах холостого ходу показали поліпшення паливної економічності за роботи на трьох циліндрах в інтервалі частот 730...3600 хв^{-1} від 32 до 6%..

З врахуванням результатів раніше проведених досліджень обгрунтовано доцільні для дослідження способи відключення групи циліндрів для реалізації комбінованого методу регулювання потужності ДзІЗ а саме при припиненні подачі палива: без внесення змін у систему газообміну; з вільним впуском у відключені циліндри повітря при температурі навколишнього середовища, з вільним впуском у відключені циліндри підігрітого до температури 150 °С повітря. Проведено порівняння паливної економічності при використанні різних способів відключення циліндрів при застосуванні комбінованого методу регулювання потужності (енергетичних показників) по величині питомої ефективної витрати палива в залежності від зовнішнього навантаження, яке оцінювали середнім ефективним тиском. При цьому встановлено, що найбільшу питому витрату палива має двигун при відключенні групи циліндрів з незмінною системою газообміну. Використання способу відключення з вільним впуском у відключені циліндри повітря з навколишнього середовища поліпшують паливну економічність на 1,5...10,5%, з підігрівом повітря на 1,5...13,5.

Порівняння екологічних показників при різних способах відключення групи циліндрів проведено виходячи з кількості викидів ЗР в одиницю часу в залежності від зовнішнього навантаження двигуна. Для середнього навантажувального режиму ($p_e = 0,3 \text{ МПа}$) зниження всіх ЗР при використанні способів з вільним впуском повітря (з підігрівом і без) у порівнянні зі способом з незмінною системою газообміну в одиницю часу склали: по СО на 8,4 і 6,1%, по NO_x на 11,0 і 8,2%, по СН на 5,7 і 4,2%, по CO_2 на 5,7 і 4,7%, по сумарних зведених до СО викидах на 10,8 і 8,1%.

За результатами теоретичних і експериментальних досліджень можна вважати, що з врахуванням необхідних змін в конструкції двигуна для практичного використання найбільш доцільним є використання способу

відключення подачі палива з вільним впуском у відключені циліндри повітря при температурі навколишнього середовища. Підігрів повітря незначно поліпшує показники двигуна, але вимагає встановлення додаткових пристроїв.

Таким чином, поставлене наукове завдання виконане на достатньому науково-технічному рівні.

Оцінка рівня оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.

Для досягнення поставленої мети дослідження здобувачем було визначено наступні завдання:

1. Аналіз досліджень по використанню режимів часткових навантажень і холостого ходу автомобільних ДзІЗ в експлуатаційних умовах і їх впливу на паливну економічність і екологічні показники автомобіля.

2. Аналіз методів регулювання потужності багатоциліндрових ДзІЗ з відключенням групи циліндрів досліджень по ефективності напрямів поліпшення паливної економічності і екологічних показників в режимах малих навантажень і холостого ходу ДзІЗ.

3. Аналіз досліджень по ефективності комбінованого методу регулювання потужності ДзІЗ.

4. Аналіз схем і конструкцій систем для реалізації комбінованого методу регулювання потужності ДзІЗ.

5. Розробка методики проведення розрахункових досліджень по впливу способу відключення групи циліндрів при комбінованому методі регулювання потужності ДзІЗ на паливну економічність і викиди ЗР.

6. Розрахункові дослідження паливної економічності і екологічних показників ДзІЗ за роботи з відключеною групою циліндрів при різних способах відключення циліндрів.

7. Експериментальні дослідження багатоциліндрового ДзІЗ ($i = 6$) при використанні різних способів відключення групи циліндрів з замірами показників паливної економічності і екологічних показників.

Поставлені завдання відповідають логічній послідовності та рівню постановки наукових завдань, яка застосовується у практиці наукової діяльності та відповідає загальносвітовим підходам до такої діяльності.

Перше завдання визначає показники для оцінки, які виконують роль критеріїв оцінювання властивостей об'єкта.

Друге та третє завдання визначають можливі варіанти рішення для досягнення цілей дослідження, що оцінюється встановленими критеріями.

П'яте завдання визначає послідовність виконання досліджень для отримання наукового результату.

Шосте завдання дозволяє перевірити відповідність запропонованих варіантів рішень встановленим критеріям оцінювання властивостей об'єкта.

Сьоме завдання визначає підсумковий результат наукового дослідження, який рекомендується для практичної реалізації.

Під час виконання дослідження автором застосовано методи математичного моделювання, аналітичного та графічного аналізу, системного

аналізу, апроксимації, інтерполяції, синтезу, експериментальних досліджень, оцінювання похибок вимірювань.

Таким чином, можна стверджувати, що здобувач оволодів методологією наукової діяльності на достатньому рівні.

Оцінка значення отриманих результатів для теорії і практики

Практична цінність роботи полягає в отриманих експериментальних даних по паливній економічності багато-циліндрового ДзІЗ ($i=6$) при регулюванні потужності відключенням групи циліндрів в режимах малих навантажень і холостого ходу; розрахункових і експериментальних даних по витраті палива в залежності від зовнішнього навантаження за роботи ДзІЗ при відключенні групи циліндрів різними способами; концентрації і масовим викидам ЗР з ВГ в залежності від зовнішнього навантаження за роботи ДзІЗ з відключенням групи циліндрів різними способами, а також у розробленій методиці розрахункових досліджень впливу способу відключення групи циліндрів на паливну економічність і екологічні показники ДзІЗ при регулюванні його потужності комбінованим методом.

Результати досліджень прийняті до використання:

Інститутом Газу АН України, а також використовують у навчальному процесі в Національному транспортному університеті при підготовці фахівців за спеціальностями «Енергетичне машинобудування» та «Автомобільний транспорт».

Дискусійні положення та зауваження до дисертації.

Оцінюючи зміст представленої до захисту дисертаційної роботи Ричок Сергія Олексійовича, новизну представлених теоретичних та експериментальних результатів, проведених здобувачем досліджень, їхню наукову обґрунтованість, рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності є потреба зробити окремі зауваження та звернути увагу на дискусійні наукові положення дисертаційної роботи, що можуть бути предметом дискусії під час захисту, а саме:

У вступі відмічено «В роботі провели теоретичні і експериментальні дослідження трьох способів відключення групи циліндрів, які можливо використати на двигунах, що знаходяться в експлуатації...», проте галузь використання цих двигунів чітко не окреслена. Крім того, наукову новизну роботи бажано подавати у форматі «вперше», «удосконалено», «отримало подальший розвиток».

У першому розділі (1.1), в якому аналізуються режими роботи автомобільних двигунів показано, що «...паливна економічність і екологічні показники двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) зокрема ДзІЗ в значній мірі залежать від навантажувального і швидкісного режимів їх роботи. Режими роботи автомобільних двигунів в умовах експлуатації в містах і населених пунктах в значній мірі залежать від характеристики транспортного потоку, інтенсивності дорожнього руху, дорожніх умов та інших факторів». Бажано було б пов'язати режими роботи двигуна з режимами руху автомобіля не тільки

в м. Києві, а і в інших експлуатаційних умовах. Крім того, перелік літературних джерел включає роботи з публікацією у 60-х роках минулого століття.

У другому розділі, по суті, продовжується аналіз літературних джерел, в якому в основному розглядаються способи регулювання потужності бензинових карбюраторних двигунів, які на сьогодні мають обмежене застосування.

У третьому розділі, с. 100, наведена залежність питомої ефективної витрати палива двигуна 6Ч9,5/6,98 від середнього індикаторного тиску p_i , ($n=1800 \text{ хв}^{-1}$), з якої видно, що починаючи з 0.5 ... 0.7 від номінального навантаження питома витрата палива інтенсивно зростає по мірі його зменшення. При цьому зростання витрати палива спостерігається тільки при зменшенні середнього індикаторного тиску від 0,5.

На с.111 цього ж розділу відмічено, що «...концентрації СО в інтервалі навантажень до включення збагачення за роботи на 3-х і 6-ти циліндрах співпадають. За результатами розрахунків співпадають і масові викиди, хоча видно, що годинна витрата палива за роботи на 3-х циліндрах менша, при однакових концентраціях мають бути меншими масові викиди, так як двигун працював на стехіометричній паливо-повітряній суміші, тобто і годинна витрата повітря була меншою». То чим це можна пояснити?!

На с.119 відмічено, що «Однією з оцінок шкідливого впливу ВГ на навколишнє середовище є масові викиди ЗР в одиницю часу в залежності від зовнішнього навантаження двигуна. Таким навантаженням може бути середній ефективний тиск (p_e)». Це твердження потребує уточнення, бо середній ефективний тиск є функцією від зовнішнього навантаження двигуна.

У четвертому розділі у таблиці 4.1 «Технічна характеристика двигуна 6Ч9.5/6.98» наведені параметри зчеплення і коробки передач, проте не вказано яке відношення ці параметри мають до двигуна (це параметри трансмісії автомобіля). Крім того, не має такого терміну як «коробка перемикачів передач». Потребує також уточнення висновки 6 цього розділу.

У п'ятому розділі, с.151, відмічено, що достовірність отриманих розрахунками величин механічного к.к.д. оцінювали достовірністю визначення добутку $\eta_i \eta_m$, який згідно залежності 3.1 визначає питому ефективну витрату палива, проте залежність питомої ефективної витрати палива від механічного ККД не наведена.

По тексту дисертації зустрічаються деякі неточності і похибки (с.5, 89, 101, 104, 109, 121, 137, 147, 155. 162).

Потребує редакції 5 п. висновків «Експериментальними дослідженнями на двигуні 6Ч 9,5/6,98 встановили, що найбільші механічні втрати при способі відключення групи циліндрів без внесення змін у систему газообміну, при інших двох способах механічні втрати значно нижчі і між собою відрізняються незначно».

Є деякі відхилення у Переліку посилань.

Наведені зауваження по роботі в цілому носять рекомендаційний характер та не ставлять під сумнів вихідні наукові положення та результати дослідження, які апробовані та впроваджені.

Висновки.

На підставі викладеного вважаю, що дисертаційна робота *Ричок Сергія Олексійовича* «Поліпшення показників двигуна з іскровим запалюванням удосконаленням комбінованого методу регулювання потужності» є **самостійно виконаною, завершеною науково-дослідною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують конкретну наукову-практичну задачу** поліпшення паливної економічності і екологічності бензинових двигунів з іскровим запалюванням шляхом удосконалення комбінованого методу регулювання потужності двигуна.

За змістом та якістю методології теоретичних та експериментальних досліджень і отриманих результатів дисертаційна робота відповідає рівню дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та науково-дослідній програмі дисертаційних досліджень освітньо-наукової програми «Двигуни та енергетичні установки» у Національному транспортному університеті.

Дисертація відповідає «Вимогам до оформлення дисертацій» затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017р. (zareestrovanim в Міністерстві юстиції України 03 лютого 2017 р. за № 155/30023).

Зважаючи на актуальність вирішених завдань, отриманих наукових результатів, теоретично обґрунтованих принципових наукових положень, використаних сучасних методів наукових досліджень та підтвердженої значимості, дисертаційна робота та представлені до розгляду публікації, задовольняють вимогам п.п. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 341 від 21.03.2022), а їх автор, **Ричок Сергій Олексійович**, заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 14 - ЕЛЕКТРИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ за спеціальністю 142 – ЕНЕРГЕТИЧНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ.

Рецензент,

Завідувач кафедри автомобілів
Національного транспортного університету,
доктор технічних наук, професор


Володимир САХНО

