

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу *Сосіда Сергія Володимировича* «Поліпшення паливної економічності двигуна з іскровим запалюванням при використанні спиртовмісної добавки до бензину», поданої на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 142 – ЕНЕРГЕТИЧНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Оцінка обґрунтованості обраної теми дослідження.

Необхідність вирішення багатьох логістичних задач які пов'язані з переміщенням вантажу, пасажирів або комбінованих перевезень та використання при цьому автомобільного транспорту, призводить до збільшення використання палив нафтового походження. Основним джерелом енергії на транспорті являються двигуни внутрішнього згорання, як з іскровим запалюванням (в якості палива використовують бензин, газ) так і з запалюванням від стиску (дизелі, газодизелі).

Зменшення світових запасів нафти зумовлює необхідність пошуку і впровадження енергозберігаючих технологій і використання альтернативних палив. Використання альтернативних палив призводить до зменшення використання викопних палив нафтового походження, а також до зменшення викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Для України, як країни з великими площами посіву агрокультур та потужним агропромисловим комплексом, перспективним альтернативним паливом може слугувати етанол - це відновлюване паливо, що виробляється шляхом переробки сировини сільськогосподарського походження. Етанол використовують як добавку до бензину для використання в двигунах внутрішнього згорання з іскровим запалюванням. При цьому, використовуючи добавку етанолу до бензину не потрібно вносити зміни в конструкція автомобіля, чи двигуна. Використання етанолу як добавки до палива призводить до зменшення викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах, що в свою чергу чинить позитивний вплив на стан екології в цілому.

Етанол є одним з видів альтернативних палив або ж як добавка, що використовується до палива в двигунах з іскровим запалюванням. Етанол - це відновлюване паливо, що виробляється шляхом переробки сировини сільськогосподарського походження. Дослідженням використання етанолу в якості добавки здійснювали як вітчизняні науковці, так і закордонні. Основою досліджень була оцінка показників економічності та екологічних показників двигуна з іскровим запалюванням при додаванні етанолу зазвичай до 50%. За результатами досліджень було оцінено показники адаптованості системи живлення двигуна з іскровим запалюванням до використання етанолу як добавки до палива. Використання палива з додаванням етанолу зменшує кількість CO та СН у відпрацьованих газах. Внаслідок використання етанолу виникає незначне збільшення потужності та крутного моменту двигуна при вмісті етанолу в паливній до 20%, але при цьому зростає годинна витрата палива внаслідок меншої нижчої теплоти згорання сумішевого палива.



Актуальним лишається питанням забезпечення ефективності та екологічності двигуна із системою впорскування та нейтралізацією відпрацьованих газів при живленні бензином з вмістом етанолу понад 40 %.

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 2022-2024 рік за темою “Поліпшення екологічних показників та економічності двигунів транспортних засобів удосконалення систем та використання альтернативних палив” державна реєстрація № 0122U000514, та плану науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт ДП «ДержавтотрансНДІпроект» на 2021 рік за темою «Експериментальні дослідження впливу застосування альтернативного палива Е40 (суміші бензину з біоетанолом та іншими спиртовмісними сполуками) і бензину, як моторних палив, на екологічні , енергетичні показники та паливну економічність КТЗ, адаптованих і неадаптованих для роботи на біопаливі з вмістом етанолу понад 10% за об’ємом», що виконуються кафедрою двигунів та теплотехніки НТУ.

Оцінка новизни теоретичних та експериментальних результатів досліджень

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробленій методиці теоретичного обґрунтування величини максимальної добавки етанолу для двигунів внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв’язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів при якій зберігається достатня ефективність нейтралізації ШР у ВГ, на основі якої визначені доцільні межі добавки етанолу до бензину, а також закономірності зміни ефективних та екологічних показників двигуна внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв’язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів при використанні бензину з добавками етанолу до 75%. Заслужує на увагу методика обробки експериментальних індикаторних діаграм під час живлення двигуна внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв’язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів бензином з добавками етанолу до 75%.

Основні наукові результати полягають у наступному:

1. Дослідженням використання етанолу присвячено багато наукових робіт в яких досліджувались економічні, екологічні та ефективні показники роботи двигуна при живленні сумішшю бензину та етанолу з вмістом останнього до 40%. Актуальним питанням лишається забезпечення ефективності та екологічності двигуна із системою впорскування та нейтралізацією відпрацьованих газів при живленні бензином з вмістом етанолу понад 40 %.

Цей результат підтверджується детальним аналізом використання етанолу у першому розділі роботи «ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ В ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ» де показано, що в попередніх

дослідженнях оцінювались показники ефективності та екологічності в більшості випадків при роботі двигуна на паливі з низьким вмістом етанолу. Тому доцільно дослідити показники ефективності, паливної економічності та показники екологічності при використанні в якості палива бензину з високим вмістом етанолу на двигуна з іскровим запалюванням, системою впорскування і каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів.

2. З використанням розробленої методики теоретично обґрунтовано величину максимальної добавки етанолу для двигунів внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів, яка не повинна перевищувати 60 % по масі для забезпечення ефективної роботи каталітичного нейтралізатора.

3. Уточнено методику моделювання робочого процесу двигуна внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів при використанні бензину з вмістом етанолу до 75%, зокрема, залежності, які описують склад свіжого заряду, робочого тіла в циліндрі та продуктів згоряння під час процесів робочого циклу в залежності від вмісту етанолу в паливі. Уточнено методику обробки експериментальних індикаторних діаграм під час живлення двигуна внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів бензином з добавками етанолу до 75%, зокрема, під час аналізу процесу згоряння враховано зміну поточних значень газової сталої та теплоємності робочого тіла залежно від вмісту етанолу в паливі.

Ці результати підтверджується другим розділом роботи «ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ УПРАВЛІННЯ ПОДАЧЕЮ СПИРТОВМІСНОГО ПАЛИВА У ДВЗ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ДВИГУНА, ЯКИЙ ЖИВИТЬСЯ СПИРТОВМІСНИМИ ПАЛИВАМИ», в якому теоретично досліджено вплив етанолу в паливі на експлуатаційні показники двигуна з іскровим запалюванням, обладнаного системою впорскування та нейтралізацією ВГ, оцінено вплив етанолу на елементарний склад палива при різному вмісті етанолу, встановлено максимальний відсоток вмісту етанолу в паливі, при якому зберігається ефективність нейтралізації шкідливих речовин та уточнено математичну модель робочого процесу двигуна внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів при використанні бензину з вмістом етанолу до 75%.

4. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що використання спиртовмісних палив призводить до підвищення абсолютної витрати палива: витрата палива E_{75} більша в середньому на 34% ($G_{\text{пал}}^{E75} = 5,831 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$, $G_{\text{пал}}^{E0} = 4,339 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$ - середнє значення годинної витрати палива з навантажувальної характеристики при $n=2800 \text{ хв}^{-1}$) ніж витрата бензину і витрата E_{50} більша в середньому на 21 % ($G_{\text{пал}}^{E50} = 5,278 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$) відповідно, що

пов'язано з меншою теплотою згорання сумішевого палива. Енергетичні показники двигуна досягаються для палива E50 на рівні бензинового двигуна. Використання E75 призводить до збіднення суміші в середньому на 0,02 одиниці по коефіцієнту надміру повітря, що є причиною деякого погіршення енергетичних показників двигуна та зниження ефективності нейтралізації шкідливих речовин. Цей результат підтверджується третім «ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ, ТЕХНІЧНІ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ЇХ ПРОВЕДЕННЯ» і четвертим «РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛІНОМІАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ПАРАМЕТРІВ ДВИГУНА В ОСНОВНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ ПРИ ЖИВЛЕННІ ПАЛИВАМИ З РІЗНИМ ВМІСТОМ ЕТАНОЛУ» розділами роботи, в яких здійснено вибір об'єкта, технічних та програмних засобів, а також методики проведення експериментальних досліджень, які дозволяють комплексно оцінити вплив використання спиртовмісного палива на ефективність та екологічність двигуна.

З аналізу отриманих навантажувальних характеристик в ході експерименту встановлено підвищення витрати палива в масовому еквіваленті в усіх режимах навантажувальної характеристики, практично без змін залишається залежність ефективності використання палив в тепловому еквіваленті, дещо знижується максимальна потужність для досліджених швидкісних діапазонів. Вплив на екологічні показники проявляється у зниженні викидів CO та CO₂. При цьому, викиди СН зростають через зниження ефективності нейтралізації СН, що пов'язано зі зниженням температури ВГ при використанні палив з більшим вмістом етанолу.

5. За результатами аналізу робочого процесу двигуна при використанні спиртовмісних палив встановлено, що використання палива E50 призводить до певного зниження максимального тиску під час згорання порівняно з використанням бензину, проте під час використання палива E75 максимальний тиск такий же як і при живленні бензином. Зокрема, вміст етанолу в паливі призводить до збільшення індикаторного та ефективного ККД двигуна, що пов'язано з впливом вмісту етанолу у паливі на склад робочого тіла та залежності тиску і температури в циліндрі, а у випадку палива E75 додатково зі збідненням паливоповітряної суміші.

За результатами розрахунку масових викидів ШР можна встановити, що при використанні палив з високим вмістом етанолу викиди CO суттєво знижуються (на 40...80%). При цьому, масові викиди СН дещо зростають внаслідок погіршення ефективності їхньої нейтралізації. Масові викиди CO₂ знижуються на 4,5...15% при використанні палив з високим вмістом етанолу.

6. З урахуванням дослідженого впливу вмісту етанолу в паливі на індикаторні, ефективні та екологічні показники двигуна внутрішнього згорання з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів визначено доцільні межі добавки етанолу до бензину, що дозволяє поліпшити вказані показники, яка має становити до 70 % за масою палива.

Ці результати підтверджується п'ятим розділом роботи «РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ ЕТАНОЛУ В ПАЛИВІ НА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ, ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДВИГУНА», в якому показано, що використання палив з високим вмістом етанолу забезпечує отримання таких же енергетичних показників, що і при живленні бензином, однак, це досягається відмінним від бензину співвідношенням параметрів палива, ККД робочого циклу, коефіцієнтів наповнення та надміру повітря. За результатами моделювання масових викидів ШР встановлено, що при використанні палив з високим вмістом етанолу викиди CO суттєво знижуються (на 40...80%). При цьому, масові викиди СН дещо зростають внаслідок погіршення ефективності їхньої нейтралізації. Масові викиди CO₂ знижуються на 4,5...15% при використанні палив з високим вмістом етанолу.

Висновки дисертаційного дослідження повною мірою відображають та узагальнюють отримані наукові результати, конкретизують наукову новизну роботи та містять практичні рекомендації до застосування отриманих результатів у практиці використання палив з високим вмістом етанолу. Результати теоретичних і експериментальних досліджень опубліковано у 4 наукових працях, з яких 1 стаття в іноземному періодичному виданні, яке індексується у БД Scopus (Q3), 3 – у фахових наукових виданнях України та 10 тезах науково-технічних конференцій, також 1 свідоцтво на інтелектуальну власність.

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 та екологічних показників двигуна з іскровим запалюванням системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів при використанні спиртовмісної добавки до бензину.

Здобувачем було проведено теоретичні і експериментальні дослідження, зокрема на двигуні з іскровим запалюванням VW BBU (4C 7,65/7,56) потужністю 55 кВт, обладнаного двоступеневою системою нейтралізації шкідливих викидів з прискореним прогрівом з двома трикомпонентними каталітичними нейтралізаторами. З урахуванням результатів раніше проведених досліджень визначено доцільні межі добавки етанолу до бензину, що дозволяє поліпшити індикаторні, ефективні та екологічні показники двигуна

внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів.

За результатами аналізу робочого процесу двигуна при використанні спиртовмісних палив встановлено, що використання палива E50 призводить до певного зниження максимального тиску під час згоряння порівняно з використанням бензину, проте під час використання палива E75 максимальний тиск такий же як і при живленні бензином. За отриманими ефектами впливу вмісту етанолу на коефіцієнт надміру повітря та температуру продуктів згоряння можна зробити висновок, що при використанні палива E50 викиди оксидів азоту будуть дещо меншими ніж при використанні бензину, а використання палива E75 призведе до значного збільшення викидів оксидів азоту внаслідок зменшення ефективності їх нейтралізації.

Встановлено, що використання палив з високим вмістом етанолу забезпечує отримання таких же енергетичних показників, що і при живленні бензином, однак, це досягається відмінним від бензину співвідношенням параметрів палива, ККД робочого циклу, коефіцієнтів наповнення та надміру повітря. Зокрема, вміст етанолу в паливі призводить до збільшення індикаторного та ефективного ККД двигуна, що пов'язано з впливом вмісту етанолу у паливі на склад робочого тіла та залежності тиску і температури в циліндрі, а у випадку палива E75 додатково зі збідненням паливоповітряної суміші. За результатами розрахунку масових викидів ШР можна встановити, що при використанні палив з високим вмістом етанолу викиди CO суттєво знижуються (на 40...80%). При цьому, масові викиди CH дещо зростають внаслідок погіршення ефективності їхньої нейтралізації. Масові викиди CO₂ знижуються на 4,5...15% при використанні палив з високим вмістом етанолу.

З урахуванням дослідженого впливу вмісту етанолу в паливі на індикаторні, ефективні та екологічні показники двигуна внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів визначено доцільні межі добавки етанолу до бензину, що дозволяє поліпшити вказані показники, яка має становити до 70 % за масою палива.

За результатами теоретичних і експериментальних досліджень можна вважати, що 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 попередніх досліджень використання етанолу в якості альтернативного палива, або в якості добавки до традиційного палива та його вплив на економічні та екологічні показники роботи двигуна.
- 2) Теоретичне дослідження управління подачею спиртовмісного палива.
- 3) Проведення теоретичних та експериментальних досліджень впливу добавки етанолу на показники ефективності, економічності та

екологічних показників двигуна з іскровим запалюванням системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів при живленні паливом з високим вмістом етанолу (50% та 75%).

- 4) Перевірку адекватності математичної моделі та математичне моделювання робочого процесу двигуна з іскровим запалюванням при використанні етанолу як добавки до палива у кількості 50% та 75%.

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 дослідження, а саме індикаторні, ефективні та екологічні показники роботи двигуна внутрішнього згорання з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів за його живлення бензином з добавкою етанолу.

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

Третє та четверте завдання визначають послідовність виконання експериментальних досліджень для перевірки адекватності математичної моделі та математичне моделювання робочого процесу двигуна з іскровим запалюванням при використанні етанолу як добавки до палива у кількості 50% та 75%.

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 залежностях зміни паливної економічності, показників ефективності та екологічності від величини добавки етанолу до палива; поліноміальних залежностей, що дозволяють визначити вплив добавки етанолу на показники екологічності двигуна, кута випередження запалювання, моменту механічних втрат, тривалості згорання та показника характеру згорання; залежності індикаторних показників циклу двигуна від величини добавки етанолу до бензину.

Результати досліджень прийняті до використання:

У Державному підприємстві «Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут» Міністерства інфраструктури України для розрахунку ефективності методів і засобів підвищення паливної економічності та зниження шкідливих викидів колісних транспортних засобів, які можна впровадити в умовах експлуатації, 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 Сосіди Сергія Володимировича, 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 у задачах дослідження відмічено проведення теоретичних і експериментальних досліджень та перевірку адекватності математичної моделі впливу добавки етанолу на показники ефективності, економічності та екологічних показників двигуна з іскровим запалюванням системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів при живленні паливом з високим вмістом етанолу (50% та 75%). Разом з тим, предметом **дослідження** є визначення доцільного значення добавки етанолу для поліпшення індикаторних, ефективних та екологічних показників роботи двигуна внутрішнього згорання з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів, що дещо протирічать задачам дослідження.

У **першому розділі**, висновок 1.3 відмічається, що використання палива з додаванням етанолу зменшує кількість CO та CH у відпрацьованих газах, але збільшується кількість NOx. Має місце незначне збільшення потужності та крутного моменту при додаванні етанолу в паливі в кількості до 20%, але при цьому зростає годинна витрата палива внаслідок меншої нижчої теплоти згорання сумішевого палива. Потребує пояснення збільшення потужності і крутного моменту. Крім того, перший розділ перенасичений аналізом різних видів альтернативних палив, які в подальшій роботі не використовуються.

У **другому розділі**, присвяченому теоретичному дослідженню управління подачею спиртовмісного палива у ДВЗ та математичному моделюванню робочого процесу двигуна, який живиться спиртовмісними паливами, необхідно чітко розділити власні і запозичені формули.

У **третьому розділі**, с. 100, відмічено, що метою дослідження є визначення серії навантажувальних характеристик двигуна при частотах обертання колінчастого валу 2400 хв⁻¹ (займає найбільшу частку в експлуатаційних режимах) та 3800 хв⁻¹ (відповідає максимальному крутному моменту за зовнішньою швидкісною характеристикою) при роботі на бензині, суміші E50 та E75. Потребують уточнення чому саме ці режими.

На с. 124 відмічено, що потужність двигуна при повному відкритті дросельної заслінки при використанні бензину складає 49,15 кВт, що більше на 3,06% ніж при живленні двигуном паливом E50 та E75 (47,69 кВт), що свідчить

про незначну втрату потужності двигуном якщо він працює на етаноловмісному паливі. Разом з тим, у висновку 1.3 відмічено «Має місце незначне збільшення потужності та крутного моменту при додаванні етанолу в паливну в кількості до 20%, але при цьому зростає годинна витрата палива внаслідок меншої нижчої теплоти згорання сумішевого палива». Цікаво було знайти таке паливо, при якому потужність і крутний момент залишалися б незмінними

У четвертому розділі, рис. 4.13 «Порівняння значень дійсного коефіцієнту корекції часу впорскування палива E75 із заданим системою управління: а – при частоті 2400 хв^{-1} ; б – при частоті 3800 хв^{-1} » потребує пояснення такого характеру експериментальних даних.

С. 151 Як видно з рис. 4.39, граничний вміст етанолу, який забезпечить збереження можливості регулювання складу суміші, складає до 70%. Це суперечить даним на с. 196, де вказано «...враховуючи, що вміст етанолу у паливі понад 50 % призводить до збіднення паливоповітряної суміші, що спричиняє погіршення нейтралізації СН та NOx, доцільно обмежити максимальний вміст етанолу в паливі на рівні 50 % за умови використання такого палива у двигунах з можливістю корекції складу паливоповітряної суміші за даними λ -зонда у випускній системі»

Рисунок 5.2 – Порівняння змодельованої та отриманої експериментально ефективної потужності...., рисунок 5.3 – Порівняння змодельованого та отриманого експериментально крутного моменту....розбіжність між даними значно ширша. Крім того, не зрозуміло перебіг графіків на рис. 5.5 і 5.12.

Щодо наукової новизни і висновків дисертації.

На мій погляд, у пункті «вперше» можна об'єднати два підпункти в один без втрати суті. Це ж стосується і пунктів «удосконалено» і «дістали подальшого розвитку».

Потребують і більшої конкретики висновки дисертації. Так у п.2 відмічено, що величину максимальної добавки етанолу для двигунів внутрішнього згорання з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів, яка не повинна перевищувати **60 % по масі** для забезпечення ефективної роботи каталітичного нейтралізатора, а у п. 5 «...має становити до **70 %** за масою палива», а на с. 196 «...доцільно обмежити максимальний вміст етанолу в паливі на рівні **50 %** за умови використання такого палива у двигунах з можливістю корекції складу паливоповітряної суміші за даними λ -зонда у випускній системі».

На мій погляд, робота значно виграла б за умови, що режими роботи двигуна визначались би режимами роботи автомобіля.

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 *Сосіда Сергія Володимировича* «Поліпшення паливної економічності двигуна з іскровим запалюванням при використанні спиртовмісної добавки до бензину» є

самостійно виконаною, завершеною науково-дослідною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують конкретну науково-практичну задачу поліпшення паливної економічності і екологічності бензинових двигунів з іскровим запалюванням за рахунок раціональної добавки етанолу як добавки до палива.

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 принципів 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, **Сосіда Сергій Володимирович**, 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

