

ВІДГУК

Кузьменка Анатолія Петровича

офіційного опонента, кандидат технічних наук, доцента кафедри двигунів внутрішнього згоряння, Харківського національного автомобільно-дорожнього університету на дисертаційну роботу

Сосіди Сергія Володимировича

на тему: «Поліпшення паливної економічності двигуна з іскровим запалюванням при використанні спиртовмісної добавки до бензину» поданої на здобуття ступеня доктора філософії у галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування»

Актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами

Незважаючи на стрімке зростання кількості електромобілів, основним джерелом енергії на транспорті продовжують залишатися двигуни внутрішнього згоряння, як з іскровим запалюванням так і з запалюванням від стиску. Паливами для таких двигунів найчастіше слугують викопні палива нафтового походження, які є непоновлюваними та вичерпують свій ресурс, що суттєво впливає на їх вартість. Для вирішення даної проблеми слід приділити увагу альтернативним паливам та енергозберігаючим технологіям.

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 можна використовувати як добавку до бензину для живлення двигунів внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням без змін самої конструкції. Використання етанолу як добавки до палива призводить до зменшення викидів забруднюючих речовин у відпрацьованих газах, що в свою чергу чинить позитивний вплив на стан екології в цілому.

У даній роботі автор приділив увагу визначенню доцільного співвідношення етанолу у суміші з бензином для покращення економічних та екологічних показників малолітражних двигунів внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, обладнаних електронною системою керування та системою нейтралізації відпрацьованих газів. Це є актуальною задачею, адже використання палив невідповідного складу в таких двигунах призводить до неналежної роботи системи нейтралізації а також до виходу її із ладу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Робота виконана згідно плану наукових робіт НТУ на 2019-2021 р.р. за темою «Зниження витрати палива і шкідливих викидів двигунами дорожніх транспортних засобів оптимізацією конструктивних і експлуатаційних факторів» державна реєстрація № 0119U100692, на 2022-2024 р.р. за темою «Поліпшення екологічних показників та паливної економічності двигунів транспортних засобів удосконаленням систем та використанням альтернативних палив» державна реєстрація № 0122U000514, на 2022-2024 р.р. за темою «Підвищення енергетичної ефективності та екологічності автомобільного транспорту використанням активуючих добавок та альтернативних палив з відновлюваної сировини» державна реєстрація № 0122U001201 та плану науково-дослідницького



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».

Ступінь обґрунтованості наукових положень, результатів, висновків, що сформульовано у дисертації

Автор розглядає актуальне питання, а саме поліпшення паливної економічності двигунів з іскровим запалюванням при використанні альтернативного спиртового палива, яке використовують у суміші з бензином.

Для досягнення поставленої мети автором проведено аналіз попередніх робіт, які проводились за цим напрямком як в Україні так і за кордоном.

В роботі має місце чіткий взаємозв'язок теоретичної, дослідницької й аналітичної частин дисертації.

Математичні моделі для теоретичних досліджень створені з використанням сучасного математичного апарату та базуються на апробованих емпіричних та фундаментальних теоретичних положеннях термодинаміки, газодинаміки та інших областей науки.

Всі теоретичні положення й висновки підкріплені результатами експериментальних досліджень шляхом моторних випробувань різної частки добавки етанолу в паливі для двигунів внутрішнього згорання з іскровим запалюванням, що використовують мікропроцесорне керування та обладнані системою каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів.

Для кожного з розділів сформульовано логічні висновки, в яких висвітлено основні положення. У загальних висновках автором наведені найбільш значимі результати роботи, вони є змістовними, подані послідовно і характеризують практичну цінність роботи.

Додатковим підтвердженням обґрунтованості положень та висновків роботи є те, що результати роботи неодноразово докладалися на міжнародних наукових конференціях різного рівня та отримали позитивну оцінку науковців та фахівців в галузі двигунобудування.

Таким чином можна вважати, що результати дисертаційної роботи, висновки та рекомендації є достатньо обґрунтованими та такими що не викликають сумніву.

Основні положення, що визначають наукову новизну дисертаційної роботи, полягають у наступному:

Вперше:

- запропонована методика теоретичного обґрунтування величини максимальної добавки етанолу для двигунів внутрішнього згорання з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів при якій зберігається достатня ефективність нейтралізації у відпрацьованих газах;

- 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.

Удосконалено:

- закономірності зміни параметрів робочого тіла під час процесів робочого циклу двигуна внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів;

- 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%.

Дістали подальшого розвитку:

- Методика 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%;

- 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%.

Значення отриманих результатів для теорії і практики

Практичну цінність становить:

- 1) Експериментальні залежності зміни паливної економічності, показників ефективності та екологічності від величини добавки етанолу до палива.

- 2) Поліноміальні залежності, що дозволяють визначити вплив добавки етанолу на показники екологічності двигуна, кута випередження запалювання, моменту механічних втрат, тривалості згоряння та показника характеру згоряння.

Результати дисертаційного дослідження отримали належне впровадження в 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.

Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях

Основні положення та наукові результати дисертації достатньо повно висвітлені у 15 наукових працях, з яких одна у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз, три у фахових виданнях України, десять тез доповідей та матеріалів конференцій та одному свідоцтві про реєстрацію авторського права. Апробація матеріалів дисертації здійснена на багатьох наукових конференціях, у тому числі й міжнародних, де отримали позитивну оцінку фахівців.

В цілому, рівень і кількість публікацій, а також апробації матеріалів дисертації на конференціях досить повно відображають зміст та результати дисертаційної роботи, відповідають вимогам, які ставляться до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Структура та обсяг дисертації

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, додатків.

Загальний обсяг дисертації становить 240 сторінок, включаючи 173 сторінки основного тексту, 147 рисунків, 100 використаних джерела та 5 додатків.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і задачі досліджень, викладено новизну і практичну цінність дисертаційної роботи.

Наведено інформацію про апробацію, публікацію результатів дослідження та впровадження в практику.

У *першому розділі* виконаний аналіз існуючих альтернативних палив, та аналіз використання етанолу в якості добавки до традиційного палива до 40% та обґрунтовано доцільність проведення досліджень для визначення ефективності застосування паливних сумішей з вмістом етанолу понад 40%.

У *другому розділі* за допомогою розрахункового дослідження визначено межі частки етанолу в паливній суміші для забезпечення ефективної роботи каталітичного нейтралізатора сучасного двигуна. Проведено розрахункове дослідження впливу добавки етанолу на фізико-хімічні властивості сумішевого палива. Попередньо експериментально оцінено можливість системи подачі палива корегувати параметри впорскування при використанні палива з високим вмістом етанолу. Описано математичну модель робочого процесу двигуна внутрішнього згорання уточнену здобувачем, за допомогою якої можна визначати параметри і склад робочого тіла в циліндрі по куту повороту кривошипа, що дозволяє розрахувати показники робочого процесу циліндра, а також вплив зміни складу і параметрів робочого тіла, на показники робочих процесів двигуна.

У *третьому розділі* здійснено вибір методики проведення експериментальних досліджень та методику обробки експериментальних індикаторних діаграм, які дозволяють комплексно оцінити вплив використання спиртовмісного палива при великих концентраціях етанолу.

У *четвертому розділі* наведено результати експериментальних стендових досліджень паливної економічності і викидів забруднюючих речовин, порівняно результати попереднього теоретичного дослідження та результатів експерименту. Проаналізовано індикаторні діаграми отримані експериментальним шляхом. Визначено поліноміальні залежності параметрів двигуна в основних режимах роботи при живленні паливами з різним вмістом етанолу.

У *п'ятому розділі* перевірено адекватність математичної моделі шляхом порівняння результатів моделювання та експерименту, проведені розрахункові дослідження робочого процесу двигуна для оцінки впливу високого вмісту етанолу на індикаторні показники двигуна і встановлено оптимальний вміст етанолу, який забезпечує ефективну роботу системи нейтралізації відпрацьованих газів.

У *додатках* наведено свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір, алгоритм опрацювання індикаторних діаграм, особливості математичної моделі, довідка про використання результатів дисертаційної роботи, список публікацій здобувача.

Дискусійні положення та зауваження по дисертації

1. У вступі у науковій новизні одержаних результатів «запропонована методика теоретичного обґрунтування величини максимальної добавки етанолу для двигунів внутрішнього згорання з іскровим запалюванням, системою впорскування зі зворотнім зв'язком та каталітичною нейтралізацією відпрацьованих газів при якій зберігається достатня ефективність нейтралізації ЗР у ВГ». Чи можливо застосувати дану методику для всіх двигунів даного класу? Чи все ж слід ввести певні межі за ознаками об'єму, або особливостей реалізації паливної системи?
2. Не зрозумілі позначення або виконані іноземною мовою на певних рисунках в роботі, (рис 1.2, 1.3, 1.5, 1.6... та інші), також відсутні посилання по тексту на ці рисунки, що ускладнює швидке усвідомлення їх значення. На деяких рисунках (зокрема рисунок 3.10) відсутні підписи осей, що ускладнює розуміння представленого.
3. На с. 56 сказано «У двигунах де система живлення передбачає форсунки для впорскування палива, паливо розпилюється, в залежності від особливості системи, або у впускний колектор або безпосередньо до циліндрів.» тут доречніше сказати «У двигунах з інжекторними системами паливоподачі можливо реалізувати як зовнішнє так і внутрішнє сумішоутворення», адже дана класифікація є цілком визначеною і не потребує роз'яснення.
4. На с. 56 автор пише «Потрапляючи у середовище з високою температурою воно випаровується, що сприяє більш повному змішуванню вже палива у формі газу з повітрям та як наслідок збільшується наповнення циліндрів свіжим зарядом» Чи дійсно випаруване паливо буде сприяти більшому наповненню циліндру?
5. На с. 59 сказано «Обмеження максимальної тривалості впорскування слугує тривалість робочого циклу». Дійсно таке обмеження має місце – це факт. Але тенденція розвитку систем впорскування палива завжди йшла на скорочення тривалості процесу впорскування. Це дуже грубий підхід. Адже у випадку досягнення максимуму ми отримуємо статично відкриту форсунку, яка фактично не дає суттєвої переваги в порівнянні з карбюратором. В даному випадку доцільно обмежувати тривалість впорскування тривалістю процесу впуску що приблизно відповідає 200 град. п.к.в.
6. Формула 2.7 наведена для дизельного палива, хоча по тексту вказано – для бензину.
7. На с. 62 «В експериментальному дослідженні в якості палива використовувався бензин з вмістом етанолу 50, 75, 90% та 100% етанол. Дослід проводили на двигуні VW BBU в режимі підтримання мінімальної частоти обертання колінчатого валу **без навантаження**» Яка мета проведення випробувань без навантаження.
8. Висновком до другого розділу встановлено «При попередньому експериментальному дослідженні встановлено максимальний ступінь корекції паливоподачі двигуном зі зворотнім зв'язком. Встановлено, що система управління двигуном, без внесення змін, забезпечує роботу двигуна навіть при використанні в якості палива суміш бензину з вмістом етанолу до 75%», доцільно було б уточнити для якого саме двигуна зроблено такий висновок та з яким

блоком керування. Бо в іншій комбінації ми можемо отримати взагалі непередбачуваний результат.

9. При дослідженні індикаторних показників експериментальним методом недостатню увагу приділено кількості індикаторних діаграм які обирались для аналізу, що вплинуло на похибку при визначенні індикаторних показників в подальшому. Робота значно б виграла, якщо для аналізу індикаторних показників обиралось більше індикаторних діаграм.

10. На с. 178 сказано «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. Які саме параметри палива маються на увазі?

11. В роботі має місце певна кількість граматичних, орфографічних і технічних помилок.

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

Висновок

Аналіз дисертації Сосіди Сергія Володимировича на тему: «Поліпшення паливної економічності двигуна з іскровим запалюванням при використанні спиртовмісної добавки до бензину» дає підстави зробити висновок, що робота за своїм змістом, науковою новизною та практичною цінністю результатів дослідження є завершеною науковою працею і відповідає вимогам п. 6-9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії». Тому, її автор Сосіда Сергій Володимирович, заслуговує присвоєння ступеня доктора філософії у галузі знань за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування».

Офіційний опонент –
кандидат технічних наук,
доцент кафедри двигунів
внутрішнього згоряння,
Харківського національного
автомобільно-дорожнього
університету



Анатолій КУЗЬМЕНКО

Підпис доцента кафедри „Двигунів внутрішнього згоряння”, к.т.н., доцента Кузьменка А.П. засвідчую:

Вчений секретар ХНАДУ,
к.і.н., доц.



Людмила ПРИЛУЦЬКА