

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Паніна Миколи Ігоровича

на тему «Поліпшення показників сучасного бензинового двигуна при використанні зрідженого нафтового газу добавкою водневмісного газу до повітряного заряду»,

поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 142 – Енергетичне машинобудування
Галузь знань: 14 - Електрична інженерія

Актуальність теми дослідження

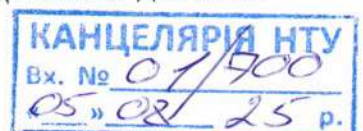
Двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) будуть ще довго широко використовуватись як джерела енергії в найближчому майбутньому. Пояснюється це тим, що ДВЗ за роки свого існування доведені до такого рівня досконалості, що ніякі інші відомі джерела енергії не можуть порівнятись з ними за основними показниками.

Відомо, що ДВЗ є основними споживачами палив нафтового походження та одними з основних джерел забруднення навколишнього середовища. На легкових автомобілях переважно встановлюють двигуни з іскровим запалюванням, паливом для яких є бензин. Кількість таких автомобілів постійно зростає, що зумовлює необхідність розширення їх паливної бази, зокрема використанням альтернативних джерел енергії.

Найбільш поширеним альтернативним паливом в Україні для двигунів з іскровим запалюванням, є зріджений нафтовий газ (ЗНГ), який є супутнім продуктом при видобутку й переробці нафти.

ЗНГ є сумішшю газів пропану і бутану. Використання ЗНГ як палива для автомобільного транспорту в Україні дуже стрімко зростає, оскільки це паливо має низку переваг в порівнянні з іншими альтернативними паливами: нижча вартість; простота встановлення газобалонного обладнання без значних конструкційних змін автомобіля і двигуна; покращення екологічних показників при експлуатації транспортних засобів. До найбільш вагомих недоліків ЗНГ при використанні в якості палива можна віднести підвищення об'ємної витрати палива в порівнянні з бензином (на 10-15 %).

Можливим шляхом поліпшення паливної економічності та екологічних показників ДВЗ за роботи на ЗНГ є використання добавок до повітряного заряду, які пришвидшують процес згорання. До таких добавок



відноситься водневмісний газ. Він складається з молекул і атомів водню і кисню. Перспективність даного шляху пояснюється відсутністю потреби у зміні конструкції двигуна і легкістю реалізації в умовах експлуатації.

Тому актуальність дисертаційного дослідження обумовлена необхідністю визначення шляхів раціонального використання водневмісного газу як добавки до повітряного заряду двигуна з іскровим запалюванням.

Дисертаційна робота Паніна Миколи Ігоровича виконана на кафедрі «Двигуни і теплотехніка» згідно плану наукових робіт НТУ на 2022-2024 р.р. за темами «Підвищення енергетичної ефективності та екологічності автомобільного транспорту використанням активуючих добавок та альтернативних палив з відновлюваної сировини» (державний реєстраційний номер № 0122U001201) та «Поліпшення екологічних показників та паливної економічності двигунів транспортних засобів удосконалення систем та використанням альтернативних палив» (державний реєстраційний номер 0122U000514).

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій.

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів які поєднані одною темою, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 190 сторінок, включаючи 131 сторінку основного тексту, 21 таблицю та 64 рисунків, 120 використаних джерела та 6 додатків. Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

У **вступі** обґрунтовано актуальність дослідження, наведено зв'язок роботи з науково-дослідною тематикою кафедри, визначено мету і завдання дослідження. Сформульовано наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, визначено особистий внесок здобувача. Наведено відомості про опублікування результатів дослідження та їх апробацію.

У **першому розділі** «Передумови до використання добавки водневмісного газу до повітряного заряду для поліпшення показників двигунів з іскровим запалюванням, що працюють на ЗНГ» автором, відповідно до аналізу альтернативних моторних палив обґрунтовано, що зріджений нафтовий газ є перспективним моторним паливом, яке широко використовують в транспортних ДВЗ. Також показано, що добавка

водневмісного газу позитивно впливає на показники двигунів різних типів за роботи на бензині і ЗНГ. Обґрунтовано необхідність проведення досліджень роботи двигуна з іскровим запалюванням на ЗНГ, при використанні добавки водневмісного газу H_2/O_2 .

Другий розділ «Попередні теоретичні дослідження процесу згорання зрідженого нафтового газу та впливу добавки водневмісного газу на сумішоутворення в двигуні з іскровим запалюванням» присвячено дослідженню впливу добавки водневмісного газу H_2/O_2 до повітряного заряду двигуна з іскровим запалюванням за роботи на ЗНГ. Визначено, що добавка водневмісного газу H_2/O_2 до повітряного заряду двигуна позитивно впливає на процес згорання.

Третій розділ «Уточнення математичної моделі руху автомобіля за режимами їздового циклу для дослідження впливу добавки водневмісного газу на показники роботи автомобіля» присвячено уточненню математичної моделі руху автомобіля за режимами Європейського їздового циклу з урахуванням величини добавки водневмісного газу до повітряного заряду двигуна за роботи на бензині та зрідженому нафтовому газі.

У **четвертому розділі** «Мета, програма, методика та результати експериментальних досліджень двигуна за роботи з добавкою водневмісного газу» розроблено методику проведення експериментальних досліджень впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники двигуна. Встановлено, що добавка водневмісного газу позитивно впливає на паливну економічність та екологічні показники двигуна в режимах малих навантажень і холостого ходу та приводить до зменшення концентрацій продуктів неповного згорання у відпрацьованих газах двигунів з іскровим запалюванням. Наведено результати стендових досліджень проведених методом факторного експерименту. Встановлено величину оптимальної добавки водневмісного газу для двигуна за роботи на бензині і на ЗНГ.

В **п'ятому розділі** «Результати експериментальних і розрахункових досліджень впливу добавки водневмісного газу на показники роботи бензинових двигунів» проведені експериментальні дослідження методом трифакторного експерименту для отримання поліноміальних залежностей, що описують двигун автомобіля, як споживача палива, повітря та джерело викидів шкідливих речовин. Проведені розрахункові дослідження за поліноміальними залежностями для оцінки впливу добавки водневмісного

газу на паливо-економічні та енергетичні показники бензинового двигуна в різних швидкісних і навантажувальних режимах. Уточнено математичну модель руху автомобіля за режимами Європейського їздового циклу за роботи двигуна на різних видах палива з добавкою водневмісного газу та доведена її адекватність. Встановлено, що за роботи двигуна на ЗНГ з добавкою водневмісного газу спостерігається зростання ефективного к.к.д. в середньому на 3.8 %, а сумарні масові викиди забруднюючих речовин при застосуванні нейтралізатора – зменшуються в середньому на 5.6 %.

У **висновках** дисертаційного дослідження міститься 10 пунктів. Всі вони повною мірою освітлюють матеріали дисертації та вірно відображають наукові результати досліджень, узагальнюють наукову новизну роботи та містять практичні рекомендації до застосування отриманих результатів у практиці розширення паливної бази двигунів з іскровим запалюванням що свідчить про сформованість дисертанта як науковця.

Наукова новизна і практичне значення отриманих результатів.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у наступному:

1. Теоретичними дослідженнями встановили, що добавка водневмісного газу впливає на показники процесу сумішоутворення за роботи двигуна на бензині і ЗНГ, зокрема теоретично необхідна кількість повітря для згорання палива і коефіцієнт надміру повітря зменшуються по мірі додавання водневмісного газу, відношення Н/С зростає, що свідчить про позитивний вплив на процес згорання отриманої суміші.

2. Індицируванням встановлено що добавка водневмісного газу до повітряного заряду двигуна з іскровим запалюванням інтенсифікує процес згорання, швидкість згорання зростає, тривалість процесу згорання зменшується за роботи на бензині і ЗНГ і як результат поліпшуються індикаторні показники двигуна.

3. Для більш точної оцінки ефективності використання добавки водневмісного газу до повітряного заряду запропонували визначати питому ефективну витрату палива в тепловому еквіваленті, враховуючи годинні масові витрати палива, водневмісного газу, їх нижчу теплоту згорання та потужність, яку при цьому розвиває двигун.

Практичне значення одержаних результатів складають:

- методика порівняння показників автомобіля за роботи на різних паливах з добавкою водневмісного газу.

- розраховані витрати бензину і ЗНГ в русі автомобіля за режимами Європейського міського їздового циклу.

- експериментальні дані впливу виду палива і добавки водневмісного газу на параметри робочого процесу.

- методика розрахунку впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду двигуна з іскровим запалюванням в тепловому еквіваленті за роботи на різних паливах та результати досліджень.

- величини масових викидів забруднюючих речовин в ВГ за роботи двигуна на різних паливах з добавкою водневмісного газу.

Повнота викладення результатів в опублікованих працях.
Основні наукові результати дисертації опубліковано у 4 наукових працях, 10 тезах наукових конференцій та у двох свідоцтвах на інтелектуальну власність.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

У дисертаційній роботі Паніна Миколи Ігоровича «Поліпшення показників сучасного бензинового двигуна при використанні зрідженого нафтового газу добавкою водневмісного газу до повітряного заряду» ознак академічного плагіату не виявлено. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації:

Оцінюючи зміст представленої до захисту дисертаційної роботи Паніна Миколи Ігоровича, новизну представлених теоретичних та експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень, хочу зробити окремі зауваження на дискусійні положення дисертаційної роботи, на які треба звернути увагу, а саме:

1. Неправильно налаштовані заголовки розділів, таким чином на кожний заголовок розділу у автоматичному змісті з'являються дві строчки з одною і тою же сторінкою.

2. Що мається на увазі в завданні 7 «в режимі холостого ходу» 32с. При мінімальній частоті обертання холостого ходу, або характеристика холостого ходу від частоти обертання.

3. По тексту зустрічаються розбіжності у формулюванні терміну Індиціювання - Індицирування. Доцільно було б визначитись з єдиною назвою. На мою думку термін «індицирування» більш коректний.

4. В списку використаних джерел зустрічаються пункти які не використовуються в тексті: наприклад [29].
5. Зустрічаються порушення нумерації посилань на список використаних джерел. Наприклад посилання на роботу 93 не містить досліджень, які описуються в тексті 58с. Вірогідно посилання було на інше джерело.
6. Не зрозуміло як було знайдено момент інерції двигуна I_d . Посилання на 93 джерело не дає роз'яснень.
7. Результати експериментальних досліджень за двофакторним експериментом представлені тільки у вигляді табл. 121с. Графічне зображення було б більш наглядним.
8. В пункті 5.5 не вистачає графічної залежності ефективного к.к.д. двигуна з іскровим запалюванням за роботи на зрідженому нафтовому газі з добавкою водневмісного газу так як це є ключовим моментом пункту.
9. В тексті відсутні посилання на додатки В, Г, І, Д.
10. Не представлений додаток з комп'ютерною програмою уточненої математичної моделі руху автомобіля за Європейським їздовим циклом.
11. Загальні висновки сильно розтягнуті - розташовані на 5 стор.
12. Текст не достатньо якісно сформований згідно вимог оформлення дисертаційних робіт: зустрічаються орфографічні та технічні помилки; в змісті і в тексті відсутня назва пункту 3.2; порушена нумерація у висновках до розділів 2, 4, 5; відрив назви пункту від тексту на наступній сторінці, пп. 3.3.4; рис. 2.1 не помістився на одну сторінку 62с.; нема відступу нового підзаголовку від попереднього тексту. 84, 88, 108с. і далі; зустрічаються порушення відображення символів внаслідок невідповідності шрифту 83с.; переноси таблиць на наступну сторінку без оформлення 96с. 103с. 107с. 119с. 121с. і далі; розрив назви таблиці і самої таблиці на наступну сторінку 131с.; перенос назви рисунку на наступну сторінку 48с. 104с. 109с. і далі; перенос залишку абзацу на наступну сторінку 98с. 100с.; розрив частини позначення показника (тобто розмірності) на наступний рядок стор. 117с.; нема відступу тексту від рисунків 48с. 112с.; нема відступу між назвою таблиці і текстом; заголовки таблиць повинні однаково налаштовуватись і виділятись жирним шрифтом 48с. 128с.; неправильне вирівнювання формул з нумерацією в рядку – треба по правому краю 79-93с. 128с.; пояснення до формул повинні бути кожне з нового рядку 69с.; Орієнтація тексту повинна бути «за шириною» 50с., 53с. 114с;

Наведені зауваження по роботі не зменшують значимості отриманих наукових і практичних результатів дослідження, тому не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про відповідність дисертації вимогам МОН України.

На основі проведеного аналізу вважаю, що дисертаційна робота Паніна Миколи Ігоровича на тему «Поліпшення показників сучасного бензинового двигуна при використанні зрідженого нафтового газу добавкою водневмісного газу до повітряного заряду» відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами внесеними від 31.05.2019 р.) щодо оформлення і змісту.

Зважаючи на актуальність отриманих наукових результатів, та використаних сучасних методів наукових досліджень, дисертаційна робота та публікації здобувача відповідають вимогам 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 № 44 від 12 січня 2022 р.

В цілому робота є завершеною науковою працею, теоретичні та експериментальні дослідження проведені на високому науковому та технічному рівні. Вважаю, що Панін Микола Ігорович заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю за спеціальністю 142 – Енергетичне машинобудування, галузь знань: 14 - Електрична інженерія.

Рецензент,

доцент кафедри двигунів і теплотехніки

Національного транспортного університету,

кандидат технічних наук, доцент

Олександр СИРОТА

