

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Шуби Євгенія Васильовича на тему «Зниження токсичності та поліпшення паливної економічності бензинових двигунів в режимах малих навантажень і холостого ходу», яку представлено на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки

Актуальність теми

Основними джерелами енергії для автомобілів є поршневі ДВЗ. Одними з найважливіших їх показників є паливна економічність та екологічні показники. Враховуючи постійно зростаючі вимоги екологічних норм до викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигунів транспортних засобів дуже актуальним є пошук шляхів, що дозволять поліпшити екологічні показники автомобільних двигунів. Не менш важливою задачею є запровадження заходів, що зменшують витрату палив нафтового походження.

Дисертаційна робота на тему «Зниження токсичності та поліпшення паливної економічності бензинових двигунів в режимах малих навантажень і холостого ходу», що розглядається, присвячена дослідженню впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники бензинових двигунів з різними системами живлення. Використання добавки водневмісного газу дозволяє поліпшити показники автомобільних двигунів, що перебувають в експлуатації, а тому актуальність дисертаційного дослідження не викликає сумніву.

Тема роботи відповідає напряму «Технології використання нових видів палива, ...відновлюваних та альтернативних джерел енергії», який постановою Кабінету Міністрів України від 07.09.2011 № 942 визнано пріоритетним тематичним напрямом наукових досліджень і науково-технічних розробок.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і пріоритетними напрямками наукових досліджень

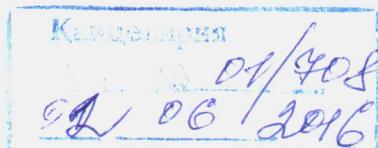
Підтвердженням актуальності дисертаційної роботи є також те, що її було виконано згідно з планами наукових робіт Національного транспортного університету:

- на 2013 - 2015 рр. за темою «Використання альтернативних палив та удосконалення систем регулювання та живлення двигунів колісних транспортних засобів», державна реєстрація № 0112U008409, інвентарні номери 0213U008208 та 0214U008214;

- на 2015 - 2016 рр. за держбюджетною темою «Поліпшення паливної економічності та екологічних показників двигунів автомобілів добавкою водневмісного газу до повітряного заряду”, державна реєстрація № 0115U002291, інвентарний номер 0215U002517.

Структура, зміст, методологія та оформлення дисертації

Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, додатків і списку використаних джерел. Структура роботи та викладення матеріалу є традиційним для робіт з технічних спеціальностей.



Загальний обсяг дисертації становить 211 сторінок, 22 таблиці, 79 рисунків, 4 додатки та список використаних джерел із 119 найменувань.

У **вступі** подано актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, формулюється мета роботи і задачі досліджень, викладені наукова новизна одержаних результатів і практична цінність дисертаційної роботи.

У **першому розділі** подано основні передумови на шляху розв'язання проблеми, виконано аналіз літературних джерел, висвітлено роботи попередників щодо поліпшення екологічних та паливо-економічних показників автомобілів в умовах експлуатації, виявлено питання, які залишились невирішеними і визначено своє місце у розв'язанні завдання.

У **другому розділі** проведено аналіз досліджень особливостей робочого процесу двигунів з іскровим запалюванням в режимах малих навантажень і холостого ходу. Визначені основні причини погіршення їх робочих показників. Встановлено, що в режимах малих навантажень і холостого ходу погіршення процесу згоряння в двигуні призводить до підвищення витрати палива і збільшення викидів продуктів неповного згоряння.

Проведено аналіз фізико-хімічних властивостей водневмісного газу, отримуваного електролізом водних розчинів лугів. Основними його компонентами є водень і кисень, масові частки яких 0,111 та 0,889 відповідно. Швидкість згоряння цього газу є значно вищою за швидкість згоряння бензину, що дозволяє використовувати його для інтенсифікації процесу згоряння в бензинових двигунах.

Визначено вплив добавки водневмісного газу на склад паливоповітряної суміші бензинового двигуна. Встановлено, що добавка водневмісного газу приводить до незначного збагачення паливоповітряної суміші.

У **третьому розділі** представлена уточнена методика розрахунку робочого процесу двигуна з іскровим запалюванням за роботи на бензині та на бензині з добавкою водневмісного газу. В даній роботі використана відома методика, яка дозволяє на основі отриманих експериментальних індикаторних діаграм за допомогою напівемпіричних залежностей розрахувати показники робочого процесу. Уточнення методики включає зміни складу паливоповітряної суміші та нижчої теплоти згоряння, що мають місце при добавці водневмісного газу.

У **четвертому розділі** наведено мету, задачі, програму, прилади і обладнання, об'єкти та результати експериментальних досліджень двигунів з різними системами живлення за роботи на бензині та на бензині з різними за величиною добавками водневмісного газу до повітряного заряду. Визначено ефективність роботи трикомпонентних каталітичних нейтралізаторів встановлених у випускній системі бензинових двигунів з різними системами живлення за роботи на бензині і на бензині з добавкою водневмісного газу. Проведено індіцирування робочого процесу бензинового двигуна в режимі так званої середньої точки Європейського їздового міського циклу за роботи на бензині і на бензині з добавкою водневмісного газу до повітряного заряду.

У п'ятому розділі наведено поліноміальні залежності, які описують енергетичні та паливно-економічні показники роботи двигуна 4Ч 7,2/6,7 (МеМЗ-245) за роботи на бензині та на бензині з добавкою водневмісного газу до повітряного заряду. Адекватність отриманих поліноміальних залежностей підтверджена перевіркою за критерієм Фішера. Розраховано масові викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигунів за роботи на бензині та на бензині з різними за величиною добавками водневмісного газу. За уточненою методикою розрахунку робочого процесу двигуна з використанням експериментальних індикаторних діаграм розраховано процес згоряння за роботи на бензині та на бензині з добавкою водневмісного газу. Встановлено, що добавка водневмісного газу приводить до зменшення тривалості процесу згоряння, підвищення максимальної температури циклу в циліндрі двигуна, поліпшення індикаторних показників бензинового двигуна. Розраховані похибки, що мали місце при визначенні основних показників роботи двигунів. Отримані значення похибок дозволяють стверджувати про достовірність отриманих результатів експериментальних і розрахункових досліджень.

Чотири додатки доповнюють основний зміст дисертації, включають зразок протоколу випробувань двигуна в режимі холостого ходу за роботи на бензині та на бензині з добавкою водневмісного газу до повітряного заряду, фрагменти програми розрахунку робочого процесу бензинового двигуна за роботи на бензині та на бензині з добавкою водневмісного газу, довідки про використання результатів досліджень, отриманих у дисертаційній роботі, свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір.

Методологія дисертації сучасна, включає широке використання математичних методів, комп’ютерне моделювання та експериментальну перевірку основних положень. Дисертація написана професійною технічною мовою і за оформленням, у цілому, відповідає вимогам МОН України.

Автореферат відповідає змісту дисертації та досить повно відображає всі її розділи.

Наукова новизна

Наукова новизна роботи полягає у визначенні того, що добавка водневмісного газу:

- приводить до поліпшення паливної економічності бензинових двигунів з різними системами живлення в режимах малих навантажень і холостого ходу, зменшення сумарних масових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами в режимах холостого ходу та зменшення викидів продуктів неповного згоряння в навантажувальних режимах;

- не впливає на ефективність роботи каталітичного трикомпонентного нейтралізатора.

- інтенсифікує процес згоряння, при цьому скорочуються усі три фази згоряння та зменшується ступінь невідтворності послідовних робочих циклів, що позитивно впливає на індикаторні показники двигуна.

Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення одержаних результатів визначається:

- експериментальними залежностями зміни паливо-економічних, енергетичних та екологічних показників бензинових двигунів від величини добавки водневмісного газу;
- поліноміальними залежностями, що дозволяють визначити вплив добавки водневмісного газу на паливо-економічні та енергетичні показники двигуна в широких межах швидкісних і навантажувальних режимів;
- рекомендаціями щодо вибору доцільної величини добавки водневмісного газу в залежності від режиму роботи двигуна;
- методикою визначення економічного ефекту від добавки водневмісного газу з врахуванням витрат енергії на його отримання;
- методикою визначення впливу добавки водневмісного газу на склад паливоповітряної суміші;
- уточненою методикою розрахунку робочого процесу бензинового двигуна, що дозволяє дослідити особливості процесу згоряння в двигуні при використанні добавки водневмісного газу.

Результати досліджень прийняли до використання ДП «Харківське конструкторське бюро з двигунобудування», Інститут газу НАН України та ТОВ «Екотюнінг».

Достовірність і ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації

У висновках міститься 9 пунктів. Вони логічно витікають з матеріалів дисертації та адекватно відображають результати досліджень. Наукові положення дисертації базуються на методах теорії ДВЗ, методах математичного моделювання робочого процесу бензинового двигуна, на аналізі результатів раніше проведених досліджень, а також на результатах, особисто отриманих дисертантом.

Достовірність отриманих результатів забезпечена застосуванням сучасних методів теоретичних та експериментальних досліджень, використанням вимірюальної техніки задовільної точності. Підтвердженням достовірності результатів досліджень є достатній збіг розрахункових даних з експериментальними.

Публікації

За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 16 наукових праць, з яких 7 статей у фахових виданнях України, 2 статті в іноземному виданні, 5 тез наукових конференцій. Автором отримано 2 свідоцтва на інтелектуальну власність. Одна стаття видана одноосібно.

Публікації автора повною мірою висвітлюють основні отримані результати.

Дискусійні положення та зауваження

Поряд із загальною позитивною оцінкою результатів проведених досліджень, слід зазначити деякі дискусійні положення та зауваження:

1. Пунктом 3 програми експериментальних досліджень (с. 80) передбачено визначити характеристики двигунів за роботи з добавкою H_2/O_2 в так званій середній точці Європейського їздового циклу. Термін «середня точка Європейського їздового циклу» багаторазово застосовується у дисертації та авторефераті. Це поняття не унормовано ні Правилами ЄЕК ООН № 83, ні відповідними Директивами і Регламентами ЄС, однак його визначення у дисертації не надано.

У методиці експериментальних досліджень (с. 89) наведені результати розрахунків параметрів зазначененої середньої точки для різних двигунів, але не вказано алгоритм розрахунку і не обґрунтовано застосування саме цих режимів під час моторних випробувань.

2. Для генерації H_2/O_2 , що використовувався під час випробувань двигунів, застосовувалась електролізна газова установка «Ліга-02» (с. 99) із зовнішнім живленням змінним струмом 220 В та електролізер SuperKit10 (с. 98) із зовнішнім живленням постійним струмом 12 В. У методиці експериментальних досліджень зазначено, що при випробуваннях замірялись сила струму і напруга, необхідні для отримання певної кількості H_2/O_2 (с. 88), однак не вказано, які прилади, з якими метрологічними характеристиками застосовувались для цих вимірювань.

3. Економія палива під час випробувань двигунів, з урахуванням витрат електроенергії на отримання H_2/O_2 , визначалась розрахунково за формулами 4.2 та 4.3 (с. 88). Більш коректним було б визначати витрату і економію палива (з урахуванням витрат електроенергії) безпосередньо витратоміром палива, застосовуючи живлення електролізера від електрогенератора двигуна.

4. Згідно з результатами досліджень встановлено, що добавка H_2/O_2 дозволяє суттєво скоротити тривалість згоряння (с. 156, 172, 174). Зважаючи на це, було б доцільним більш детально дослідити вплив кута випередження запалювання на екологічні характеристики і паливну економічність двигунів при застосуванні добавки H_2/O_2 .

5. Подача H_2/O_2 в двигуни, що випробовували, здійснювалась через штуцери, встановлені у впускних трубопроводах, без застосування будь-яких змішуючих пристройів та сопел Вентурі (с. 82, 84, 86, рис. 4.2). З огляду на те, що густина водню у 14-16 разів менше за густину повітря і кисню, таке сумішеутворення несе ризик розшарування суміші повітря, кисню і водню та нерівномірної, за циліндрами двигуна, подачі водню.

Тобто, покращення сумішеутворення дає резерв поліпшення паливної економічності та екологічних показників двигунів при застосуванні добавок H_2/O_2 . Робота б виграла, якби були проведенні дослідження з різними способами сумішеутворення, зокрема, з розподіленою подачею водневмісного газу.

6. На окремих ділянках графічних залежностей (рис. 5.5 і 5.9) викиди NO_x та C_mH_n після нейтралізатора є більшими, ніж до нейтралізатора, що потребує пояснення.

7. При оформленні дисертації допущені окремі друкарські помилки і неточності: вісь абсцис швидкісних характеристик на рис. 5.8 позначена як « $H_2O_2, \%$ » замість « n, x^{-1} »; «підвищення» (с. 37); «розрахнку» (с. 78); «з'єднаний» (с. 105); «хімлюмінісцентний» замість «хемілюмінісцентний» (с. 107); «прведених» (с. 133). На рисунках застосовані різні позначення водневмісного газу - переважно « H_2/O_2 », на низці рисунків - « H_2O_2 » (рис. 4.22, 5.4, 5.5, 5.7, 5.9 - 5.11), на одному « HNO » (рис. 4.23). Відсутні позначення продовжень додатків.

Загальний висновок

За результатами аналізу дисертації в цілому можна визначити наступне:

1. Роботу присвячено вирішенню актуальної науково-практичної задачі дослідження можливості поліпшення паливної економічності та екологічних показників бензинових двигунів з різними системами живлення завдяки використанню добавки водневмісного газу для інтенсифікації процесу згоряння.

2. Дисертація є закінченою науковою працею, яка виконана з використанням сучасних методів досліджень, містить нові результати, впровадження яких направлене на вирішення актуальної науково-практичної задачі.

3. Автореферат і значне число публікацій достатньо повно відображають зміст та основні результати виконаних досліджень.

4. Зміст автореферату та дисертаційної роботи у цілому є ідентичними.

5. Зауваження по роботі, відзначені у відгуку, не ставлять під сумнів основні наукові положення та результати дослідження, які отримали достатню аprobaciju i vprovadzhennya.

Робота відповідає вимогам до кандидатських дисертацій згідно з Порядком присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 та вимогам МОН України, а її автор Шуба Євгеній Васильович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки.

Офіційний опонент,
завідувач лабораторії дослідження
використання палив та екології
ДП «ДержавтотрансНДІпроект»,
кандидат технічних наук

Підпис к т.н. Устименка В.С. засвідчує:

Завідувач відділом кадрів
ЛП «ДержавтотрансНДІпроект»

Денис В.С.Устименко

02.06.2016



Ю.В.Федоров

✓ 02-06-2016