

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, к.т.н., доцента Кравченка Сергія Сергійовича

на дисертаційну роботу Лал Аміра Гула

«Підвищення ефективності згоряння в опозитному двотактному двигуні з протилежним рухом поршнів»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 142 – Енергетичне машинобудування

Детальний аналіз дисертаційної роботи Лала Аміра Гула на тему «Підвищення ефективності згоряння в опозитному двотактному двигуні з протилежним рухом поршнів», що представлена для захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», дає змогу зробити комплексний висновок щодо її актуальності, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності та значущості отриманих результатів, наукової новизни, теоретичної та практичної цінності, надати загальну оцінку дисертації.

1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами

Модернізація енергетичних установок, що виробляються в Україні, є важливим заходом збереження енергонезалежності та двигунобудування країни. Серйозним аргументом також є зацікавленість провідних країн світу у модульних конструкціях двигунів з протилежним рухом поршнів та фінансування ними відповідних розробок. В той же час спостерігається зростання вимог до рівня питомої потужності енергетичних установок спеціального призначення. Спрямованість роботи на виявлення резервів для вдосконалення вітчизняних двигунів серії ТД, покращення тактико-технічних характеристик і створення концепції сумішоутворення та згоряння для дизелів з бічним розташуванням розпилювачів обумовлює актуальність теми.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Тема дисертації пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедри «Двигунів та гібридних енергетичних установок» НТУ «ХП», у яких здобувач брав безпосередньо участь:

1. «Забезпечення показників світового рівня і формування перспективних характеристик вітчизняних двигунів бронетехніки» (0119U002573), (2019 –2020р.);

2. «Науково-технічні рішення з комплексного підвищення показників надійності, потужності та економічності енергетичних установок бронетехніки» (0121U109545), (2021–2022 р.);

3. «Розробка і впровадження технічних рішень з підвищення енергетичної ефективності бронетехніки» (0123U101839) (2023 – 2024).

3. Наукова новизна одержаних результатів

Дисертація містить наукову новизну, з найбільш суттєвих складових роботи можна позначити:

- отримала подальший розвиток математична модель розвитку паливного струменя для двигунів із впорскуванням палива з периферії циліндру;

- удосконалена модель прогнозування траєкторії розпилення при бічному упорскуванні палива та високій швидкості тангенціального руху, що характерно для двигунів типу ТД.

На мою думку, робота дисертанта містить важливий внесок у відображенні процесів сумішоутворення у циліндрі двигуна.

4. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Дослідження має високу практичну цінність, оскільки на основі отриманих даних автор пропонує декілька варіантів форми камери згоряння для поршня ДВЗ конструктиву ТД з протилежним рухом поршнів. Результати роботи впроваджені в ДП «Завод імені Малишева» (м. Харків). Прогнозування та візуалізація траєкторії руху паливного струменя у циліндрі двигуна типу ТД сприяє більш повноцінному розумінню процесів сумішоутворення та їх оптимізації, що позитивно позначиться на

характеристиках розглянутих двигунів. Крім того, використання запропонованої математичної моделі дозволить скоротити кількість дослідних експериментів.

Результат виконання дослідження також пов'язаний із подальшим підвищенням технічного рівня і ефективності вітчизняної бронетехніки, забезпечують перспективні конкурентоспроможні її характеристики і показники, суттєво підвищує експлуатаційну швидкість руху бронетехніки в різних дорожньо-грунтових умовах, поліпшує динамічні і маневрові якості.

5. Повнота викладення матеріалів дисертації в наукових працях, які опубліковані автором. За результатами дослідження дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових праць, з них 5 у періодичних фахових виданнях України категорії "Б" та 10 наукових праць у матеріалах конференцій, які засвідчують апробацію дисертації. Зазначене вище дозволяє стверджувати, що представлена дисертаційна робота є самостійним, завершеним науковим дослідженням, результати якого мають значення для енергетичного машинобудування та двигунобудування.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

6. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Робота Лала А. Г. є завершеною науковою роботою, містить анотацію – українською та англійською мовами, вступ, 5 розділів, висновки, список використаних джерел і 3 додатки.

Дисертація присвячена визначенню перспективи підвищення ефективності згоряння вітчизняних двигунів серії ТД та оцінці ступеня впливу окремих конструкторських параметрів на якість сумішоутворення, а також встановлення методів забезпечення найліпших умов розпилювання палива в об'ємі камери згоряння.

Об'єктом дослідження є процеси сумішоутворення, особливо динаміка розвитку паливного струменя, та згоряння в складних умовах форсованого двотактного дизеля з протилежно рухомими поршнями. Також досліджуються фактори, що впливають на умови розпилення і повноту згоряння палива.

Робота пов'язана з удосконаленням сумішоутворення у двотактному двигуні з бічним упорскуванням палива, визначенням резервів по підвищенню ефективності згоряння задля подальшої модернізації та впровадження технічних рішень щодо підвищення енергетичних і економічних показників основної енергетичної установки вітчизняної бронетехніки. Згідно з поставленою метою проведено аналіз конструктивних особливостей як вітчизняних, так і закордонних конкурентних зразків. З огляду на тенденції розвитку визначені перспективні рівні форсування та рішення для їх здійснення. Так, у роботі значна увага приділяється перебігу згоряння та сумішоутворення, що складається з низки фізичних та хімічних процесів, а саме: впорскування палива, утворення суміші, розподілу паливного струменя, дрібності розпилення, випаровування і змішування, окислення і періоду затримки самозаймання. У роботі автор стверджує, що в дизелях з об'ємним сумішоутворенням паливний струмінь є основним джерелом сумішоутворення, організація якого повинна проводитися за умови забезпечення змішення і згоряння палива в об'ємі повітряного заряду без контакту із стінками камери згоряння. Для досягнення найбільш раціонального та перспективного способу організації сумішоутворення та рівномірного розподілу палива за об'ємом автором розроблена математична модель, що забезпечує можливість оцінити вплив окремих факторів на формування струменя.

В першому розділі розглянута історія розвитку двигунів із зустрічно-рухомими поршнями та узагальнені їх особливості і переваги, що обумовлюють сферу застосування. Класифікуються показники, що характеризують технічний рівень дизельних двигунів із зустрічно-рухомими поршнями, розглядається можливість розширення сфери застосування.

В другому розділі проводиться дослідження організації процесів підготовки паливо-повітряної суміші. Сумішоутворення тут характеризується як основний та передуючий іншим чинник підвищення ефективності згоряння, проводиться аналіз безмоторних досліджень для встановлення характеру впливу інтенсивності повітряного вихору на розвиток струменя палива. Разом з цим формулюються умови забезпечення запобіганні потрапляння палива на дзеркало циліндра.

Третій розділ дисертації присвячено методам стендових досліджень – моторних та безмоторних, зокрема для дослідження далекобійності, впливу кута розташування розпилювального отвору форсунки швидкості і характеру руху повітря. Розглянутий безмоторний експеримент надалі використовується для ідентифікації математичної моделі.

У четвертому розділі приведено опис математичної моделі для розрахунку траєкторії руху паливного струменя в умовах циліндру двигуна. Виділяються такі кроки розрахунку: далекобійність без впливу тангенціального вихору, кут розкриття факелу, знос струменя під дією потоку газу.

П'ятий розділ присвячено ідентифікації математичної моделі, аналізу результатів і похибок на різних етапах розрахунку, визначенню параметрів газообміну та побудові візуалізації розвитку струменя для двигуна типу ТД.

За оцінкою отриманих даних автор пропонує декілька камер згоряння у поршні та приводить розроблені ескізи на основі тривимірних графічних моделей.

Висновки, сформульовані у роботі, висвітлюють результати дослідження як вирішення поставлених в дисертації завдань. В цілому висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список літератури достатньою мірою відображає предметне поле дослідження та опрацювання автором значної кількості вітчизняних та іноземних джерел інформації.

Додатки містять список наукових праць, розрахунки газообміну, інформацію про впровадження результатів дисертації.

7. Достовірність отриманих результатів та висновків

Достовірність отриманих результатів підтверджується зіставленням візуалізації розвитку струменя палива із фотоматеріалами безмоторного експерименту, за яким проведена ідентифікація математичної моделі, де похибка за далекобійністю струменя складає біля 5% для усередненого значення від двох струменів.

8. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях

Дисертація виконана з дотриманням вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави для стверджень про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї, використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи не виявлено.

Основні ідеї автора та результати дослідження викладено у п'яти статтях у наукових фахових виданнях України, дисертант активно приймав участь у міжнародних науково-практичних конференціях, де була проведена апробація викладених у дисертаційному дослідженні ідей.

9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. У роботі добре проаналізовані конкурентні розробки двигунів, але бажано також більш повно проаналізувати існуючі програмні комплекси для прогнозування руху впорскуваного палива.

2. Не дивлячись на те, що математична модель ідентифікована за безмоторним експериментом із бічним розташуванням форсунок, все ж таки бажане проведення експерименту на двигуні серії ТД.

3. Автором ґрунтовно розкриті особливості сумішоутворення та проведено відповідне математичне моделювання, вказаний характер впливу на процес згоряння, проте доцільно доповнити модель розрахунком процесу згоряння.

4. У тексті роботи зустрічаються друкарські та стилістичні помилки.

5. На основі отриманих даних та конструкторських особливостей двигуна автором запропоновано декілька варіантів форми камери згоряння в накладці поршня, проте в тексті дисертації не вказано кількісний вплив таких запропонованих заходів на техніко-економічні показники дизеля серії ТД.

10. Висновки

Дисертаційна робота Лала А. Г. є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та має перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає галузі знань 14 – «Електрична інженерія» та спеціальності 142 – «Енергетичне машинобудування».

З огляду на актуальність теми, отримані результати та високу практичну значимість вважаю, що дисертаційна робота Лала Аміра Гула «Підвищення ефективності згоряння в опозитному двотактному двигуні з протилежним рухом поршнів» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а сам автор, Лал Амір Гул, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування».

Рецензент – кандидат технічних наук,
завідувач кафедри двигунів та гібридних
енергетичних установок Національного
технічного університету «Харківський

політехнічний інститут»

Підпис *С. Кравченко*
ЗАСВІДЧУЮ:
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО-ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ «ХАРКІВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
№ 207/1180



Сергій КРАВЧЕНКО

ЗАЙЦЕВ Ю.І.

29.01.2024 р.