

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, к.т.н., доцента Мешкова Дениса Вікторовича

на дисертаційну роботу Лала 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

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

Українське двигунобудування відіграло значну роль у створенні, виробництві та підвищенні ефективності двотактних дизелів із зустрічно-протилежним рухом поршнів. Вітчизняні енергетичні установки спеціального призначення серії ТД за своїми ТТХ мали передумови виклику інтересу у світі, однак на сьогодні вже презентовані закордонні зразки аналогічної конструкції і тенденції розвитку вказують на зростання питомої потужності установок. Тому актуальним є виявлення резервів для вдосконалення вітчизняних двотактних дизелів, покращення їх ТТХ і створення концепції сумішоутворення та згоряння з врахуванням бічного розташування розпилювачів. Актуальність теми також підкреслює зацікавленість армії США в використанні модульних дизелів з

протилежним рухом поршнів, доказом чого є значне фінансування розробок та представлення дослідних зразків на виставках.

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

виконанням науково-дослідних робіт кафедри «Двигунів та гібридних енергетичних установок» НТУ «ХП»:

«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, що полягає в удосконаленні моделі розрахунку і візуалізації розвитку паливних струменів в камері згоряння двотактного дизеля із протилежно рухомими поршнями, впорскуванням палива з периферії циліндру та високою швидкістю тангенціального руху повітря.

Робота дисертанта містить важливий внесок до теорії сумішоутворення у циліндрі двигуна типу ТД.

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

Результати дослідження впроваджені в ДП «Завод імені Малишева» (м. Харків). Отримана модель розвитку паливного струменя в першу чергу застосована для 2-тактних дизелів, однак може бути поширена і на 4-тактні із центральним положенням форсунки і з будь яким типом рідкого палива, що поширює сферу застосування. Рекомендації щодо оптимізації розпилення палива сприятимуть покращенню перебігу сумішоутворення та позитивно позначаться на ТТХ. Практична цінність також полягає в запропонованих камерах згоряння в накладці поршня, форма котрих

обґрунтована отриманими результатами. Результати моделювання відкривають можливості подальших досліджень, прогнозування розподілу палива за зонами струменя, розрахунку випаровування та тепловиділення.

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

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, 3 додатки.

Дисертаційна робота розкриває перспективи підвищення ефективності згоряння вітчизняних двигунів типу ТД та покликана визначити ступень впливу окремих конструкторських параметрів на якість сумішоутворення, оптимізувати розпилювання палива та в більш повній мірі використати об'єм камери згоряння.

Об'єктом дослідження є процеси сумішоутворення та згоряння, фактори, що впливають на умови розпилення і повноту згоряння палива у форсованому двотактному дизелі з протилежно рухомими поршнями.

Робота головним чином пов'язана з прогнозуванням руху паливного струменя у двотактному двигуні з бічним упорскуванням палива. Значна кількість матеріалу присвячена впливу вихрового відношення на характер розвитку паливного струменя та його зносу від дії тангенціального руху, високі значення якого обумовлюються конструкцією. Відмічається важливість таких процесів як впорскування палива, сумішоутворення, розподіл палива в об'ємі КЗ, дрібності

розпилення палива, його випаровування, окислення і самозаймання. У роботі автором стверджується, що для подальшого форсування необхідно розглядати можливість удосконалення застосовуваної паливної апаратури, а внесення змін до конструкції паливних насосів і форсунок, зокрема зміни характеру розпилення, періоду впорскування та орієнтації паливного струменя рекомендувати згідно з результатами математичного моделювання. Задля досягнення поставленої мети автором розроблена математична модель переміщення елементарної порції палива та прогнозування розвитку паливного струменя. Автором також формулюється концепція оптимального використання об'єму при запобіганні контакту із гарячою стінкою.

Перший розділ присвячено аналізу розвитку двигунів із ПРП, їх порівнянню із традиційними 4-тактними. Надана оцінка перевагам і недолікам, означені освоєні та перспективні сфери застосування. Відзначається зацікавленість армії США в використанні модульних дизельних двигунів ПРП високої літрової потужності, що є прямим аналогом вітчизняних двигунів ТД, наводяться порівняння характеристик та висновок щодо можливості та необхідності модернізації вітчизняних двотактних дизелів спеціального призначення.

В другому розділі розглядаються процеси сумішоутворення, самоспалахування та згоряння. Наводяться сучасні уявлення щодо динаміки розвитку паливного струменя: розпаду рідкого струменя, формування та оновлення ядра і оболонки струменя. Акцентується актуальність задачі оптимізації спрямованості соплових отворів бічних форсунок та збільшення постачання повітря в зону згоряння палива.

В третьому розділі розглянуто методи і принципи стендових досліджень, обладнання і їх функціональні можливості задля забезпечення випробувань перспективного високофорсованого дизеля, визначені основні технічні вимоги до створення і організації науково-дослідної лабораторії. Надано опис безмоторного експерименту з моделюванням умов у циліндрі двигуна для дослідження розвитку паливного струменя.

У четвертому розділі порівнюються математичні моделі, що можуть бути обрані для вирішення поставлених у роботі завдань. Представлений алгоритм розрахунку динаміки струменя, що враховує тип палива, параметри середовища, в яке відбувається впорскування.

У п'ятому розділі проводиться ідентифікація математичної моделі за безмоторним експериментом двигуна зі схожими умовами впорскування з периферії. За результатами зроблено висновок щодо працездатності моделі та виконаний аналогічний розрахунок для вітчизняного двигуна типу ТД з подальшими рекомендаціями стосовно форми камери згоряння, наводяться ескізи 3-Д моделей.

Висновки, сформульовані у роботі, характеризують результати дослідження як вирішення поставлених в дисертації завдань і відповідають вимогам, що висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

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

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

7. Достовірність отриманих результатів та висновків

Достовірність отриманих результатів математичного моделювання підтверджена порівнянням отриманої траєкторії паливного струменя із результатами безмоторного експерименту, а отримана похибка далекобійності струменя складає 5%.

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 є підставою для стверджень про оригінальність роботи. Текст містить 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, на яких була проведена апробація викладених у дисертаційному дослідженні ідей.

9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. У першому розділі наводяться прямі аналоги вітчизняних двигунів ТД, доцільно було би більш повно висвітлити їх розробки, тим паче згадувана у розділі компанія Achates Power має багато публікацій.
2. У 5 розділі розрахунків динаміки струменя виконаний для номінального режиму на дизельному паливі, для демонстрації алгоритму та можливостей математичної моделі доцільно було би зробити також розрахунки для перехідних режимів та різних типах палива.
3. У візуалізаціях струменя палива наведено тільки одну проекцію, доцільно доповнити візуалізацію видом, що характеризує розвиток паливного струменя в осьовому напрямку.
4. Розрахунок динаміки струменя розраховується для етапу паливоподачі, але, як зазначається у роботі, фронт паливного струменя продовжує свій рух після закінчення паливоподачі, доцільно додати до розрахунку кілька кроків.
5. У тексті роботи зустрічаються друкарські та стилістичні помилки, є незначні недоліки оформлення.

10. Висновки

Дисертаційна робота Лала А. Г. є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та 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 Амїра 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,
доцент кафедри двигунів та гібридних
енергетичних установок Національного
Технічного Університету «Харківський
Політехнічний Інститут»

Денис МЕШКОВ



31.01.2024

