

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, д.т.н., професора Пильова Володимира Олександровича

на дисертаційну роботу

Шелестова Максима Сергійовича

«Вибір та обґрунтування параметрів системи наддуву повітря високофорсованого двотактного дизеля спеціального призначення»,
що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 142 – Енергетичне машинобудування

Розгляд та аналіз вмісту дисертаційної роботи Шелестова Максима Сергійовича на тему «Вибір та обґрунтування параметрів системи наддуву повітря високофорсованого двотактного дизеля спеціального призначення», що подана до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», дає змогу зробити узагальнений висновок щодо її актуальності, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності та значущості отриманих результатів, наукової новизни, теоретичної та практичної цінності, та у підсумку надати сукупну оцінку дисертації.

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

Сучасні тенденції розвитку засобів техніки спеціального призначення, зокрема бронетанкової, свідчать про постійне збільшення ваги об'єктів застосування енергетичної установки. Водночас, сучасні вимоги до такої техніки також передбачають забезпечення високих характеристик маневреності. Для забезпечення виконання цих та інших вимог необхідним і перспективним вважається збільшення потужності енергетичної установки. Відзначаючи умови обмеження об'єму моторно-трансмісійного відділення, збільшення потужності установки бажано досягати при незмінному робочому об'ємі двигуна, що часто є єдино можливим підходом вирішення поставленої науково-технічної задачі. Доречним шляхом збільшення питомої потужності двигуна слід вважати модернізацію існуючих конструкцій, що є відпрацьованими у виробництві та гарно зарекомендували себе в експлуатації.

В дисертаційній роботі вирішено науково-практичні задачі щодо підвищення питомої потужності та поліпшення і підтримання високої ефективності роботи двотактного дизеля спеціального призначення на експлуатаційних режимах навантажень шляхом впровадження двоступеневої системи наддуву з приводним компресором та вільним турбокомпресором, проміжним охолодженням наддувного повітря та гнучким керуванням тиском, що досягнуто завдяки зміні передаткового відношення механічного приводу компресору та регулювання турбокомпресору за допомогою модифікації соплового апарату турбіни.

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

Тема роботи пов'язана з виконанням науково-дослідних напрацювань кафедри двигунів та гібридних енергетичних установок Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Здобувач брав участь у науково-дослідних роботах:

1) НДР «Забезпечення показників світового рівня і формування перспективних характеристик вітчизняних двигунів бронетехніки», ДР 0119U002573. Строки виконання НДР: 01.01.2019 – 31.12.2020. Науковий керівник НДР: д-р техн. наук, проф. А. П. Марченко. Участь автора – виконавець.

2) НДР «Науково-технічні рішення з комплексного підвищення показників надійності, потужності та економічності енергетичних установок бронетехніки», ДР 0121U109545. Строки виконання НДР: 01.01.2021 – 31.12.2022. Науковий керівник НДР: д-р техн. наук, проф. А.П. Марченко. Участь автора – виконавець;

3. Наукова новизна одержаних результатів

За результатами виконання дослідження отримані нові знання і дані, що дозволили запропонувати застосування і застосувати концепцію формування основних параметрів і характеристик танкового дизеля типу 6ДН12/2·12 потужністю 1100 кВт. В основу покладено одержання ефекту від комплексного застосування регульованого газотурбінного наддуву та змін в організації робочого процесу.

Вперше запропоновано схему двоступеневого наддуву з проміжним охолодженням наддувного повітря, системи регулювання турбіни та компре-

сора для дизеля спеціального призначення 6ДН12/2·12, що забезпечує достатнє повітропостачання і сумішоутворення у широкому діапазоні робочих режимів.

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

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень на ДП «Завод імені В.О. Малишева» (м. Харків) – підприємстві, що багато років займається розробкою та виробництвом високофорсованих двигунів для бронетанкової техніки.

5. Повнота викладення матеріалів дисертації в наукових працях, які опубліковані автором.

Результати досліджень опубліковані у 12 роботах, серед яких: 6 статей у наукових фахових виданнях України, 6 тез у матеріалах конференцій.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

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

Дисертаційна робота Шелестова Максима Сергійовича складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, 5 додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність дослідження, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет та методи виконання дослідження, викладено наукову новизну, практичну цінність отриманих результатів, надано відомості щодо особистого внеску здобувача, апробацію, структуру та обсяг дисертації.

В першому розділі наводяться загальні відомості щодо параметрів системи наддуву повітря високофорсованого двотактного дизеля. Проведено аналіз

відомих схем наддуву, що застосовуються в високофорсованих дизелях. Розглянуто сучасний стан вітчизняного танкового дизелебудування, а також перспективи його розвитку. Показано, що школа вітчизняного танкового двигунобудування має великий досвід успішного вирішення складних науково-технічних задач світового рівня та побудови двигунів з високими показниками та характеристиками. Проаналізовано перспективи впровадження регульованого наддуву на дослідному дизелі.

У другому розділі наведено теоретичну базу вдосконалення багатоступінчастої системи наддуву дизеля з метою забезпечення найбільш ефективної її роботи в широкому діапазоні навантаження та частоти обертання колінчастого валу дизеля. Проаналізовано схемне виконання та особливості системи повітропостачання лінійки транспортних дизелів спеціального призначення типу ДН12/2х12. Визначено особливості формування і протікання зовнішньої характеристики і основних параметрів при модернізації танкової енергетичної установки при форсуванні вітчизняного танкового дизеля типу 6ТД-2 до 1100 кВт. З урахуванням особливостей конструкції базового двигуна та якісного складу паливоповітряної суміші, що утворюється внаслідок газообміну за зовнішньою швидкісною характеристикою дизеля, запропоновано систему двоступеневого наддуву з проміжним охолодженням наддувного повітря та системи регулювання турбіни і компресора дизеля 6ТД-2.

Третій розділ містить відомості щодо математичної моделі робочого процесу дослідного дизеля. Наведено огляд існуючих математичних моделей робочого процесу швидкохідних двотактних дизелів, проаналізовано перспективи їх використання для дизеля, що досліджується.

В основу розрахунку параметрів робочого тіла під час робочого процесу дизеля покладені диференціальні рівняння процесів масообміну і теплообміну в надпоршневій порожнині. Для моделювання процесу згоряння паливоповітряної суміші в циліндрі двигуна 6ДН2*12/12 запропоновано використовувати напівемпіричну залежність Вібе І.І. Проведено ідентифікацію математичної моделі за експериментальними ефективними показниками дизеля.

В четвертому розділі наведено дані розрахункового дослідження показників та характеристик дизеля з двоступеневою системою наддуву, що має здатність гнучкого регулювання за визначеним алгоритмом з метою забезпечення

заданого рівня тиску наддуву при найменших втратах потужності від колінчастого валу на привід компресору високого тиску дизеля. Проведено дослідження розподілу ступеня підвищення тиску між приводним компресором та компресором вільного турбокомпресору. Проаналізовано вплив застосування високоефективного охолоджувача наддувного повітря на параметри системи наддуву.

Висновки до розділів та за результатами роботи є зрозумілими та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел із 87 найменувань є достатньо повний, включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації, розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

7. Достовірність отриманих результатів та висновків

Достовірність отриманих результатів зумовлена поставленими метою та завданнями, а також використанням належних методології та методів дослідження. Дослідження виконано на основі фундаментальних положень термодинамічних процесів в циліндрі дизеля, методів математичного моделювання робочого процесу дизеля, методів аналізу включаючи аналітичні та чисельні методи. Дослідження базується на фундаментальних положеннях теорії двигунів внутрішнього згоряння. Для розрахунку параметрів термодинамічної системи використаний метод об'ємного балансу проф. М. М. Глаголева. Для розрахунку тепловіддачі газів у стінки циліндра застосовувався метод Ньютона-Ріхмана. В основу математичної моделі опису процесу згоряння покладено метод проф. І. І. Вібе. За результатами чисельних експериментів елементів енергетичної установки викладено вичерпний об'єм інформації, яка слугує достатньою базою для оцінки якості висновків.

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

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, текст роботи та наведені результати дають підстави говорити про її оригіна-

льність. Робота містить власні напрацювання автора, використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи не виявлено.

Результати досліджень опубліковані у дванадцяти роботах, серед яких: шість статей у наукових фахових виданнях України, шість тез у матеріалах конференцій.

9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. В роботі бажано було б більш детально розкрити особливості процесів газообміну в двотактних двигунах з поршнями, що рухаються назустріч один одному. Зокрема, доцільним є більш глибокий аналіз впливу підвищення тиску наддуву на перебіг процесу продувки.
2. В роботі вказано на доцільність використання на двигуні двоступеневої системи наддуву, що містить у своєму складі вільний турбокомпресор та компресор з приводом від колінчастого валу двигуна. Проте, в роботі приділено недостатньо уваги питанню реалізації такої системи на двигуні, що розглядається в рамках дисертаційного дослідження. Зокрема, бажано було би розкрити питання розміщення, компонування, практичної реалізації алгоритмів керування системою наддуву з метою забезпечення їх узгодженої роботи в усьому діапазоні режимів роботи двигуна.
3. За відсутності пропозицій щодо компонування енергетичної установки в роботі відсутні оцінки з втрати тиску в газоповітряних трактах системи наддуву дизеля та їх вплив на досліджувані показники двигуна.
4. В підрозділі 4.3 вказано, що на номінальному режимі роботи дизеля від надувного повітря треба відвести 209 кВт теплової енергії за допомогою рідинного охолоджувача повітря. Було б доцільним більш детально розглянути конструктивні параметри та фізичні характеристики рідини радіатора охолодження цієї системи.
5. В роботі достатньо часто зустрічається термін «оптимізація», у т.ч. там, де він є недоречним.

10. Висновки

Дисертаційна робота Шелестова Максима Сергійовича «Вибір та обґрунтування параметрів системи наддуву повітря високофорсованого двотак-

тного дизеля спеціального призначення» за своїм змістом відповідає спеціальності 142 – Енергетичне машинобудування. Дисертація є завершеною науково-дослідною прапцею, спрямованою на розв’язання важливого науково-практичного завдання, що полягає в покращенні експлуатаційних характеристик силових установок спеціального призначення.

Подана дисертаційна робота «Вибір та обґрунтування параметрів системи наддуву повітря високофорсованого двотактного дизеля спеціального призначення» Шелестова М.С. відповідає спеціальності 142 – «Енергетичне машинобудування», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 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 КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Шелестов Максим Сергійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 142 – Енергетичне машинобудування.

Рецензент – доктор технічних наук,
професор кафедри двигунів
та гібридних енергетичних установок
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»



Володимир ПИЛЬОВ

