

## **РЕЦЕНЗІЯ**

**рецензента, к.т.н., доцента Мешкова Дениса Вікторовича**  
на дисертаційну роботу **Шелестова Максима Сергійовича**  
«Вибір та обґрунтування параметрів системи наддуву повітря  
високофорсованого двотактного дизеля спеціального призначення»  
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 142 – Енергетичне машинобудування

Детальний аналіз дисертаційної роботи Шелестова Максима Сергійовича на тему «Вибір та обґрунтування параметрів системи наддуву повітря високофорсованого двотактного дизеля спеціального призначення», 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**

На сьогодні в Світі відзначається стрімкий розвиток багатьох видів озброєння та військової техніки. Зважаючи на те, що бронетанкова техніка є однією з найважливіших складових сухопутних збройних сил, модернізація та вдосконалення цієї техніки, безумовно, є актуальним, оскільки може забезпечити вирішальну перевагу на полі бою, а також забезпечити фінансову вигоду та зміцнити репутацію України, як передової країни в Світі в сфері розробки та виробництва високотехнологічного озброєння та військової техніки.

Сучасні тенденції розвитку бронетанкової техніки свідчать про постійне збільшення спорядженої маси об'єктів бронетанкової техніки. Проте, варто відзначити, що умови сучасного поля бойових дій обумовлюють

високі вимоги до характеристик мобільності та маневреності її учасників. З метою забезпечення виконання цих вимог, вочевидь, необхідним є збільшення потужності двигунів перспективних об'єктів бронетанкової техніки. Зважаючи на жорсткі обмеження об'єм моторно-трансмісійного відділення сучасних танків, збільшення потужності їх енергетичної установки має бути досягнутим без збільшення габаритів двигуна. Це доцільно реалізовувати на практиці завдяки збільшенню питомої потужності двигуна шляхом модернізації та вдосконалення вже існуючих конструкцій, що є відпрацьованими у виробництві та гарно зарекомендували себе у експлуатації.

В дисертаційній роботі вирішено науково-практичні задачі підвищення рівня питомої потужності, збільшення коефіцієнту пристосованості двигуна та збільшення ступеня відповідності зовнішньої швидкісної характеристики до вимог, які висувають саме об'єкти бронетанкової техніки. В роботі досягнуто поліпшення експлуатаційних характеристик двотактного дизеля спеціального призначення шляхом впровадження та оптимізації двоступеневої системи наддуву з вільним турбокомпресором, проміжним охолодженням наддувального повітря та гнучким керуванням тиском завдяки зміні передаткового відношення механічного приводу компресору і регулювання турбокомпресору за допомогою модифікації соплового апарату турбіни для підтримання високої ефективності роботи двигуна на всіх режимах роботи та збільшення діапазону робочих частот обертання колінчастого валу.

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

Тема дисертаційного дослідження пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедри «Двигунів та гібридних енергетичних установок» НТУ «ХП». 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 дали змогу запропонувати впровадження концепції формування основних показників та характеристик танкового дизеля потужністю 1100 кВт. В основу розробленої концепції покладено одержання ефекту від комплексного застосування регульованого газотурбінного наддуву та компресору з механічним приводом від колінчастого валу, а також впровадження змін в організації перебігу процесу згоряння та робочого процесу в цілому.

Для дизеля спеціального призначення 6ДН12/2·12 вперше запропоновано схему системи двоступеневого наддуву з проміжним охолодженням наддувного повітря після компресорів кожного ступеня, системи комплексного та узгодженого регулювання турбіни та компресора, які дають змогу забезпечити оптимальний рівень повітропостачання і достатньо високий рівень якості процесів сумішоутворення у широкому діапазоні режимів роботи двигуна.

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

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень на ДП «Завод імені Малишева» (м. Харків) – підприємстві, яке протягом багатьох років займається розробкою та виробництвом високофорсованих двигунів для бронетанкової техніки і має великий досвід успішного вирішення складних науко-технічних задач, які пов'язані з вдосконаленням та модернізацією таких двигунів.

## **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 тезисів у матеріалах конференцій.

Участь здобувача в роботах, які 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 автором обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, сформульовано його мету та задачі, визначено об'єкт, предмет та методи виконання дослідження, наведено відомості про наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, особистий внесок здобувача, апробацію, структуру та обсяг дисертації.

Перший розділ присвячено огляду літературних джерел за темою дисертації, систематизації та аналізу отриманих результатів. Розглянуто особливості виконання систем повітропосточання з різними схемами систем наддуву. Наведено детальний аналіз найбільш ефективних конструктивних схем виконання систем наддуву. Особливу увагу в розділі приділено способам керування параметрами системи наддуву з метою оптимізації роботи двигуна. Наведено загальні відомості щодо параметрів системи наддуву повітря високофорсованого двотактного дизеля для бронетехніки. Розглянуто сучасний стан вітчизняного танкового двигунобудування, а також перспективи його розвитку. Показано, що школа вітчизняного танкового двигунобудування

визнана в Світі і має великий досвід успішного вирішення складних науково-технічних задач та побудови двигунів з видатними показниками та характеристиками.

У другому розділі розглянуті способи та засоби підвищення ефективності системи наддуву, наведено теоретичну базу концепції впровадження та вдосконалення багатоступінчастої системи наддуву дизеля з метою забезпечення найбільш ефективної його роботи в широкому діапазоні навантаження та частоти обертання колінчастого валу дизеля. Розглянуті особливості заходів, що спрямовані на підвищення тиску наддуву та підвищення рівня питомої потужності, а також покращення гнучкості характеристик двигуна. Визначено особливості впливу системи наддуву на зовнішню швидкісну характеристику, показано можливість забезпечення збільшення коефіцієнту пристосованості за рахунок оптимізації та гнучкого регулювання системи наддуву.

Третій розділ містить в собі детальну інформацію про математичну модель дизеля 6ДН2·12/12. Наведено огляд існуючих математичних моделей робочого процесу швидкохідних двотактних дизелів, проаналізовано перспективи їх використання для дизеля, що досліджується. В основу розрахунку стану робочого тіла в циліндрі дизеля покладено диференціальні рівняння процесів теплообміну та газообміну в робочій порожнині двигуна. Моделювання процесу згоряння виконано з використанням методики Вібе І.І. Виконано ідентифікацію математичної моделі з використанням даних експериментальних досліджень.

В четвертому розділі наведено дані про показники та характеристики високофорсованого дизеля 6ДН2·12/12 з двоступеневою системою наддуву, обидві ступені якої мають здатність гнучкого регулювання за визначеним алгоритмом з метою забезпечення їх оптимальної та узгодженої роботи, що в свою чергу дасть змогу досягти заданого рівня тиску наддуву при найменших втратах потужності від колінчастого валу на привід компресору високого тиску дизеля.

Висновки до кожного з розділів та за результатами роботи в цілому є повними, вичерпними, сформульовані чітко та повністю відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел із 87 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

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

### **7. Достовірність отриманих результатів та висновків**

Достовірність отриманих результатів зумовлено поставленими метою та завданнями, а також використанням відповідної методології дослідження. Дисертаційна робота носить переважно теоретичний характер, виконана з використанням сучасних розрахункових методик та пакетів прикладних комп'ютерних програм, що обумовлює достовірність отриманих даних та оснований на них висновків та рекомендацій. Крім того, достовірність заявлених положень обґрунтовується комплексним підходом у вивченні визначеного об'єкта, що також зумовлює і низку певних методів, які були використані в процесі дослідження.

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

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

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

### **9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи**

1. Бажано звернути більшу увагу на термінологію, насамперед в першому розділі в ході огляду літературних джерел, особливо в процесі перекладу іншомовної літератури. Наприклад, терміни «компресор» та «нагнітач»

використовуються щодо схожих технічних об'єктів без уточнення їх принципових чи конструктивних характерних особливостей.

2. В роботі вказано на доцільність реалізації механічного приводу компресору високого тиску від колінчастого валу з можливістю зміни передавального відношення такої передачі. Доцільним було б навести принаймні принципову схему такої передачі, а також основи системи автоматичного регулювання передавального числа.

3. В процесі огляду сучасних тенденцій форсування двигунів внутрішнього згорання серед інших було розглянуто системи наддуву з компресором, який має привід від електричного двигуна («eBooster»). Розкрито переваги такої системи, зокрема дуже широкі можливості забезпечення незалежного та гнучкого регулювання агрегату наддуву. До переваг таких агрегатів наддуву можна також віднести свободу у виборі місця їх розміщення в моторно-трансмісійному відділенні (на відміну від механічного чи гідромеханічного приводу). Проте, в роботі не пропонується впровадження використання на двигуні таких агрегатів наддуву. Зважаючи на це, доцільним було б більш детально розкрити недоліки таких агрегатів наддуву, чи тих факторів, що обмежують або унеможливають використання на двигунах спеціального призначення агрегатів наддуву з приводом від незалежного електричного двигуна.

4. В роботі надано недостатньо інформації щодо реалізації системи рідинного охолодження наддувного повітря. Зокрема, потребується уточнення особливостей циркуляції рідини такою системою: пропонується паралельне чи послідовне з'єднання рідинної частини охолоджувачів наддувного повітря, пропонується один чи декілька радіаторів для охолодження рідини з цієї системи, тощо.

## **10. Висновки**

Дисертаційна робота Шелестова Максима Сергійовича «Вибір та обґрунтування параметрів системи наддуву повітря високофорсованого двотактного дизеля спеціального призначення» за своїм змістом відповідає

спеціальності 142 – Енергетичне машинобудування. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, 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 – кандидат технічних наук,  
доцент кафедри ДтаГЕУ Національного  
Технічного Університету «Харківський  
Політехнічний Інститут»

Денис МЕШКОВ



31.01.2024

Підпис *доц. Денис Мешков*  
 ЗАСВІДЧУЮ:  
 ВЧЕННИЙ СЕКРЕТАР  
 НАЦІОНАЛЬНОГО-ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
 "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"  
 31 01 *DM* 24

ЗАЙЦЕВ Ю. І.