

ВІДГУК

Офіційного опонента, професора кафедри "Двигуни внутрішнього згоряння, установки та технічна експлуатація" державного закладу вищої освіти "Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова", місто Миколаїв, доктора технічних наук, професора Тимошевського Бориса Георгійовича на дисертаційну роботу Тесленко Едуарда Вікторовича на тему "Розробка робочих процесів пневматичного двигуна з клапанним повітророзподілом комбінованої енергетичної установки автомобіля", яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки, галузь знань 14 – електрична інженерія.

Дисертація складається із вступу, восьми розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, який містить 141 найменувань, 4-х додатків. Основну частину дисертаційної роботи викладено на 179 сторінках комп'ютерного набору, має 62 рисунків та 11 таблиці. Загальний обсяг рукопису складає 223 сторінки.

1. Актуальність теми дисертації та її зв'язок з планами відповідної галузі науки

Дисертаційна робота Тесленко Е. В. присвячена вирішенню актуальної проблеми вдосконалення енергетичної ефективності та екологічності автомобільного транспорту, за рахунок розробки, дослідження та впровадження новітніх транспортних установок з поршневыми пневматичними двигунами. Зазначені двигуни мають певні переваги у порівнянні з традиційними тепловими та електричними зразками: більш просту конструкцію та кращі екологічні показники, що менш впливають на людину та довкілля. Особливо треба відзначити, що транспортні засоби з пневматичними двигунами є край необхідними у деяких галузях промисловості, де є небезпечним використання двигунів зі згорянням палива чи електричних апаратів. Прикладом є шахти з великим вмістом метану в повітрі та вибухонебезпечного пилу, деякі хімічні виробництва, пов'язані з вибухонебезпечними речовинами та деякі об'єкти, що ізольовані від навколишнього середовища.

Автором розроблено та досліджено робочі процеси в пневматичному двигуні з новітнім клапанним повітророзподілом, що суттєво підвищує ефективність енергетичної установки транспортного засобу.

Актуальність теми дисертаційної роботи підтверджується її зв'язком з низкою державних науково-технічних програм, які спрямовані на розробку, створення та впровадження комбінованих енергетичних установок на базі пневматичних двигунів з використанням поновлювальних джерел енергії для широкого кола транспортних засобів. Робота взагалі базується на результатах науково-дослідних робіт з держбюджетної тематики Міністерства освіти і науки України.

Таким чином зазначене вище дає підстави вважати, що тематика дисертаційної роботи є актуальною та достатньо пов'язана з планами наукових досліджень у галузі двигунобудування.

2. Ступінь обґрунтування наукових положень, отриманих результатів, висновків та рекомендацій, достовірність, новизна та практична цінність

Наведені в дисертаційній роботі наукові положення, висновки та рекомендації є достовірними та належно обґрунтованими. В основу дослідження покладені фундаментальні положення теорії термодинаміки та теплопередачі з використанням математичної статистики, моделювання робочих процесів у циліндрі пневматичного двигуна, експериментальних досліджень.

Для цього автором використані комплексні методи досліджень, у тому разі й аналітичний, чисельний та розрахунково-експериментальний, що дозволило загальну розробити конструкцію клапанного механізму газорозподілу пневматичного двигуна та методику його дослідження, визначити індикаторні ефективні показники з використанням математичного планування багатофакторного експерименту та оптимізації отриманої функції.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у наступному: визначено математичні залежності впливу фаз повітророзподілення та тиску стисненого повітря на впуск на індикаторні показники поршневого пневматичного двигуна з клапанним повітророзподілом; отримано раціональне співвідношення регульованих параметрів повітророзподілення та їх вплив на індикаторні показники двигуна з клапанним повітророзподілом; уточнено комплекс індикаторних ефективних коефіцієнтів та показників робочих процесів пневматичного двигуна. Крім того, автор зробив внесок у розвиток динамічної математичної моделі робочого процесу пневматичного двигуна з клапанним повітророзподілом.

Практичне значення досягнутих результатів полягає у наступному: розроблено технічну документацію на виготовлення електрогідравлічного приводу клапанів поршневого пневматичного двигуна; розроблено програмне забезпечення для розрахунку робочого процесу двигуна, що дає змогу на стадії проєктування оцінювати вплив конструктивних параметрів двигуна на його індикаторні показники.

Результати дисертаційної роботи у вигляді алгоритмів програм, методичних вказівок та данні розрахунково-експериментальних досліджень впроваджені в Інституті проблем машинобудування імені А. М. Підгорного, ДП "Завод імені В. О. Малишева", ПФ "Променерго", ПрАТ "Промстроймонтаж", а також в навчальний процес ХНАДУ.

Новизна та оригінальність технічних рішень запропонованих автором підтверджено патентами України на корисну модель та винаходи.

Основні результати дисертації обговорені на наукових конференціях всеукраїнського та міжнародного рівня, достатньо повно відображено у публікаціях в фахових виданнях. За темою дисертації опубліковано 8 статей у фахових виданнях України; 13 матеріалів конференцій, 14 патентів на винаходи України, 2 статті з індексом цитування Scopus, а також одна монографія.

Зазначене вище дає змогу стверджувати, що отримані в роботі результати, висновки та рекомендацій, їх достовірність, новизна та практична цінність є достатньо обґрунтованими.

3. Оцінка змісту дисертаційної роботи та її оформлення

Дисертаційна робота має вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел та додатки. Загальна кількість сторінок – 172. Список використаних джерел складає 125 найменувань.

У вступі автором достатньо доказово доведена актуальність обраної теми, яка пов'язана з дослідженням робочого процесу пневматичного двигуна з клапанним повітророзподілом. Ця тема відповідає науковому напрямку кафедри двигунів внутрішнього згоряння ХНАДУ та базується на результатах виконаних науково-дослідних робіт з держбюджетної тематики Міністерства освіти і науки України. В цьому ж розділі сформульовано мету, що полягає у розробці робочих процесів зазначеного двигуна, який є частиною комбінованої енергетичної установки та містить клапанний повітророзподіл з електрогідроприводом. Обґрунтовано визначені також основні завдання, об'єкт та предмет дослідження.

У першому розділі проведено аналіз вітчизняних та іноземних літературних джерел з напрямку дослідження механізмів газо- та повітророзподілення комбінованої енергетичної установки, визначені вимоги до повітророзподільних механізмів двигуна, газорозподільних механізмів дво- та чотиритактних двигунів, а також аналіз безкулачкових систем газорозподілу. В цьому ж розділі автор запропонував достатньо оригінальну методику обчислення параметрів системи електрогідроприводу клапанів. Достатньо обґрунтовано автор вибрав електрогідролічний привід клапанів, як найбільш ефективний для здійснення газообміну, на бази математичного моделювання виконав необхідні розрахунки щодо механізму приводу клапанів пневматичного двигуна та показав переваги та недоліки гідравлічних та електромагнітних приводів. Безумовно позитивним є те, що автор створив експериментальну установку, на якій виконав комплекс досліджень щодо визначення ефективності газорозподільного механізму.

У висновках підсумовані результати, які отримані в цієї частині дисертаційної роботи. Наукова та практична цінність, а також достовірність цих результатів не викликає сумніву.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячений розрахунковим дослідженням робочих процесів пневматичного двигуна у складі автотранспортного засобу. Автор приводить достатньо переконливі методики, за якими були виконані дослідження та наводить наступні результати. Показано, що розрахунок максимальної потужності та крутного моменту пневматичного двигуна доцільно замінити на розрахунок максимального крутного моменту під час зрушення з міста з урахуванням перевантаження транспортного засобу.

Визначена також можливість ефективного використання пневматичного двигуна для мікроавтобусів міського транспорту. Встановлено, що робочого об'єму двигуна, який було конвертовано у пневматичний, достатньо для отримання необхідної потужності для забезпечення розгону та руху мікроавтобусів певної категорії M_2 .

На основі експериментальних результатів доведена адекватність математичної моделі та можливість її застосування для розрахунків робочого процесу пневматичного двигуна. Крім того, автор скористувався динамічною моделлю та з урахуванням експериментальних даних проаналізував індикаторні діаграми пневматичного двигуна та зробив висновки та пропозиції щодо

основних показників робочого циклу. Достатньо обґрунтовано визначено найбільш фактори, які суттєво впливають на індикаторні показники двигуна.

У третьому розділі розглянуті методики експериментального дослідження робочого процесу пневматичного двигуна, визначені мета та завдання, фізичний об'єкт та програма дослідження. Достатньо багато уваги приділено конструкції агрегатів та вузлів зразка відсіку пневматичного двигуна, а також його системам, вимірювальній апаратурі та загальній конструкції експериментального стенду. Окрема увага приділена мелодиці обробки та представленню результатів експериментальних досліджень.

Треба відзначити значний обсяг робіт щодо підготовки експериментального стенду для проведення досліджень. Стенд та вимірювальний комплекс дають змогу досліджувати характеристики як окремих елементів, так й пневматичного двигуна в цілому в широкому діапазоні тиску та температури повітря. Особливо треба зазначити проведення автором ініціювання циліндрів та дослідження робочого процесу двигуна під час його роботи зі швидкісними характеристиками в широкому діапазоні тисків повітря на вході та частот обертання колінчастого валу.

Аналіз представлених в цьому розділі матеріалів дає змогу стверджувати про достовірність та надійність отриманих автором результатів.

Четвертий розділ дисертаційної роботи присвячений аналізу розрахунково-експериментального дослідження робочого процесу пневматичного двигуна. В цьому розділі автором було проведено оптимізацію роботи пневматичного двигуна, отримано раціональні параметри фаз розподілу повітря за умови досягнення максимальної потужності. Встановлено, що величина шкідливого простору залишалася незмінною та дорівнювала об'єму камери згоряння, а величина ступеня наповнення була обрана максимальною умовою забезпечення необхідної потужності двигуна.

Визначені також індикаторні показники робочого процесу при певних значеннях тиску та обертів: циклова індикаторна робота середній індикаторний тиск, індикаторна потужність. Крім того визначені також економічні індикаторні показники: маса заряду циліндра, питома витрата повітря та індикаторний ККД. Автором доведено, що комбінована енергетична установка транспортного засобу з пневматичним двигуном забезпечує весь ряд швидкісних режимів роботи, що вирішує питання пуску установки та її роботи на холостому ході.

У загальних висновках автор виклав основні результати дисертаційного дослідження, які показали, що всі завдання роботи виконані у повному обсязі. Висновки 1, 2, 3 відносяться до теоретичних досліджень здобувача (розділи 1, 2). Висновки 5 та 6 зроблено на підставі експериментальних досліджень, які представлені в розділах 3 та 4. Висновок 7 відноситься до рекомендацій та впровадження результатів дисертаційного досліджень.

Додатки доповнюють основний зміст дисертації та містять розгорнуту інформацію щодо розрахунків, стендових випробувань пневматичного двигуна, патенти, оформлені під час роботи над дисертацією, копії актів впровадження результатів дисертаційної роботи.

Зауваження по роботі

Розділ 1.

1. При виконанні аналізу газорозподільних механізмів дво- та чотиритактних двигунів з кулачковим валом не наведено конкретних значень кутів повороту колінчатого валу в яких здійснюється відкриття-закриття клапанів.

2. При розгляді безкулачкових механізмів не наведено характеристик електричних, пневматичних та гідравлічних механізмів з якими проводилось зрівняння.

Розділ 2.

3. При визначенні методу швидкості руху автомобіля з пневматичним двигуном у міських умовах не дуже зрозуміло чому дані вулиці вибрані для дослідження.

4. На рисунку 2.6 "Динамічні характеристики автомобіля з пневматичним двигуном унаслідок його розгону в умовах міського циклу" немає пояснень при якій трансмісії були отримані такі значення?

Розділ 3.

5. Не дуже зрозуміло для чого був потрібен перший етап на якому було змінено шестеренний привід ГРМ для організації роботи пневматичного двигуна у двотактному режимі, якщо застосовувався електрогідравлічний привод клапанів?

6. При випробуванні ПД тиск на впуску був 0,7 МПа і було повне наповнення. Не пояснено чи такі ж показники мав би двигун при більшому тиску і частковому наповненні.

Розділ 4.

7. В роботі проводилось дослідження за обраним математичним планом, що передбачає обраних змінних X_1, X_2, X_3, X_4 , (кутів впуску-випуску стиснутого повітря) званих факторами на трьох рівнях $(-1, 0, +1)$. В роботі не розглядалися такі фактори, як тиск на впуску та оберти двигуна.

8. На рисунку 4.23 "Спільна швидкісна характеристика комбінованої енергетичної установки з пневматичним двигуном та двигуном внутрішнього згоряння" не показані шляхи переходу роботи від ПД до ДВЗ.

9. Автор, на погляд опонента, достатньо вільно використовує поняття "Метод", яке використовує у назвах розділів. В дійсності мова йде про методики, які використовуються при виконанні досліджень.

Однак висловлені зауваження не носять принципового характеру та не зменшують високої оцінки дисертаційної роботи в цілому, її теоретичних та практичних результатів.

Загальний висновок

1. Дисертаційна робота Тесленко Є.В. присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі, яка пов'язана з вдосконаленням та використанням пневматичного двигуна в якості допоміжного двигуна комбінованої енергетичної установки автотранспортних засобів.

2. Дослідження, представлені в дисертаційній роботі, виконані на достатньо високому методологічному рівні, поставлені автором завдання виконані у повному обсязі.

3. Розроблені та використані в дисертації методики теоретичних та експериментальних досліджень, математичні модель, отримані експериментальні

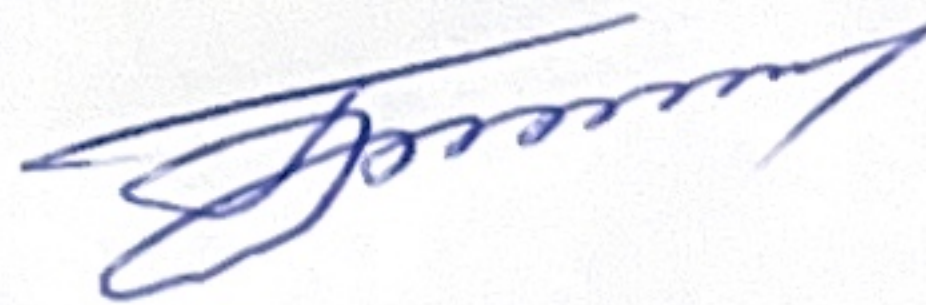
результати є суттєвим внеском у розвиток теорії пневматичних двигунів, у проектно-конструкторських закладах двигунобудування при розробці нових та удосконаленні існуючих комбінованих енергетичних установок автотранспортних засобів, а також створення перспективних енергоустановок. Крім того, результати дослідження можуть бути застосовані в учбовому процесі при підготовці студентів за спеціалізацією "Двигуни внутрішнього згоряння".

4. Дисертація є актуальною науковою працею, яка виконана з використанням сучасних методів досліджень, містить нові наукові результати. Дисертація представляється комплексною та завершеною науковою роботою, в достатній мірі ілюстрованою та оформленою у відповідності останніх вимог. Виконані науково-теоретичні та експериментальні дослідження достатньо обґрунтовані,

5. Зміст автореферату та дисертаційної роботи ідентичні. Автореферат досить повно відображає зміст та основні результати виконаного дослідження. Викладений в дисертації матеріал є актуальним, має всі ознаки науковій та практичній цінності, обсяг та глибина досліджень, впровадження відповідають вимогам МОН України щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

6. Дисертаційна робота виконана на належному науковому рівні та відповідає вимогам розділів 9, 10, 12 "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", які ставляться до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор **Тесленко Едуард Вікторович**, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки.

Офіційний опонент,
професор кафедри "Двигуни внутрішнього згоряння,
установки та технічна експлуатація"
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова,
доктор технічних наук, професор



Б. Г. Тимошевський

Підпис професора кафедри "Двигуни внутрішнього згоряння, установки та технічна експлуатація" Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, доктора технічних наук, професора Тимошевського Бориса Георгійовича засвідчую:

Вчений секретар Національного університету
кораблебудування імені адмірала Макарова



С. А. Уткіна