

13.05.2020
67-72-26/1

ВІДГУК

офіційного опонента д. т. н., проф. Вольченка Олександра Івановича на дисертаційну роботу здобувача Нікіпчука Сергія Вячеславовича на тему «Підвищення енергетичної ефективності робочих машин з отто-двигунами засабами hard-soft-технології», представлену на здобуття наукового ступення кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.02 – машинознавство.

1. Актуальність теми дослідження

У приводах практично всіх автономних робочих машин найрізноманітнішого призначення – тракторів/райдерів; різальних/рубальних/мийних/снігоприбиральних/підмітальних машин, садових дробарок, пил/кіс/косарок, мотокультиваторів/мотоблоків, електрогенераторів, мотопомп, дронів, гвинтокрилів, гібридних транспортних засобів, розміновувачів, мультифункційних машин, пожежно-рятувального устаткування тощо – застосовують теплові машини (двигуни) швидкого внутрішнього згорання. Найприроднішим, найзагальнішим і найоб'єктивнішим мірилом ефективності й досконалості будь-якої робочої машини є її енерго(ексерго)ощадність за регламентованого рівня продуктивності. Енерго(ексерго)ощадність – це ще й запорука високого рівня екологічності машин.

Енергетична ефективність роботи машин з отто-двигунами залежить від складових їхнього теплового балансу та долі теплоти котра на кожну з них припадає: теплота, еквівалентна ефективній роботі – 40 %; теплота, яка передається охолоджувальному середовищу – 29 %; теплота, яка виноситься з відпрацьованими газами – 30 %; не враховані втрати теплоти – 1 %. З наведених даних виходить, що для підвищення енергетичної ефективності робочих машин з отто-двигунами необхідно шукати нові шляхи, зокрема засабами hard-soft-технології. Ця обставина і визначає актуальність даної теми.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх вірогідність та повнота викладу в опублікованих працях

Наукові положення, висновки і рекомендації, які сформовані на основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень, є достатніми та належним чином обґрунтованими. Для їх уточнення автором проведено: необхідні теоретичні та експериментальні дослідження, розроблено відповідні методики, опубліковано отримані результати. Для поставленої мети знайдено за шляхи її вирішення. Дисертаційна робота спирається на загальну в царині технічних наук методологію наукового пізнання, загальнонаукові принципи, методи й засоби, що їх зазвичай використовують у процесі наукового дослідження. Теоретичною основою роботи стали наукові праці вітчизняних і закордонних вчених у галузі машинобудування. Інформаційною базою дисертаційної роботи є результати власних наукових досліджень автора, результати наукових досліджень визнаних фахівців, публікації в періодичних фахових виданнях, міжнародні та державні законодавчі та нормативні акти й угоди, фахові відомості з Інтернету.

Розв'язання поставлених у дисертаційній роботі завдань здійснено на засадах: загально визнаних принципів і методів аналізу/синтезу; найновіших здобутків термодинаміки, теорії горіння й теплотворення, теорії теплопередачі, теорії тепловідаччі, теорії теплопровідності; застосування сучасних засобів математичного моделювання, методів теорії подібності, методів симулювання і експериментування.

Для виконання експериментальних досліджень використовувались метрологічно атестоване обладнання та повірені засоби вимірювання. Результати експериментальних досліджень оброблялися з використанням комп'ютерної техніки та відповідного пакету прикладних програм.

Висновки до дисертаційної роботи є достовірним і підтверджується результатами досліджень. Зокрема дані наведені в пункті 2, 4 підтверджені результатами теоретичних та експериментальних досліджень, пункти 5, 6 отримано на основі експериментальних досліджень, а 3 та 7 мають практичне використання технології.

Дисертаційна робота пройшла апробацію, а її основні положення доповідались на міжнародних науково-технічних конференціях. За результатами досліджень автора опубліковано 17 наукових праць, з них: 8 статей у фахових виданнях України (серед них: 1 стаття, що входить у наукометричну базу Scopus, 3 статті у виданнях, що входять у наукометричні бази Scopus та РІНЦ, 3 статті видані англійською мовою); 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави; 1 навчальний посібник; 7 публікацій у матеріалах міжнародних конференцій і симпозіумів.

3. Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна отриманих результатів полягає у формуванні hard-soft-технології модельно-симуляційної ідентифікації процесів, які перебігають в робочому просторі циліндра теплової машини:

уперше:

– з'ясовано невідворотність внесення змін в основи моделювання/симулювання процесів, явищ та ефектів, що перебігають у робочому просторі циліндра теплової машини; вони впливають з того, що традиційні підходи до моделювання вичерпали всі можливості для подальшого вдосконалення і тому для підвищення рівня адекватності модельних уявлень введено в модельний простір частину реальності — натурний робочий простір теплової машини;

– розроблено технологію модельно-симуляційної ідентифікації процесів, явищ та ефектів, що перебігають в робочому просторі теплової машини, з використанням математичного, алгоритмічного моделювання та натурального симулювання; встановлено виняткову праксеологічність технології моделювання робочих процесів в двигуні швидкого внутрішнього згоряння з залученням у модель реального робочого простору із-за відсутності ефективнішої альтернативи;

набули подальшого розвитку методології: уточненого аналізу ефективності теплових процесів тепло–творення/–споживання/–передачі; використання двозонної моделі синтезу тепло–творення/–споживання/–передачі в тепловій машині внутрішнього згоряння; застосування теплотвірної експонентної функції для

віртуального симулювання явища теплотворення; завдяки новому підходу до організації висококалорійного середовища модельного двигуна, ефективності процесу теплотворення, рівня корисного тепловикористання та досконалості системи тепловідведення в модельному двигуні внутрішнього згорання досягнуто збільшення його коефіцієнта корисної дії на 2,5 %.

Здійснено удосконалення: термодинамічної моделі камери згорання двигуна; аналітичного опису процесів тепло-/творення та -/споживання у двигуні швидкого внутрішнього згорання; підходу до моделювання процесів в двозонній моделі камери згорання двигуна; методики контролю за вимірюванням робочих тисків та температур; в камері згорання двигуна; отримання режимних параметрів модельного двигуна.

4. Практичне значення одержаних результатів

Викладені в дисертаційній роботі наукові положення дають можливість спростити процес удосконалення теплових машин внутрішнього згорання різного призначення на стадії проектування і виробництва – оптимізуючи тепло-творення і -споживання досягнути якнайвищого рівня їх енергоощадності та екологічності. Отримані результати дають підстави підвищити коефіцієнт корисної дії теплової машини.

Основні наукові результати дослідження пройшли успішну апробацію та впроваджені в діяльність ТОВ «Спільне українсько-німецьке підприємство «Електрон транс»» (акт про впровадження результатів від 25.02.2019 р.) та в навчальний процес Національного університету «Львівська політехніка» при викладанні дисциплін: «Силові агрегати автомобілів», «Теорія автомобіля» «Автомобілі».

5. Оцінка змісту роботи в цілому

Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків, переліку використаних літературних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 214 сторінок комп'ютерного тексту серед яких 12 сторінок — перелік

джерел посилання (122 джерел), 3 сторінки додатків, 6 таблиць, 90 рисунків, серед них 32 – на окремих сторінках.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету й завдання дослідження, розкрито наукову новизну одержаних результатів, окреслено їх практичне значення, наведено відомості про апробацію результатів дослідження та про публікації за темою дисертації, описано структуру дисертаційної роботи.

У першому розділі розглянуто: загальні принципи оцінки досконалості машин різного призначення; загальні аспекти моделювання процесів у двигунах; двигун внутрішнього згоряння як об'єкт дослідження; енергетична ефективність як ознаки досконалості двигуна; аналіз моделювання внутрішньодвигунних процесів.

Другий розділ присвячено моделюванню теплообмінних процесів в циліндрах двигуна, а саме: існуючим та найпоширенішим термодинамічним моделям та принципам їх реалізації; двозонна модель робочого простору двигуна.

У третьому розділі приділено увагу: технології дослідження робочого простору в двигуні та його натурно-робочому просторі; матеріально-алгоритмічній модельній системі.

У четвертому розділі проілюстровано теплоутворення в двигуні: теоретичне дослідження процесу теплотворення; реальне, ідеальне теплотворення та перебіг їхніх процесів; діаграма вигорання пального та експонетний опис процесів; особливості процесів теплотворення.

У п'ятому розділі показана роль теплоспоживання та теплопередачі у внутрішніх та зовнішніх теплообмінних процесах двигуна, зокрема: коефіцієнт тепловіддачі як емпіричний параметр; коефіцієнт тепловіддачі при безрозмірному співвідношенні подібності.

У шостому розділі розглянуто: термодинамічну модель двигуна з урахуванням засадних співвідношень; аналітичний опис теплотворення та теплоспоживання; внутрішній теплообмін та окремі різновиди процесів теплопередачі; режимні експериментальні параметри.

6. Відповідність автореферату основним положенням дисертації

Зміст автореферату у достатній мірі відображає основні положення та результати дисертаційної роботи, висновки в дисертації та авторефераті повністю ідентичні.

7. Основні зауваження по роботі

1. В першому розділі необхідно було більш детально зупинитися на тепловому балансі двигуна внутрішнього згоряння, а не розпорошити його складові по всьому розділі.

2. В першому розділі потрібно було зупинитися на теплообмінних процесах, які спостерігаються в двигуні внутрішнього згоряння.

3. На рис. 1.5 – 1.15 не проставлені позиції, які вказують на місцезнаходження двигуна.

4. У другому розділі в питаннях 2.1 та 2.2 всі існуючі та найпоширеніші термодинамічні моделі необхідно було звести в порівняльну таблицю.

5. У третьому розділі наведено багато «сліпих» рисунків (рис. 3.6 а, б, в, г; 3.7; 3.8; 3.9; 3.12; 3.14), тобто без розшифровки позицій елементів.

6. П'ятий розділ необхідно було назвати «Теплоспоживання та теплопередача», а не навпаки, як є в роботі.

7. Для визначення коефіцієнтів тепловіддачі краще користуватися теоремою узагальнених змінних, а не третьою теоремою подібності. В першій – більший зв'язок між критеріями подібності.

8. Багато оглядового матеріалу розміщено по тексту роботи, що унеможлиблює її читання та розуміння. Необхідно було винести вказаний матеріал в додаток. На жаль, ніякого матеріалу в додатку зовсім немає.

9. В тексті дисертації та автореферату зустрічаються деякі описки, невдалі звороти та стилістичні неточності.

8. Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертація Нікіпчука Сергія Вячеславовича «Підвищення енергетичної ефективності робочих машин з отто-двигунами засобами hard-soft-технології» є завершеною науковою працею. Оформлення дисертації та автореферату відповідає встановленим вимогам. Тема та зміст роботи відповідає паспорту спеціальності 05.02.02 – машинознавство. Автореферат дисертації відображає її основний зміст, положення, висновки та рекомендації.

Дисертаційна робота Нікіпчука Сергія Вячеславовича є актуальною, має наукову новизну та практичне значення, в ній отримані нові науково-обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, що в сукупності вирішують важливу задачу підвищення енергетичної ефективності робочих машин з отто-двигунами засобами hard-soft-технології. Результати досліджень є належним чином обґрунтовані та апробовані. Зазначені вище недоліки не знижують наукового та практичного рівня дисертаційної роботи і не впливають на позитивну оцінку в цілому.

За обсягом виконаних досліджень, науковою новизною та практичним значенням одержаних результатів, дисертаційна робота «Підвищення енергетичної ефективності робочих машин з отто-двигунами засобами hard-soft-технології» повністю відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України щодо кандидатських дисертацій та вимогам пп. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567 (зі змінами), а її автор Нікіпчук Сергій Вячеславович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.02 – машинознавство.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор
професор кафедри технічної механіки
Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу

О. Вольченко

О. І. Вольченко

Підпис д. т. н., проф. Вольченка О. І. засвідчую:
Вчений секретар університету



В. Р. Процюк

12. 05. 2020