

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Юркова Богдана Володимировича

на тему «Розробка і обґрунтування методики розрахунку системи зберігання і подачі робочої речовини електрореактивної двигунної установки», представлену на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 — Механічна інженерія за спеціальністю 134 — Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Актуальність теми дисертації

Останніми роками спостерігається стрімке зростання застосування електрореактивних двигунів на космічних апаратах, що відображає великий інтерес до цієї технології. Установки цього типу, які використовуються на сучасних космічних апаратах, відіграють важливу роль у забезпеченні ефективності місій. Вони забезпечують підтримку орбіти для збільшення тривалості служби космічного апарату, керують його орієнтацією та стабілізацією, а також здійснюють зведення з орбіти у кінці життєвого циклу. Вірно розрахована система дозволяє досягти оптимальної роботи ЕРДУ, забезпечуючи точну і ефективну подачу робочої речовини до двигуна, що в свою чергу впливає на тривалість місії, вагу супутника та його продуктивність у космосі. Коректний розрахунок системи зберігання і подачі робочої речовини також дозволяє оптимізувати використання ресурсів під час місії, що є важливим у довготривалих космічних місіях. Надійна та ефективна система зберігання робочої речовини гарантує стабільність роботи електрореактивної двигунної установки та збереження інтегритету місії, що має вирішальне значення для успіху в космосі. Тому, повноцінний розрахунок цієї системи стає невід'ємною частиною процесу розробки космічних апаратів.

Таким чином, дисертаційна робота Юркова Богдана, яка спрямована на розробку методики розрахунку системи зберігання і подачі електрореактивної двигунної установки є актуальною.

Оцінка змісту та завершеності дисертації

Дисертація має обсяг основної частини 161 сторінку, складається з анотації,

вступу, чотирьох розділів, загальних висновків та списку використаних джерел.

Дисертація є **завершеною** науковою роботою, у якій розроблено методику розрахунку системи зберігання і подачі електрореактивної двигунної установки, яка готова до використання на практиці, що підтверджується четвертим розділом дисертації у якому представлено результати роботи, розрахованої за представленою методикою, системи зберігання і подачі у лабораторних і космічних умовах

У **вступі** відображено актуальність проблеми, визначено мету та задачі дослідження, наукову новизну і практичну цінність роботи, наведено відомості щодо апробації роботи та публікації за темою дисертації.

У **першому розділі** розглянуто стан розробок систем зберігання і подачі робочої речовини ЕРДУ. Проаналізовано переваги і недоліки основних структурних схем систем зберігання і подачі робочої речовини, а саме: редукторних, з пропорційним клапаном, та ресивером з різними варіантами його наповнення (через обмежувачі витрат, двоступеневим регулюванням тиску та режимом наповнення типу bang-bang). В результаті визначено не тільки досягнуті успіхи, але і існуючі протиріччя та обґрунтовано задачі і напрямки даного дисертаційного дослідження.

Базуючись на висновках першого розділу роботи у **другому розділі** була розроблена методика розрахунку системи зберігання і подачі робочої речовини електрореактивної двигунної установки, структура якої складається з восьми основних модулів. А саме:

- методики розрахунку параметрів балону та робочої речовини в ньому;
- методики розрахунку і моделюванню обмежувачів витрати та уточненню фактичної довжини обмежувачів витрат за допомогою модельного газу;
- розрахунку параметрів газифікатору;
- методики розрахунку параметрів ресивера та номінального тиску при зміні температури;
- оцінки зміни температури робочої речовини;
- визначенню підвищення тиску у ресивері після закриття вхідного електроклапану;
- оптимізації режимів наповнення ресивера;

– визначенню точності підтримки тиску ресивера.

У **третьому розділі** були виконані практичні експерименти з метою підтвердження представленої методики. Автор розробив необхідне лабораторне обладнання, окремі компоненти системи подачі, а також саму систему зберігання і подачі робочої речовини. Отримані результати експериментів підтверджують актуальність та важливість запропонованого методу розрахунків.

У **четвертому розділі** представлено результати роботи, розрахованої за запропонованою методикою, системи зберігання і подачі у складі електрореактивної установки у лабораторних і космічних умовах, що обумовлює практичну цінність роботи.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і їх достовірності

При виконанні досліджень використано комплекси сертифікованого сучасного обладнання, що забезпечує високу **достовірність** отриманих результатів. Наукові положення, висновки та рекомендації, розвинуті у дисертації, **обґрунтовані**, базуються на аналізі явищ та процесів, що досліджуються, проведеному на сучасному рівні комплексі досліджень та розробкою рекомендацій щодо розрахунку системи зберігання і подачі робочої речовини електрореактивної двигунної установки.

Висновки, що сформульовані в роботі, не суперечать класичним уявленням щодо розрахунку системи зберігання і подачі робочої речовини електрореактивної двигунної установки.

Основні наукові результати та їх наукова новизна

Серед результатів, які отримані при виконанні досліджень вперше і, безумовно, мають **наукову новизну**, слід зазначити наступне:

а) створено цілісну методику розрахунку системи зберігання і подачі робочої речовини для електрореактивних двигунних установок. Що полегшує та пришвидшує розробку системи зберігання і подачі для електрореактивних двигунних установок;

б) в результаті теоретичних і експериментальних досліджень, запропоновані алгоритми підтримання тиску в ресивері, для широкого діапазону значень тисків у

балоні системи зберігання робочої речовини;

в) запропоновані уточнені методики розрахунку окремих елементів системи подачі робочої речовини.

Зауваження до викладеного у дисертації

Відзначаючи хороший рівень роботи, наукове та прикладне значення результатів доцільно зробити деякі зауваження і побажання:

1. У роботі присутні граматичні та орфографічні помилки, а саме
 - сторінка 24 «Кількість клапанів обумовлена кількістю гілок...», слід писати «Кількість клапанів обумовлена кількістю гілок...»;
 - сторінка 111 «запропоновано методика розрахунку», слід писати «запропоновано методику розрахунку».
2. На сторінці 33 зазначається що аргон є потенційно найбільш вигідною робочою речовиною, що є суперечливим твердженням. Оскільки, не беручи до уваги ксенон, холлівські двигуни які використовують у якості робочої речовини криптон або суміш ксенон-криптон і досі є найбільш поширеними.
3. На сторінці 47, рисунок 2.5, показані результати розрахунку тиску у балоні для густини 1300 кг/м^3 , а вибрана густина складає 1573 кг/м^3 . Було б доцільно привести результати на рисунку також для 1537 кг/м^3 .
4. Сторінка 92 з'являється абривіатура SV2, яка не розшифровувалась.
5. На рис.3.3. показано порівняння експериментальних даних по заправці балону з розрахунками по методиці NIST та Рідліха Квонга. Однак у другому розділі було представлено більше різних методик, які б було також доцільно представити на графіку.

Повнота викладу результатів дисертації в публікаціях

Наукові результати дисертаційної роботи відображено у 6 статтях у фахових наукових журналах України категорії Б з технічних наук, один з яких індексуються у наукометричній базі Scopus, Q3 відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank, та тезах доповідей міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій. Отже, основні результати дисертації повно викладені в наукових фахових виданнях.

Загальний висновок про дисертаційну роботу

Представлена робота являє собою завершене дослідження, в ній отримані нові і достовірні результати, які ефективно вирішують наукову і прикладну задачу. Дисертація відповідає спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, тому що вона присвячена розробці і обґрунтуванню методики розрахунку системи зберігання і подачі робочої речовини електрореактивної двигунної установки.

Підсумовуючи вищесказане, можна стверджувати, що дисертація за обсягом виконаних досліджень, новизною та науковою значимістю отриманих результатів та їх рівнем повністю відповідає вимогам викладеним у чинному «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44), а її автор, Юрков Богдан Володимирович, заслуговує присудженню йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Офіційний опонент

Доцент кафедри космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії

Національного аерокосмічного університету
ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»

Доктор філософії, доцент



Андрій ПОГУДІН

Підпис офіційного опонента

Доктора філософії А.В. Погудіна засвідчую

Учений секретар Національного
аерокосмічного університету

ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»

к.т.н., доцент



Тетяна БОНДАРЄВА