

РЕЦЕНЗІЯ

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. Зважаючи на сучасні тенденції у космічних дослідженнях, актуальність методики розрахунку систем зберігання і подачі робочої речовини для електрореактивних двигунних установок на космічних апаратах надзвичайно висока.

У сучасному контексті, коли збільшується кількість місій, космічні місії стають все більш складними та довготривалими, ефективне використання ресурсів стає надзвичайно важливим. Впровадження методики розрахунку систем зберігання і подачі робочої речовини для електрореактивних двигунів дозволяє максимізувати продуктивність космічних апаратів, за рахунок підвищення надійності електрореактивної двигунної установки, що підвищує тривалість їхнього функціонування в космічному просторі.

Тому розробка і обґрунтування методики розрахунку системи зберігання і подачі робочої речовини є критично важливим завданням для подальшого розвитку космічних місій та забезпечення їхнього успіху у майбутньому, що підтверджує актуальність представленої дисертаційної роботи Юркова Богдана.

Наукову новизну одержаних результатів можна сформулювати, виходячи з висновків до розглянутих в роботі конкретних задач, які всі є новими. Отже, вперше:

а) вперше створено цілісну методику розрахунку системи зберігання і подачі робочої речовини для ЕРДУ.

б) 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.

Практичне значення роботи не підлягає сумнівам, і полягає у:

а) отримана методика дозволить значно полегшити та пришвидшити розробку системи зберігання і подачі для ЕРДУ, та може слугувати основою для подальших досліджень.

б) запропоновано удосконалену методику наповнення ресивера, що дозволяє покращити точність підтримання масових витрат робочої речовини в двигун при зменшеному об'ємі ресивера і кількості спрацьовувань електроклапанів, що у свою чергу підвищує ресурс системи подачі робочої речовини.

в) представлені залежності параметрів елементів системи зберігання і подачі робочої речовини ЕРДУ від робочої речовини. Це дозволить оперативно оцінити можливість використання, замість ксенону, іншої робочої речовини, в залежності від вимог до ЕРДУ.

г) запропоновано удосконалену методику перерахунку масової витрати модельного газу (Ar) у масову витрату робочого газу (Xe) при використанні капілярної трубки у якості обмежувача витрати.

д) за представленою методикою, розраховано і виготовлено систему зберігання і подачі робочої речовини, що успішно пройшла всі необхідні тести згідно стандартів ECSS та успішно виконує свої функції на борту космічного апарату.

Публікації за темою дисертації. Основні положення дисертаційної роботи повністю висвітлені у опублікованих наукових працях. За темою дисертації представлено 6 статей у фахових наукових журналах України категорії Б з технічних наук, один з яких індексуються у наукометричних базах Scopus і Web of Science та тези доповідей міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій.

Структура роботи. Обсяг основного тексту - 161 сторінка, складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків та списку використаних джерел. що відповідає вимогам, встановленим освітньо-науковою програмою «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

У **вступі** відображено актуальність проблеми та визначено мету. Мета сформульована чітко і грамотно. Відповідно до мети були сформовані завдання дослідження. Також охарактеризовано наукову новизну та практичні результати проведеного дослідження. Представлено перелік публікацій та апробацій роботи за темою дисертації.

Перший розділ представляє аналіз літературних джерел інформації за темою дисертації. Розглянуто 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). Проведений аналіз літературних джерел дає можливість чітко сформулювати цілі та задачі подальшого дослідження.

У **другому розділі** вирішується ключова задача проведеного дослідження – розробка методики розрахунку системи зберігання і подачі робочої речовини електрореактивної двигунної установки. Сформульована покрокова методика розрахунку основних елементів системи зберігання і подачі, з порівнянням різних методів, виведенням нових залежностей та оптимізацією роботи системи подачі, що підвищує точність підтримки тиску ресивера до 4 разів, що значно покращує ефективність і надійність системи подачі.

У **третьому розділі** були проведені практичні тести для підтвердження ефективності запропонованої методики. Автор спроектував та зібрав необхідне лабораторне обладнання, окремі елементи системи подачі та саму систему зберігання та подачі робочої речовини. Отримані під час експериментів результати надають переконливе підтвердження важливості та потрібності використання цієї методики при розрахунках.

У **четвертому розділі** були продемонстровані результати дослідження функціонування системи зберігання та подачі робочої речовини у складі електрореактивної двигунної установки як у лабораторних умовах, так і в умовах космосу. Це відзначає практичну корисність проведених досліджень.

Висновки сформульовані до дисертаційної роботи, на мою думку,

відповідають поставленим завданням та логічно впливають з проведеного дослідження. Дисертаційна робота чітко структурована, логічно викладена, описані результати ґрунтуються на проведеному аналізі наукових джерел та підтверджуються матеріалами власних досліджень.

Високо оцінюючи представлену Юрковим Б. В. дисертацію, вважаю за доцільне висловити деякі **зауваження та побажання**:

1. У розділі 1.1 на схемах нагрівач ресивера зображується з зовні ресивера, а нагрівач балону з ксеноном у баку, на схемі мається на увазі, що нагрівач балону дійсно розміщується у середині баку?
2. Зазвичай рисунок на якій посилаються вперше розміщується відразу після згадування або на наступній сторінці. Рисунок 1.6 було розміщено через декілько сторінок після посилення на нього, що ускладнило його пошук.
3. У розділі 1.2.2 вперше згадується блок вимірювальний, який раніше не згадувався. Що це за блок, для чого він потрібен, чи входить він до складу системи зберігання та подачі?
4. У розділі 2, до рисунку 2.1 не має пояснень для використаних позначень.
5. У розділі 2.1 сказано що масовий штраф становить від 1 до 1,33 посилаючись на рисунок 2.2, при цьому згідно з рисунком він не перевищує 1,28.
6. У розділі 3.2 вказано що після ресурсних випробувань електроклапанів їх герметичність не перевищувала 0,0004 см³/с, але не вказано який газ використовувався для перевірки герметичності.

Загальний висновок. Вважаю, що здобувач Юрков Б. В. в результаті виконання дисертаційної роботи особисто отримав вагомі наукові результати. Отже, дисертація Юркова Богдана Володимировича «Розробка і обґрунтування методики розрахунку системи зберігання і подачі робочої речовини електрореактивної двигунної установки» є закінченою науковою працею, яка відповідає вимогам 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 (зі змінами)), а її автор, Юрков Богдан Володимирович, заслуговує присудженню йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Рецензент

Провідний науковий співробітник

Дніпровський національний

університет імені Олеся Гончара,

Міністерство освіти і науки України

Науково-дослідний інститут

енергоефективних технологій і

матеріалознавства

Доктор технічних наук, старший науковий

співробітник

Лілія НАКАШИДЗЕ

Підпис старшого наукового співробітника

Накашидзе Л. В. засвідчую:

Учений секретар Дніпровського

національного університету

ім. Олеся Гончара,

кандидатка фізико-математичних наук,

доцентка



Тетяна ХОДАНЕН