

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Хомяка Вадима Олександровича
на тему «Удосконалення пневмогідравлічних систем живлення
рушійних установок для підвищення їх енергомасової ефективності
та експлуатаційної безпеки», подану на здобуття
наукового ступеня доктора філософії
в галузі знань 13 Механічна інженерія
за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота Хомяка Вадима Олександровича є актуальним і перспективним дослідженням, спрямованим на вирішення нагальної науково-технічної проблеми, а саме – удосконалення пневмогідравлічних систем живлення рушійних установок для підвищення їх енергомасової ефективності та експлуатаційної безпеки. Забезпечення нормальної та стабільної роботи рушійної установки ракет-носіїв є складною багатосторонньою науково-технічною проблемою. Для вирішення цієї проблеми одну з ключових ролей займають пневмогідравлічні системи живлення рушійної установки. Їх функціональна робота характеризується низкою взаємопов'язаних параметрів різних систем, підсистем і елементів. Автором у дисертаційній роботі вирішується задача визначення характеристик по ряду підсистем пневмогідравлічної системи (включно з вибором раціональних величин початкових значень – температури компоненту палива, початковому газовому об'єму баків, початкового і робочого тиску) для підвищення їх енергомасової ефективності та експлуатаційної безпеки рушійних установок. Отримані у роботі результати розв'язання задачі (з урахуванням їх змін в широкому діапазоні від факторів впливу) підтверджені численними експериментальними даними. Особливе місце займає у роботі методика розробки та її експериментальні дані систем пасивації паливної системи відпрацьованих ступенів ракет-носіїв.

Таким чином, отримані автором результати за темою дисертаційної роботи отримані автором результати є важливими при проектуванні нових або модернізації наявних рухових установок для підвищення енергомасових характеристик та забезпечення експлуатаційної безпеки рухових установок ракет-носіїв.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності та дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та восьми додатків актів впровадження. Загальний обсяг роботи складає 171 сторінку.

У першому розділі автор провів аналіз стану впроваджених технічних рішень пневмогідравлічних систем рухових установок, визначив їх переваги, недоліки та напрямки покращення.

Другий розділ присвячено дослідженню комплексного вибору початкових параметрів пневмогідравлічних систем рухових установок (початкового вільного об'єму газу в баку, температурі та тиску в ньому), з урахуванням температурного режиму заправлення рідкого компонента палива. Головною перевагою розробленого автором методу є те, що підвищення енергетики ракет-носіїв проводиться в «штатних» значеннях (мінімального) газового об'єму баку, за рахунок підбору відповідної температури компонентів палива. В результаті реалізації зазначених заходів отримано підвищення енергомасових характеристик РН «Дніпро» на 5%.-10%.

Експериментально-теоретично обґрунтовано межі працездатності системи попереднього наддування для компонентів палива АТ-НДМГ, принцип роботи якої полягає в впорскуванні основних компонентів палива. Обробкою експериментальних даних автор визначив важливий критерій задля виключення «стрибків» тиску в баку пального під час роботи системи попереднього наддування.

У третьому розділі дисертації автор проаналізував принципи функціонування розпилювачів як одних із головних елементів системи наддування паливних баків. В окремому звіті проаналізовано всі типи конструкцій розпилювачів розробки ДП «КБ «Південне», показано їхні особливості, переваги та недоліки. За участю автора розроблена конструкція розпилювача наддування для баку пального та захищена патентом України на корисну модель (№137548).

Удосконалено метод гідрогазодинамічного розрахунку взаємодії газового струменя з вільною поверхнею компонента палива з метою прогнозування та запобігання нештатних ситуацій, пов'язаних з забризкуванням внутрішньобакових пристроїв. На жаль, в дисертаційній роботі не наведено результатів експериментів для верифікації цього методу.

Окрім цього, автором описано удосконалений метод оцінки працездатності конструкцій газових компенсаторів, які отримали широке застосування в пневмогідравлічних системах живлення. Також показано ефективний метод заміни дорогого робочого газу гелію на більш дешевий – повітря, азот. Метод отримав застосування під час проведення технологічних продувок агрегатів та вузлів автоматики зборок пневмогідравлічних системах живлення.

У четвертому автором представлено результати розробки та експериментальні дані систем пасивації відпрацьованих ступенів. Це відносно новий, але ефективний напрямок у ракетно-космічній техніці, що дозволяє зменшувати кількість космічного сміття, за оцінка, що дозволяє зменшувати

кількість космічного сміття, за оцінками деяких спеціалістів мінімум вдвічі. Виявлені конструктивні особливості систем пасивації для РН «Циклон» і РН «Зеніт» та захищені патентами України на винахід (№108131 та №118552).

У восьми додатках приведено акти впровадження винаходів.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Хомяка В.О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка (Наказ МОН № 964 від 05.07.2024 р. зі змінами від 01.10.2024 р. № 1408.) та є завершеною науковою працею.

Дисертаційна робота є комплексною і завершеною працею та свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям галузі знань 13 Механічна інженерія.

Оцінювання обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірність та новизна

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- розроблено аналітичний метод удосконалення пневмогідравлічної системи живлення рухових установок шляхом оптимізації початкових параметрів, що забезпечило збільшення маси корисного навантаження для РН «Дніпро» на 5% -10%;
- розроблено методологію побудови системи попереднього наддування впорскуванням основних компонентів палива АТ-НДМГ. Отримано важливий критерій виключення «стрибків» тиску в баку пального під час роботи системи попереднього наддування.
- удосконалена конструкція блоку наддування, захищена патентом України на корисну модель UA133728;
- удосконалено метод гідрогазодинамічного розрахунку взаємодії газового струменя з вільною поверхнею компонента палива;
- удосконалено метод експрес-оцінки працездатності газових компенсаторів магістралей пневмогідравлічної системи живлення, отримано коефіцієнт перерахунку витрати гелію на азот або повітря, для зменшення вартості технологічних продувок;
- вперше розроблено методологію та науково обґрунтовано принципи функціонування систем пасивації відпрацьованих ступенів ракет-носіїв (конструкція систем пасивації захищена патентами України на винахід UA118552 та UA108131).

Таким чином, поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання виконано повністю. Здобувач у повній мірі оволодів методологією наукової діяльності.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння (збіг), можна зробити висновок, дисертаційна робота Хомяка Вадима Олександровича є результатом самостійних досліджень

і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відомості про першоджерела.

Мова та стиль викладених результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Матеріал дисертації викладено логічно, послідовно та академічно грамотно оформлено та представлено з використанням сучасних методів та програм комп'ютерної техніки.

Дисертаційну роботу оформлено відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 26 наукових роботах, серед яких 6 у фахових виданнях України, включених до наукометричних баз *Ulrich's Periodicals Directory*, *WorldCat*, *Index Copernicus*, *CrossRef*, *Vernadsky National Library of Ukraine*, *ResearchBible*, *Ouci*. Без співавторства виконана 1 стаття.

У матеріалах наукових конференцій опубліковано 9 праць, у тому числі дві доповіді індексовані у базі даних *Scopus*.

Наукові результати автора дисертації містяться у патентах України на винахід – 3. (Патентів України на корисну модель – 3. Свідоцтва авторського права на твір (комп'ютерна програма розрахунку) – 2. Свідоцтва авторського права на твір (технічний звіт) – 1. Учбово-методичний посібник – 1.)

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

Дисертаційне дослідження виконано на високому науково-технічному рівні. Принципових зауважень щодо змісту дисертації немає. Робота включає основні результати досліджень і дає необхідне уявлення відносно змісту, актуальності, наукової новизни, практичної значимості і достовірності результатів, але слід звернути увагу на наступні питання:

- в дисертації експериментальні дані не завжди наведені з використанням міжнародної системи одиниць СІ;
- відсутні посилання на документи експериментального підтвердження руйнування газових компенсаторів пневмогідравлічної системи;
- в дисертації використано термін «оптимізація параметрів» («оптимізації початкових параметрів ПГС живлення РУ»), який передбачає застосування чисельних алгоритмів оптимізації. Але вони не були використані. У цьому контексті було б більш доречним

використання висловлювання – вибір раціональних параметрів на основі статистичних даних;

- в дисертаційній роботі автор використовує поняття «експлуатаційна безпека», але не вводить критерій безпеки. В той же час, для підвищення експлуатаційної безпеки пропонує впровадити до складу пневмогідравлічної системи живлення рушійної установки – систему пасивації, як ефективний засіб попередження утворення космічного сміття після виконання польотної місії.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів дисертаційної роботи й не впливають на її позитивну оцінку.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота Хомяка Вадима Олександровича на тему «Удосконалення пневмогідравлічних систем живлення рушійних установок для підвищення їх енергомасової ефективності та експлуатаційної безпеки» є завершеною кваліфікаційною науковою роботою, яка виконана на високому науковому рівні та не порушує принципів академічної доброчесності. Сукупність теоретичних та практичних результатів дисертаційної роботи Хомяка Вадима Олександровича розв'язує важливе наукове завдання, що має істотне практичне значення для ракетно-космічної галузі України, дисертація відповідає вимогам пунктів 6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами).

Здобувач Хомяк Вадим Олександрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Офіційний опонент:

Провідний науковий співробітник
Інституту технічної механіки
Національної академії наук України і
Державного космічного агентства України,
доктор технічних наук

Підпис Олексія НІКОЛАЄВА засвідчують
Заступник директора ІТМ НАНУ і ДКАУ з наукової роботи
доктор технічних наук, професор

Олексій НІКОЛАЄВ
«___» «___» 2026 року

Сергій ХОРОШИЛОВ

