

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Єгора Володимировича Спіріна

на тему «Розроблення та дослідження реактивних двигунів на металевій плазмі з керованою вакуумною дугою», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота Єгора Володимировича Спіріна присвячена вирішенню важливої науково-технічної задачі — визначенню шляхів підвищення технічних характеристик вакуумно-дугових плазмових двигунів, виготовленню експериментальних зразків вакуумно-дугових плазмових двигунів з керованою вакуумною дугою, дослідженню їх характеристик та встановленню закономірностей впливу параметрів вакуумного дугового розряду, напруженості та конфігурації магнітного поля на величину реактивної тяги.

Актуальність представленої дисертаційної роботи обумовлена значною увагою, яку приділяють вдосконаленню плазмових ракетних двигунів, зокрема двигунів на металевій плазмі. Такі ракетні двигуни можуть бути використані для відведення космічного сміття, а також для корекції орбіти нано- та мікросупутників. Автор вирішує це шляхом створення відносно потужних (для двигунів малої тяги) рушійних систем з вакуумно-дуговим розрядом постійного струму або розрядом секундної тривалості. Існує нагальна необхідність в збільшенні площі поверхні катодів. У відомих конструкціях двигунів катодні плями вакуумно-дугового розряду переміщуються по поверхні катодів хаотично, ерозія їх поверхні вкрай нерівномірна, що значно знижує можливий ресурс роботи вакуумно-дугового ракетного двигуна. Розглядається проблема забезпечення рівномірного випаровування катодів вакуумно-дугових двигунів керованим переміщенням катодних плям по поверхні катоду, що призводить до підвищення їх ресурсу роботи.

Таким чином, проектування вакуумно-дугових двигунів на металевій плазмі з керованою вакуумною дугою, безперечно є актуальною темою для

ракетно-космічної галузі.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності та дотримання принципів академічної доброчесності.

Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків і списку використаної літератури. Загальний обсяг дисертації 128 сторінок.

У вступі розкрито актуальність теми, сформульовано мету, об'єкт та предмет досліджень. Висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів досліджень. Також приведено інформацію, щодо апробації матеріалів дисертації.

У першому розділі проведено науково-технічний аналіз джерел інформації про типи та конструкцію реактивних двигунів малої тяги. Описані фізичні принципи вакуумно-дугового розряду та його використання для створення реактивної тяги.

У другому розділі здобувачем описане експериментальне обладнання та методика проведення досліджень. Описані характеристики вакуумного експериментального стенду та його дооснащення для проведення досліджень. Наведено опис електрообладнання для живлення вакуумно-дугового двигуна, метод програмування системи керування переміщенням катодних плям вакуумно-дугового розряду по поверхні катоду, система вимірювання та реєстрації параметрів вакуумно-дугових плазмових двигунів.

Третій розділ присвячено експериментальному дослідженню вакуумно-дугового плазмового двигуна з керованою дугою з дисковим катодом. Розроблена конструкція двигуна з дисковим катодом, викладені результати дослідження магнітної системи керування катодними плямами дугового розряду та результати визначення параметрів роботи створеного двигуна.

Четвертий розділ присвячено експериментальному дослідженню вакуумно-дугового плазмового двигуна з керованою дугою зі спіральним катодом. Розроблена конструкція двигуна зі спіральним катодом та наведені результати визначення параметрів його роботи.

У п'ятому розділі викладені рекомендації по розробці елементів та систем вакуумно-дугових двигунів на металевій плазмі з керованою дугою та

рекомендації щодо систем їх енергозабезпечення.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску у науковий напрям галузі знань Механічна інженерія.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

В рамках представленої дисертаційної роботи вперше запропоновано та науково обґрунтовано примусове кероване переміщення катодних плям по складних спіральних траєкторіях на дискових та спіральних катодах вакуумно-дугових двигунів.

На основі визначених при науково-експериментальних дослідженнях закономірностей удосконалене керування траєкторією руху катодних плям магнітним полем для дискових та спіральних катодів.

Встановлений взаємозв'язок між електрофізичними параметрами дугового розряду та інтегральними тяговими характеристиками вакуумно-дугових двигунів на металевій плазмі.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Єгора Володимировича Спіріна є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладання результатів.

Дисертаційна робота здобувача написана грамотною українською мовою, має змістовну цілісність, послідовність та завершеність. Стиль викладання матеріалу відповідає прийнятим в науковій літературі.

Дисертаційну роботу оформлено відповідно до вимог наказу МОН

України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 6 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України. Результати дисертації були апробовані на 3 наукових фахових конференціях.

Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Дисертаційні дослідження виконано на високому науково-технічному рівні. 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 зауваження та питання:

1. Аналітичний розділ 1 має збільшений об'єм, який сягає половини об'єму дисертаційної роботи.

2. В третьому та четвертому розділах розроблені конструкції двигунів з визначеними розмірами катодів (95 мм діаметр дискового катода, 125 мм та 280 мм діаметр спірального катода). Не наведено обґрунтування вибору цих розмірів катодів.

3. В розділі 3 проведено дослідження горіння вакуумної дуги на дисковому катоді при двох різних значеннях сили струму: 190 А та 112 А. Також в розділі 4 проведено дослідження горіння вакуумної дуги на спіральному катоді при трьох різних значеннях сили струму: 188 А, 139 А та 117 А. Висновків щодо порівняння результатів цих досліджень не зроблено.

4. В розділі 4 на рисунку 4.14 наведений графік залежностей тяги та питомої тяги двигунів від струму дугового розряду. Не визначена аналітична форма цих залежностей.

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

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційну роботу здобувача ступеня доктора філософії Єгора Володимировича Спіріна на тему «Розроблення та дослідження реактивних двигунів на металевій плазмі з керованою вакуумною дугою» виконано на високому науковому рівні, вона не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань Механічна інженерія. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 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.

Здобувач Єгор Володимирович Спірін заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Рецензент:

Заступник начальника
виробничо-експериментального відділу
ДП «КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля,
кандидат технічних наук



Максим КРАСВ

« 15 » липень 2026 року

Підпис Максима КРАСВА засвідчую:

В.О. Учений секретар ДП «КБ Південне»

Лариса ПОТАПОВИЧ

Лілія О.М.