

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004899

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 28-08-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Спирін Єгор Володимирович

2. Yehor Spirin

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 134

Назва наукової спеціальності: Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: ОП 27175 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Дата захисту: 25-08-2026

Спеціальність за освітою: комп'ютерні та інтелектуальні системи та мережи

Місце роботи здобувача: Державне підприємство "Конструкторське бюро "Південне" ім. М. К. Янгеля"

Код за ЄДРПОУ: 14308304

Місцезнаходження: вул. Криворізька, Дніпро, Дніпровський р-н., 49008, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: ДКАУ

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16723

Повне найменування юридичної особи: Державне підприємство "Конструкторське бюро "Південне" ім. М. К. Янгеля"

Код за ЄДРПОУ: 14308304

Місцезнаходження: вул. Криворізька, Дніпро, Дніпровський р-н., 49008, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: ДКАУ

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Державне підприємство "Конструкторське бюро "Південне" ім. М. К. Янгеля"

Код за ЄДРПОУ: 14308304

Місцезнаходження: вул. Криворізька, Дніпро, Дніпровський р-н., 49008, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: ДКАУ

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.42

Тема дисертації:

1. Розроблення та дослідження реактивних двигунів на металевій плазмі з керованою вакуумною дугою
2. Development and Research of Metal-Plasma Jet Engines with Steered Vacuum Arc.

Реферат/анотація:

1. Рушійні установки, які надають імпульс руху ракеті за допомогою хімічних реакцій палива досить потужні та ефективні для забезпечення доступу до космосу із Землі, але недостатньо ефективні для тривалих космічних польотів. Оскільки під час космічних польотів запас енергоносіїв обмежений, електричні двигуни стають все більш затребуваними, тому що електроживлення можна відновлювати за рахунок сонячної енергії, а це означає, що поки є сонячне світло, джерело живлення електричних двигунів не вичерпається. Значну увагу конструкторів ракетно-космічної техніки привертають плазмові ракетні двигуни, зокрема двигуни на металевій плазмі. Такі ракетні двигуни можуть бути використані для відведення космічного сміття, а також для корекції орбіти нано- та мікросупутників. Ефективним методом перетворення металу в потоки плазми та їх прискорення є використання електричних розрядів, зокрема вакуумно-дугового розряду. На даний час вакуумно-дугові випарники, в яких метал катоду перетворюється в потоки металеві

плазми, широко використовують для нанесення вакуумно-дугових покриттів, а також для покращення фізико-механічних властивостей поверхні деталей, які працюють в екстремальних умовах. Однак, потоки плазми вакуумно-дугового розряду можна використати не тільки для одержання вакуумно-дугових покриттів, але й для створення реактивної тяги. Вакуумно-дуговий реактивний двигун на металевій плазмі (ВДРДМП) – це новий клас електричних рушійних установок, в яких іонізація металу та прискорення іонів здійснюється в області катодних плям вакуумного дугового розряду за рахунок процесів, які протікають в самому розряді. Такі двигуни можуть працювати без спеціальних систем іонізації та прискорення іонів. Для роботи вакуумно-дугового ракетного двигуна не потрібне газове або рідке ракетне паливо, нейтралізатори, нагрівачі, високовольтна електроніка, сильні електричні або магнітні поля. В науково-технічній літературі описані різні конструкції електричних ракетних двигунів на металевій плазмі, але основна увага при їх розробці була спрямована на створення імпульсних двигунів малої потужності, які призначені для використання в мікросупутниках. У вказаних ракетних двигунах малої тяги використовуються вакуумно-дугові розряди тривалістю від кількох мікросекунд до кількох мілісекунд. Вказані значення імпульсів зумовлені тим, що в цих конструкціях використовуються індуктивні джерела живлення розряду, або джерела живлення розряду з конденсаторами порівняно невеликої ємності. Вакуумно-дугові розряди постійного струму або розряди секундної тривалості практично не розглядались для використання в двигунах на металічній плазмі, оскільки для цього необхідні потужні джерела енергії, які можна було б встановлювати на борту космічних апаратів. Нещодавній прогрес у галузі високоефективних сонячних елементів та інших систем енергопостачання (у тому числі мініатюрних ядерних систем, придатних для використання в ракетно-космічній техніці) відродив інтерес до потужних рушійних систем на основі вакуумно-дугового розряду. Імпульсні вакуумно-дугові ракетні двигуни розвивають дуже низьку тягу (від одиниць мікроньютонів до одиниць міліньютонів), та мають невелику масу електроду, який використовується для одержання потоку плазми (від одиниць до десятків грамів), тому вони можуть бути використані лише в системах орієнтації наносупутників (маса 1-10 кг) та мікросупутників (маса 10-100 кг). Протягом останніх кількох років з'явилися публікації, в яких описані електричні ракетні двигуни на металевій плазмі з тягою близько десяти міліньютонів. Такі двигуни мають значно ширший спектр використання. Відомі конструкції таких двигунів включають декілька однакових блоків (від двох до восьми), змонтованих в єдину систему. Кожен блок включає в себе металевий катод та систему електроживлення. Катоди можуть бути циліндричними (діаметр 30-60 мм) або прямокутними (близько 20 x 50 мм) і масою декілька сотень грамів. У зв'язку з тим, що в цих 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. Збільшення площі поверхні катодів приводить до ще більшої нерівномірності ерозії. Ресурс роботи вакуумно-дугових двигунів має велике значення, особливо для тривалих космічних польотів. Актуальність теми дослідження зумовлена тим, що вакуумно-дугові плазмові двигуни, використання яких в ракетно-космічній техніці стрімко розвивається, мають незначний ресурс роботи. В дисертації досліджені принципи забезпечення рівномірного випаровування катодів вакуумно-дугових двигунів керованим переміщенням катодних плям по поверхні катоду, яке забезпечує підвищення їх ресурсу роботи, що є актуальною проблемою.

2. Chemical rocket propulsion systems, which move rockets using chemical reactions of propellants, generate enough power and thrust to ensure rocket launch from Earth into space, but not to sustain long-term spaceflights. Since the energy capacity during spaceflights is limited, interest in electric engines is rising because power supply can be restored using solar energy, which means that as long as there is sunlight, the power source for electric engine will not run out. Rocketry and space technology engineers pay great attention to plasma rocket engines, especially metal plasma engines. Such rocket engines can operate in spacecraft intended to remove space debris, and serve as orbit correction thrusters on nano- and microsatellites. Electric discharges, especially vacuum arc discharges, are effective in transforming metal into plasma and accelerating it. Contemporary vacuum arc evaporators, where the cathode metal is converted into metal plasma flows, are frequently used for applying vacuum arc coatings and improving the physical and mechanical properties of the surfaces of parts operating in

extreme environments. However, plasma flows produced by vacuum arc discharges not only can provide vacuum arc coatings, but also generate jet thrust. A vacuum arc thruster that uses metal plasma (Vacuum Arc Thruster, VAT) is a new class of electric propulsion systems, where metal ionization and ion acceleration occur within the cathode spot region of a vacuum arc discharge due to the processes within the discharge itself. Such engines can operate without special ionization and ion acceleration systems. A vacuum arc rocket engine does not require gas or liquid rocket propellant, neutralizers, heaters, high-voltage electronics, or strong electric or magnetic fields for operation. Scientific and technical literature describes various designs of electric rocket engines that use metal plasma. However, development efforts concentrated chiefly on the creation of low-power pulsed engines intended for microsatellites. These thrusters use vacuum arc discharges that last a few microseconds to several milliseconds. These pulse durations result from the fact that the mentioned designs use inductive discharge power sources or discharge power sources with capacitors of relatively small capacitance. Vacuum arc discharges of direct current or second-lasting discharges were almost out of consideration for operation in metal plasma engines, as they require powerful energy sources to be installed on spacecraft. Recent progress in the field of high-efficiency solar cells and other power supply systems, including miniature fusion systems suitable for use on space vehicles) has revived interest in powerful propulsion systems based on a vacuum arc discharge. Pulsed vacuum arc rocket engines generate a very low thrust (from units of micronewtons to units of millinewtons), and their electrode mass (from units to tens of grams) is insufficient to generate plasma flow. Therefore, they are suitable only for attitude systems of nanosatellites weighing up to 10 kilograms and microsatellites with a mass of 10 to 100 kilograms. Over the past few years, a number of publications have described metal-plasma electric rocket engines that produce thrust of about ten millinewtons. Such engines feature a much wider range of application. Their design includes several (from two to eight) identical blocks that are integrated into a single system. Each block consists of a metal cathode and a power supply system. Cathodes can be cylindrical (30 to 60 mm in diameter) or rectangular (about 20 × 50 mm). Their weight may reach several hundred grams. In these engine designs, the cathode spots of a vacuum arc discharge move chaotically along the surface of the cathodes. Therefore, the erosion of their surface is extremely uneven, which significantly reduces the potential service life of a vacuum arc rocket engine. An increased cathode surface area results in even greater non-uniformity of erosion. The operating lives of vacuum arc engines is of great importance, especially for long spaceflights. The subject of this paper is relevant because the operating lives of vacuum arc plasma engines are short, and their applications in space technologies are rapidly expanding. The dissertation investigates the principles of ensuring uniform evaporation of vacuum arc engine cathodes via the steered motion of cathode spots on the cathode surface, increasing their service lives, which is a topical problem. The purpose of the dissertation is to develop scientific principles for designing vacuum arc metal plasma engines with a steered vacuum arc, as well as to investigate the relation between the reactive thrust and the parameters of a discharge in a quasi-stationary pulse duration range.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0114U000185

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Спірін, Є., Надтока, В. (2024). Дослідження магнітного поля електро-дугового реактивного двигуна на металевій плазмі. Журнал ракетно-космічних технологій, 33 (4-28), 45-48.

<https://doi.org/10.15421/452423>.

- Спірін Є. В., Надтока В. М. Електричні реактивні двигуни на металевій плазмі. Космічна техніка. Ракетне озброєння 2025. Вип. 2 (123). 24-34. <https://doi.org/10.33136/stma2025.02.024>.
- Спірін Є. В. Розробка та дослідження вакуумно-дугового двигуна на металевій плазмі. Технічна механіка, № 2, 2026, 69-78. <https://doi.org/10.15407/itm2026.02.069>.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; матеріали; методи, теорії, гіпотези; аналітичні матеріали

Соціально-економічна спрямованість: обґрунтовано принцип організації робочого процесу у вакуумно-дугових двигунах шляхом програмованого примусового переміщення катодних плям по складних спіральних траєкторіях на дискових та спіральних катодах

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Підготовлена заявка на винахід (заявка № П27-1 від 20.04.2026 р.).

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0114U000185

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Надтока Володимир Миколайович
2. Volodymyr Nadтока

Кваліфікація: к.т.н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9653-5127

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державне підприємство "Конструкторське бюро "Південне" ім. М. К. Янгеля"

Код за ЄДРПОУ: 14308304

Місцезнаходження: вул. Криворізька, Дніпро, Дніпровський р-н., 49008, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: ДКАУ

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Столбовий В'ячеслав Олександрович
2. Viacheslav O. Stolbovyi

Кваліфікація: д.т.н., с.д., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

Місцезнаходження: вул. Академічна, Харків, Харківський р-н., 61108, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кулик Олексій Володимирович

2. Oleksii V. Kulyk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.07.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2913-4462

Додаткова інформація:

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35847695900>;<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=En7dvNcAAAAJ>

Повне найменування юридичної особи: Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Код за ЄДРПОУ: 02066747

Місцезнаходження: проспект Науки, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Клименко Дмитро Васильович

2. Dmytro V. Klymenko

Кваліфікація: к. т. н., 05.02.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7392-0973

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202927558>

Повне найменування юридичної особи: Державне підприємство "Конструкторське бюро "Південне" ім. М. К. Янгеля"

Код за ЄДРПОУ: 14308304

Місцезнаходження: вул. Криворізька, Дніпро, Дніпровський р-н., 49008, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: ДКАУ

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Краєв Максим Валерійович

2. Maksym Kraiev

Кваліфікація: к. т. н., 05.03.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7610-6934

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державне підприємство "Конструкторське бюро "Південне" ім. М. К. Янгеля"

Код за ЄДРПОУ: 14308304

Місцезнаходження: вул. Криворізька, Дніпро, Дніпровський р-н., 49008, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: ДКАУ

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Гусарова Ірина Олександрівна

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Гусарова Ірина Олександрівна

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Борщева Галина Олександрівна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна