Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U003099

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 12-09-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № 1752-уч від 25.09.2024, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тань Кунь --
2. Kun Tan

Кваліфікація: 134

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: Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Дата захисту: 05-09-2024

Спеціальність за освітою: інженер-дослідник

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ID 6774

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Англійська

Коди тематичних рубрик: 55, 55.22, 55.23.09

Тема дисертації:

1. Розроблення надзвукових сопел для холодного газодинамічного напилювання
2. Development of supersonic nozzles for cold spraying

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена створенню підходу до проєктування надзвукових сопел різної конфігурації для холодного газодинамічного напилювання та оптимізації параметрів напилювання при розробленні технологічних рекомендацій на основі чисельного моделювання процесів прискорення частинок порошку в газовому потоці та їх високошвидкісного зіткнення з поверхнею підкладки. Об’єктом дослідження є процес прискорення частинок порошку надзвуковим потоком в каналі сопла для холодного газодинамічного напилювання та високошвидкісної взаємодії при зіткненні частинок з підкладкою. Предметом дослідження є закономірності впливу геометрії сопла та параметрів процесу холодного газодинамічного напилювання на температуру та швидкість частинок порошку в потоці. Актуальність та необхідність проведення досліджень обумовлена розвитком технології холодного газодинамічного напилювання в області інженерії поверхні, а також використання технології для створення об’ємних

адитивних матеріалів. Підвищення продуктивності процесу та забезпечення високих експлуатаційних показників якості покриттів може бути досягнуто шляхом вдосконалення елементів обладнання та оптимізації режимів напилювання для формування покриттів із заданих порошкових матеріалів. Окрім того, розширення технологічних можливостей обладнання для напилювання покриттів на внутрішні та важкодоступні поверхні деталей, відкриє нові напрямки практичного застосування технології в області напилювання захисних і відновлювальних покриттів. Наукова новизна отриманих результатів полягає в такому: 1) уперше запропоновано метод профілювання надзвукових одно- та багатоканальних поворотних сопел для холодного газодинамічного напилювання покриттів на внутрішні та важкодоступні поверхні, яке забезпечує необхідні значення швидкості частинок порошку на виході з сопла для їх зчеплення з підкладкою при повороті потоку на 90°. 2) Уперше за результатами чисельного моделювання одержано залежності температурно-швидкісних характеристик частинок порошку на виході з поворотного сопла від матеріалу частинок, їх розміру, температури та тиску газу на вході в сопло. 3) Уперше запропоновано підхід до призначення режимів холодного газодинамічного напилювання, заснований на плануванні багатофакторного експерименту, методології поверхні відгуку і GA+BPNN, який дозволяє призначати технологічні параметри напилювання покриттів, що забезпечують досягнення частинками порошку швидкості, необхідної для їх зчеплення з підкладкою. 4) Уперше на основі чисельного моделювання та методології планування багатофакторного експерименту отримано залежності пористості від швидкості частинки, її температури, та температури підкладки в досліджуваних діапазонах значень. Практична значущість отриманих результатів полягає в тому, що результати, отримані у дисертаційному дослідженні, можуть бути використані при розв'язуванні широкого класу практичних задач при розроблені технологій та технологічних рекомендацій з напилювання захисних і відновлювальних покриттів, зокрема: - запропонований метод профілювання поворотного надзвукового сопла для холодного газодинамічного напилювання дозволяє визначити геометричні параметри сопла за заданими характеристиками використаного порошкового матеріалу, тиску та температури газу на вході в сопло; - виявлені особливості впливу матеріалу частинок порошку, їх розміру, початкових значень температури та тиску газу на температуру та швидкість частинок на виході з сопла, розширюють уявлення про закономірності процесів газодинаміки двофазного потоку в надзвукових соплах для холодного газодинамічного напилювання; - результати дослідження процесів прискорення частинок порошку в надзвукових соплах та високошвидкісного зіткнення частинок з підкладкою створюють теоретичну базу для вдосконалення моделей цих процесів, проєктування та створення обладнання для холодного газодинамічного напилювання; - запропоновані в дисертаційній роботі підходи щодо призначення режимів напилювання можуть бути використані для оптимізації параметрів холодного газодинамічного напилювання з метою керування та забезпечення заданих характеристик покриттів.

2. The dissertation is devoted to the creation of an approach to the design of supersonic nozzles of various configurations for cold gas-dynamic spraying and the optimization of spraying parameters in the development of technological recommendations based on numerical modeling of the processes of the acceleration of powder particles in the gas flow and their high-speed deposition with the substrate surface. The object of research is the process of acceleration of powder particles by a supersonic flow in the nozzle channel for cold gas-dynamic spraying and high-speed interaction when the particles impact on the substrate. The subject of the study is the influence of the nozzle geometry and the parameters of the cold gas-dynamic spraying process on the temperature and speed of the powder particles in the flow. The relevance and necessity of research is due to the development of cold gas-dynamic spraying technology in the field of surface engineering, as well as the use of technology to create volumetric additive materials. Increasing the productivity of the process and ensuring high performance indicators of coating quality can be achieved by improving equipment elements and optimizing spraying modes for forming coatings from given powder materials. In addition, the expansion of technological capabilities of equipment for spraying coatings on internal and hard-to-reach surfaces of parts will open new directions of practical application of technology in the field of spraying protective and restorative coatings. The scientific novelty of the obtained results is as follows: 1) for the first time, a method of profiling supersonic single-

and multi-channel right-angle nozzles for cold gas-dynamic spraying of coatings on internal and out-off-view surfaces was proposed, which provides the necessary values of the speed of powder particles at the exit of the nozzle for their adhesion to the substrate when the flow is turned by 90°. 2) For the first time, based on the results of numerical modeling, the dependence of the temperature-velocity characteristics of the powder particles at the exit from the right-angle nozzle on the material of the particles, their size, temperature and gas pressure at the entrance to the nozzle was obtained. 3) For the first time, an approach to assigning cold gas-dynamic spraying modes is proposed, based on the planning of a multi-factor experiment, response surface methodology and GA+BPNN, which allows assigning the technological parameters of coating sputtering, which ensure that the powder particles achieve the speed necessary for their adhesion to the substrate. 4) For the first time, on the basis of numerical modeling and the planning methodology of a multifactorial experiment, the dependences of porosity on particle speed, its temperature, and the temperature of the substrate in the studied ranges of values were obtained. The practical significance of the obtained results lies in the fact that the results obtained in the dissertation research can be used in solving a wide class of practical problems when developing technologies and technological recommendations for spraying protective and restorative coatings, in particular: - the proposed method of profiling a right-angle supersonic nozzle for cold gas-dynamic spraying allows to determine the geometric parameters of the nozzle according to the specified characteristics of the used powder material, pressure and temperature of the gas at the nozzle entrance; - the revealed features of the effect of the material of the powder particles, their size, initial values of temperature and gas pressure on the temperature and speed of particles at the exit from the nozzle, expand the understanding of the regularities of gas dynamics processes of two-phase flow in supersonic nozzles for cold gas dynamic spraying; - the results of the study of the processes of acceleration of powder particles in supersonic nozzles and high-speed deposition of particles on the substrate create a theoretical basis for improving the models of these processes, designing and creating equipment for cold gas-dynamic spraying; - the approaches proposed in the dissertation regarding the designation of spraying modes can be used to optimize the parameters of cold gas-dynamic spraying in order to control and ensure the given characteristics of the coatings.

Державний реєстраційний номер ДіР:

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 виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Новий напрямок у науці і техніці

Публікації:

- 1. Kun, T., Jie, H. W., Markovych, S., & Wang, Y. Dimet Laval nozzle expansion section analysis and optimization. Journal of Engineering Sciences, 2021, 8(2): F6-F10
- 2. Kun, T., Jie, H. W., Markovych, S., & Wang, Y. Optimization of cold spray nozzles based on the response surface methodology. Journal of Engineering Sciences, 2024, 11(1): F1-F11
- 3. Hu, W. J., Tan, K., Markovych, S., & Liu, X. L. Study of a cold spray nozzle throat on acceleration characteristics via CFD. Journal of Engineering Sciences, 2021, 8: 19-24. DOI: https://doi.org/10.21272/jes.2021.8(1).f3
- 4. W. J. Hu, K. Tan, S. Markovych, T. T. Cao, and X. L. Liu. Ordered Zirconium Alloys with Intermetallic Hardening Research on Adhesive Mechanism of Al + Ti Mixed Powders Deposited on Ti6Al4V Substrate by CS Using Abaqus/Explicit. Metallofz. Noveishie Tekhnol, 2022, 44(5):613-621

- 5. Tan, K., Hu, W., Shorinov, O., & Wang, YR. Simulating multi-particle deposition based on CEL method: studying the efects of particle and substrate temperature on deposition. Aerospace Technic and Technology, 2024, 1(193): 64-75
- 6. Tan, K. Analysis of spray particles entrance of Right-angle cold spray nozzle based on CFD. Mechanics and Advanced Technologies, 2023, 7(3(99)): F1-F11

Наукова (науково-технічна) продукція: технології

Соціально-економічна спрямованість: економія матеріалів; зменшення зносу обладнання

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0122U001341

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шорінов Олександр Володимирович

2. Oleksandr V. Shorinov

Кваліфікація: к.т.н., доцент, 05.03.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Санін Анатолій Федорович

2. Anatoliy Sanin

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5614-3882

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Код за ЄДРПОУ: 02066747

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коноплянченко Євген Владиславович
2. Ievgen V. Konoplianchenko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.02.08, 05.03.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4814-1796

Додаткова інформація:
;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57194868590;https://www.webofscience.com/wos/author/record/561850

Повне найменування юридичної особи: Сумський національний аграрний університет

Код за ЄДРПОУ: 04718013

Місцезнаходження: вул. Герасима Кондратьєва, буд. 160, Суми, Сумський р-н., 40021, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бреус Андрій Олександрович
2. Andrii O. Breus

Кваліфікація: к.т.н., доцент, 05.03.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7310-1465

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Широкий Юрій Вячеславович
2. Yurii V. Shyrokyi

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.03.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4713-0334

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Баранов Олег Олегович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Баранов Олег Олегович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Дмитренко Євгенія Валеріївна
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна