

Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0221U101453

Державний реєстраційний номер: 0118U003596

Відкрита

Дата реєстрації: 21-01-2021



1. Етапи виконання

Номер етапу: 3

Назва етапу: Розробка та дослідження технологій нанесення плазмових покриттів на деталі холодної частини газотурбінних двигунів.

Початок етапу: 01-2020

Закінчення етапу: 12-2020

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Національний університет "Запорізька політехніка"

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02070849

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Адреса: вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, Запорізький р-н., Запорізька обл., 69063, Україна

Телефон: 380617642506

Телефон: 380617642141

E-mail: rector@zntu.edu.ua

WWW: <http://www.zntu.edu.ua/>

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Національний університет "Запорізька політехніка"

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02070849

Адреса: вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, Запорізький р-н., Запорізька обл., 69063, Україна

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Телефон: 380617642506

Телефон: 380617642141

E-mail: rector@zntu.edu.ua

WWW: <http://www.zntu.edu.ua/>

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

КПКВК: 2201040

Напрямок фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 314.7 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Розробка складів різнофункціональних покриттів та технологій їх нанесення на відповідальні деталі газотурбінних двигунів літальних апаратів подвійного використання

Назва роботи (англ)

Development of multi-functional coating compositions and technologies for their application to critical parts of gas turbine engines of dual-use aircrafts

Реферат (укр)

В роботі проведено дослідження фазового складу та структури ущільнювальних покриттів різних складів, що працюють в умовах 1100 С. За результатами дослідження жаростійкості встановлено, що найбільш сприятливі результати щодо опору високотемпературній корозії демонструє покриття складу №3. Показано, що при контактній температурі 1400 К, яка утворюється при нагріві частинок до температури кипіння заліза і товщині частинки 8 мкм, міцність зчеплення на ювенільній поверхні підвищується до рівня міцності основи. Для частинок з температурою 2735 С рівень контактної температури на протязі кількох мікросекунд істотно перевищує температуру плавлення оксидної плівки, що є необхідною умовою для її змочування і забезпечення повноти фізичного контакту з частинкою покриття. Запропоновано когезійно-оксидну модель міцності зчеплення, яка враховує вплив прошарку оксидів між покриттям і підкладкою. На відміну від існуючої моделі міцності, в новій моделі як підкладка приймається поверхня оксидного шару, а не поверхня металу. Враховується переважна присутність окислу заліза FeO (вюститу) у складі оксидного шару. Міцність контактної зони має дорівнювати когезійній міцності оксидного шару підкладки. Визначено раціональний режим іонно-плазмового азотування пера робочої лопатки компресора. За показниками пластичності поверхневого шару кращими параметрами володіють лопатки оброблені за режимом P1.

Реферат (англ)

In this work, the phase composition and structure of sealing coatings of various compositions operating under conditions of 1100 C were investigated. According to the results of the study of heat resistance, it was found that the best results in resistance to high-temperature corrosion are demonstrated by the coating of composition No. 3. It is shown that at a contact temperature of 1400 K, which is formed when the particles are heated to the boiling point of iron and a particle size of 8 mcm, the adhesion strength on the juvenile surface increases to the level of the base strength. For particles with a temperature of 2735 C, the level of contact temperature for several microseconds significantly exceeds the melting point of the oxide film, which is a necessary condition for wetting it and ensuring complete physical contact with the coating particle. The proposed cohesive-oxide model of adhesion strength takes into account the effect of an oxide layer between the coating and the substrate. In contrast to the existing strength model, the new model takes the surface of the oxide layer as a substrate, rather than the surface of the metal. The overwhelming presence of iron oxide FeO in the composition of the oxide layer is taken into account. The strength of the contact zone should be equal to the cohesive strength of the substrate oxide layer. The rational mode of ion-plasma nitriding of the airfoil of the compressor rotor blade has been determined. In terms of the plasticity of the surface layer, the blades treated according to the P1 mode have the best parameters

Індекс УДК: 662.2.01, 621.77: 621.45.037

Коди тематичних рубрик НТІ: 53.37

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Лабіринтне ущільнення газових турбін з покриттям

Назва продукції (англ): Coated labyrinth seal of gas turbines

Очікувані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: 35.30.0, 73.10.2

Опис продукції (укр): абіринтне ущільнення газових турбін з покриттям забезпечує надійність ущільнювального покриття. На початковому етапі холодного обкатування ГТД твердість та міцність покриття низькі, що забезпечує легке врізання в нього гребінців лабіринтного ущільнення без інтенсивного зношування їх торцевих поверхонь. На етапі експлуатації двигуна його руйнування виключається за рахунок збільшення твердості та міцності під дією підвищеної температури.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Зменшення зносу обладнання

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Впроваджено

Строки впровадження: 11.2020-12.2020

Виробник продукції: НУ "Запорізька політехніка"

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Права інтелектуальної власності: Отримано патент

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

- Greshta V. Studying and designing improved coatings for labyrinth seals of gas-turbine engine turbines / Greshta V., Tkach D., Sotnikov Ye., Pavlenko D., Klymov O. // Eastern-european journal of enterprise technologies. - 2018. - 4/12 (94). - P. 56-63.
- Boguslaev V.O. Evaluation of the Tribotechnical Characteristics of Thermo-Barrier Sealing Coatings under Critical Loads / V.O. Boguslaev, V.L. Greshta, D.V. Tkach, V.I. Kubich, E.G. Sotnikov, Z.V. Lekhovitsers, O.V. Klymov. Journal of friction and wear. - 2019 - Vol. 40. - № 1. - P. 80-87.
- Dvirnyk Y. Determination of Serviceability Limits of a Turboshaft Engine by the Criterion of Blade Natural Frequency and Stall Margin / Y. Dvirnyk, D. Pavlenko, R. Przysowa // Aerospace. - 2019. - № 6. - P.132
- Pavlenko, D.V. Resource-Saving Technology of Manufacturing of Semifinished Products from Intermetallic γ -TiAl Alloys Intended for Aviation Engineering / D.V. Pavlenko, Y.O. Belokon, D.V. Tkach // Material Science - 2020. - № 55. - P. 908-914.
- Boguslaev V.O. Effect of alloying heat-resistant packing coatings on their tribotechnical, physical and mechanical properties / V.O. Boguslaev, V.L. Greshta, V. I. Kubich, D.V. Tkach, Ye.O. Fasol, V.O. Lekhovitsers // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. - 2020. - № 6. - P. 55-60.
- Грешта В.Л. Особливості вибору лігатури для підвищення експлуатаційних властивостей ущільнювальних покриттів деталей турбіни газотурбінних двигунів / Грешта В.Л., Ткач Д.В., Сотніков Є.Г., Леховіцер З.В., Климов О.В., Фасоль Є.О. // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. - 2018. - № 1. - С.25-31.
- Грешта В.Л. Дослідження впливу легування на температурний коефіцієнт лінійного розширення покриттів / В.Л. Грешта, Д.В. Ткач, О.В. Климов, Є.Г. Сотніков, З.В. Леховіцер // Авиационно-космическая техника и технология. - 2018. - №7 (151). - С. 81-87.
- Ершов А.В. Влияние мощности плазмотрона на качество бескамерных титановых покрытий / А.В. Ершов, Е.А. Зеленина, С.Н. Мацюк // Вісник двигунобудування. - 2018. - №1. - С. 23-34
- Ершов А.В. Оценка распределения остаточных механических напряжений в плазменных покрытиях / А. В. Ершов, С. В.

Лоскутов, Е. А. Зеленина // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. - 2018. - № 2. - С. 78-83.

10. Ершов А.В. Вплив оптимальної зміни висоти польоту на економію палива та збільшення дальності літака / А.В. Ершов, Е.А. Зеленина, І.А. Гелетей, А.А. Марченко // Вісник двигунобудування. - 2019. - №1. - С. 6-10.

11. Кубіч В.І. Методика триботехнічних випробувань металевих матеріалів в умовах тепломеханічного навантаження на машині тертя СМЦ-2 / В.І. Кубіч, В.Л. Грешта // Проблеми тертя та зношування в машинах. - Київ: НАУ. - № 4(85). - 2019. - С.18-22.

12. Грешта В.Л. Расчетно-экспериментальная методика определения динамического модуля упругости прирабатываемых уплотнительных покрытий турбин ГТД / В.Л. Грешта, Д.В. Павленко, Я.В. Двирный, Д.В. Ткач // Авиационно-космическая техника и технология. - Харьков, 2019. - Вып.8/160. - С. 105-113.

13. Вишнепольский Є.В. Визначення залишкових напружень в поверхневому шарі деталей ГТД методом свердлення малих отворів / Є.В. Вишнепольский, Д.В. Павленко, М.В. Сидоренко, А.О. Писарський // Матеріалознавство та обробка металів. - 2020. - №. 3 - С. 69-75.

14. Loskutov S. Strength and Mechanism of Adhesion to the Substrate Layer while Applying Plasma Coatings in Oxidizing Environments / S. Loskutov, A. Ershov, E. Zelenina // Journal of Material Science and Technology Research. - 2020. - №7. - P. 1-10

15. Грешта В.Л. Перспективи використання ущільнювальних покриттів на основі нікелю в гарячому тракті газотурбінних двигунів / В.Л. Грешта, Д.В. Ткач, Є.Г. Сотніков, О.В. Климов, Є.О. Фасоль // Металознавство та обробка металів, 2020. - №3. - том 26. - С. 88-94

16. Сотников Е.Г. Повышение эксплуатационной надежности уплотнительных теплозащитных покрытий деталей ГТД./ Е.Г. Сотников, В.Л. Грешта, Д.В. Ткач, И.К. Соломонов // Тезисы докладов XI Международных молодежных научно-технических чтений им. А.Ф. Можайского. 14-17 травня 2018 р. - Запорожье: АО "Мотор Сич". - 2018. - С. 214-216.

17. Кононенко А. Моменти інерції складових частин неоднорідного перерізу / А. Кононенко, О.А. Зеленина, А.В. Ершов // Тиждень науки. Тези доповідей науково-практичної конференції. Запоріжжя, 16-20 квітня 2018 р. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - С. 32-33

18. Ткач Д.В. Вплив легування на температурний коефіцієнт лінійного розширення ущільнювальних покриттів / Д.В. Ткач, І.К. Соломонов // Тиждень науки. Тези доповідей науково-практичної конференції. Запоріжжя, 16-20 квітня 2018 р. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - С. 32-33

19. Зеленина Е.А. Измерение модуля упругости отслоенного кольцевого покрытия при действии радиальной нагрузки / Зеленина Е.А., Ершов А.В. // Тезисы докладов XI Международных молодежных научно-технических чтений им. А.Ф. Можайского. 14-17 травня 2018 р. - Запорожье: АО "Мотор Сич", 2018. - С.100-102.

20. Кубіч В.І. Методика фізичного моделювання процесів термомеханічного навантаження покриттів при проведенні триботехнічних випробувань / Кубіч В.І., Грешта В.Л. // Наукові праці. Сучасні технології на автомобільному транспорті і машинобудуванні. Міжнар. наук.- практ. конф., 15-18 жовтня 2019. - Харків : ХНАДУ, 2019. - С. 226-230.

21. Ершов А.В. Вплив оптимальної зміни висоти польоту на економію палива та збільшення дальності літака / Ершов А.В., Зеленина Е.А., Гелетей І.А. Марченко А.А. // Вісник двигунобудування. - 2019. - №1. - С. 6-10

22. Грешта В.Л. Удосконалення складу серійних ущільнювальних покриттів деталей турбіни для підвищення коефіцієнту корисної дії газотурбінних двигунів / В.Л. Грешта, С.В. Березкін // XIV Міжнародна науково-технічна конференція "Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів": Тези доповідей. - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2019. - С. 27-28

23. Кубіч В.І. Дослідження триботехнічних характеристик ущільнювальних покриттів турбіни ГТД / В.І. Кубіч, В.Л. Грешта, Є.О. Фасоль, Є.Г. Сотніков // XIV Міжнародна науково-технічна конференція "Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів": Тези доповідей. - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2019. - С. 29-30

24. Грешта В.Л. Розробка методики моделювання процесів термомеханічного навантаження жаростійких ущільнювальних покриттів при проведенні триботехнічних випробувань / В.Л. Грешта, В.І. Кубіч // XIV Міжнародна науково-технічна

конференція "Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів": Тези доповідей. - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2019. - С. 39-41

25. Грешта В.Л. Дослідження механічних характеристик ущільнювальних покриттів турбіни ГТД / В.Л. Грешта, Є.О. Фасоль, Д.В. Ткач // XIV Міжнародна науково-технічна конференція "Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів": Тези доповідей. - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2019. - С. 31-32

26. Джус А.В. Математична обробка результатів вимірювань при мінімальній їх кількості / А.В. Джус, В.Л. Грешта, В.Ю. Ольшанецький // XIV Міжнародна науково-технічна конференція "Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів": Тези доповідей. - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2019. - С. 135-136

27. Єршов А.В. Метод визначення когезійної міцності та залишкових напружень плазмових покриттів / А.В. Єршов, О.А. Зеленіна // XIV Міжнародна науково-технічна конференція "Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів": Тези доповідей. - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2019. - С. 142-144

28. Соломонов І.К. Оцінка експлуатаційних властивостей ущільнювальних покриттів легованих ітрієвміщуючими лігатурами / І.К. Соломонов, Д.В. Ткач, З.В. Леховицер, В.Л. Грешта // XIV Міжнародна науково-технічна конференція "Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів": Тези доповідей. - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2019. - С. 35-36

29. Ольшанецький В.Ю. Вплив добавок борида кремнію на властивості реакційнозатвердіваючих покриттів для захисту нікелевих сплавів / Ольшанецький В.Ю., Ненароков В.К., Грешта В.Л. // XIV Міжнародна науково-технічна конференція "Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів": Тези доповідей. - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2019. - С. 25-27

30. Пишняк О.В. Підвищення коефіцієнту корисної дії ГТД застосуванням ущільнювальних покриттів / Пишняк О.В., Климов О.В. // Тиждень науки. Тези доповідей науково-практичної конференції. Запоріжжя, 13-17 квітня 2020 р. - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2020. - С. 34-35

31. Єршов А.В. Деформація зразка після нанесення плазмового покриття / А.В. Єршов, О.А. Зеленіна, В.В. Залозецький // Тиждень науки. Тези доповідей науково-практичної конференції. Запоріжжя, 13-17 квітня 2020 р. - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2020. - С. 40-41

32. Єршов А.В. Напружений стан плазмового покриття та жорсткої основи / А.В. Єршов, О.А. Зеленіна О.А., В.В. Залозецький // Тиждень науки. Тези доповідей науково-практичної конференції. Запоріжжя, 13-17 квітня 2020 р. - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2020. - С. 23-24

33. Elected works of the physics department: collection of scientific works / Ministry of education and science of Ukraine, Zaporizhzhia National Technical University, Department of Physics. - Zaporizhzhia: ZNTU, 2019. - 194 p.

34. Патент 128096 Україна МПК6 C22C 1/1, C22C 19/03. №201806910. Металокерамічний ущільнювальний матеріал / Жеманюк П.Д., Сотніков Є. Г., Леховицер З.В.; Грешта В. Л. Ткач Д. В., Климов О. В. заявл. 20.06.18. опубл. 27.08.18, Бюл. №16/2018.

35. Патент 133962 України, МПК F16J 15/447 (2006.01) F01D 11/02 (2006.01) Лабіринтне ущільнення газових турбін з покриттям / Д.В. Павленко, Д.В. Ткач, В.Л. Грешта Запорізький національний технічний університет. № u201811857; заявл. 30.11.2018; опубл. 25.04.2019. бюл. № 8/2019.

36. Патент 142232 Україна МПК G01N3/32(2006.01) Спосіб визначення динамічного модуля пружності покриттів, що припрацьовуються Грешта В.Л., Павленко Д.В., Ткач Д.В. № u201911081 заявл. 11.11.2019 опубл. 25.05.2020. бюл. №10/2020.

37. Заявка u202008167 Україна МПК(2020.01) B23K10/00 Плазмотрон для напilenня титану у відкритому середовищі / А.В. Єршов, С.В. Сейдаметов, О.А. Зеленіна, С.М. Мацюк; заявник Національний університет «Запорізька політехніка»; заявл. 21.12.2020

8. Звітна документація

Мова звіту: Українська

Умови поширення в Україні: Заборонено

Умови передачі іншим країнам: Заборонено

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Єршов Анатолій Васильович (д. т. н., професор)

Грешта Віктор Леонідович (к. т. н., професор)

Зеленіна Олена Анатоліївна

Климов Олександр Володимирович (к.т.н., доц.)

Кубіч Вадим Іванович (к. т. н., с.н.с.)

Павленко Дмитро Вікторович (к. т. н., доц.)

Сейдаметов Станіслав Валерійович

Сотніков Євгеній Георгійович (к. т. н.)

Ткач Дар'я Володимирівна (к. т. н., доц.)

Керівник організації:

Наумик Валерій Владиленович (д.т.н., професор)

Керівники роботи:

Єршов Анатолій Васильович (д. т. н., професор)

**Керівник відділу реєстрації наукової діяльності
УкрІНТЕІ**



Юрченко Т.А.