* 1. **АНОТОВАНИЙ ЗВІТ**

ПРО ВИКОНАННЯ КАФЕДРАЛЬНОЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

за 2021-2024 навчальні роки

**1.**  **Назва кафедри:** Технології авіаційних двигунів.

**2.**  **Шифр, назва роботи, номер державної реєстрації НДР:** 01111, Підвищення якості виготовлення деталей ротору вісьового компресора ГТД технологічними методами

**3. Категорія роботи:** фундаментальне дослідження, прикладне дослідження, науково-технічна (експериментальна) розробка (**вибрати необхідне**).

**4. Керівник роботи:** Качан О. Я., д.т.н., професор.

**5. Виконавці:** Павленко Д. В., д.т.н., проф., зав. кафедрою; Качан О. Я., д.т.н., проф.; Уланов С. О., д-р філософії; Сахнюк Н. В., к.т.н., доцент; Бабенко О. М., к.т.н., доцент; Лазарєва О. О., ст. викладач; Кривих Ю. І., ст. викладач.

**6. Основні найважливіші наукові і (або) науково-технічні результати** (20 рядків тексту).

Розглянуто типи та особливості конструкції роторів осьових компресорів авіаційних газотурбінних двигунів. Проведено аналіз впливу технологічних методів виготовлення на параметри якості поверхневого шару та експлуатаційні характеристики валів ГТД.

Проведено аналіз впливу технологічних методів виготовлення на параметри якості поверхневого шару та експлуатаційні характеристики дисків роторів компресорів ГТД.

Проведено аналіз впливу технологічних методів виготовлення на параметри якості поверхневого шару та експлуатаційні характеристики робочих лопаток компресорів ГТД.

Розглянуто технологічну спадковість та її вплив на експлуатаційні властивості деталей.

Розроблено методичне забезпечення досліджень для досягнення поставлених у роботі задач, яке включає методику, устаткування й інструмент для обробки дисків і зварних барабанів роторів компресорів у псевдозрідженому шарі абразиву, а також методики та устаткування для дослідження ультразвукового зміцнення деталей роторів компресорів.

Представлено розроблену технологію обробки дисків і зварних барабанів роторів компресорів у псевдозрідженому шарі абразиву. Встановлено основні закономірності процесу обробки дисків у псевдозрідженому шарі абразиву.

Приведені результати досліджень обробки натурних дисків компресора в псевдозрідженому шарі абразиву та якість їх поверхневого шару.

**7.**  **Практична цінність** **результатів** (30 рядків тексту).

В результаті дослідження було встановлено, що:

1. Обробка барабана ротора КВТ у ПША без застосування повітряних сопел після відпалу не робить істотного впливу на довговічність диска IV ступеня.

2. Обробка барабана ротора КВТ у ПША у складі барабана із застосуванням повітряних сопел приводить до збільшення довговічності диска IV ступеня в 2,2 рази при температурі випробування, що становить 400 °С, у порівнянні з обробкою у ПША без сопел.

3. Низькотемпературний відпал барабана при Т = 550 °С є більш кращим, ніж відпал при Т = 750 °С, тому що його циклічна довговічність більше в 1,76 раз.

4. Відпал при 750 °С повністю знімає ефект зміцнення, який отримано після обробки в ПША. Повторна обробка диска в складі барабана методом ПША відновлює його довговічність до вихідного стану.

Розроблено методику проведення експериментальних досліджень, у якій представлено план та послідовність проведення експериментальних робіт.

Запропоновано методику деформаційного зміцнення поверхневого шару деталей ротора компресора, яка включає ультразвукове зміцнення стальними кульками, що дозволило установити найбільш раціональні фінішні технологічні операції.

Застосовані методики дослідження характеристик поверхневого шару деталей ротора компресора, які включають визначення залишкових напруг, мікротвердості, параметрів наклепу, мікроструктури й шорсткості, що дозволило встановити комплекс характеристик поверхневого шару з урахуванням технологічної спадковості видів та режимів обробки.

Експериментально встановлені умови та режими, а також зміну геометричних розмірів елементів конструкції дисків ротора осьового компресора з титанових та жароміцних сплавів після їхньої обробки в псевдозрідженому шарі абразиву.

При цьому радіус скруглення кромок по контуру паза забезпечується в діапазоні 0,2...0,3 мм, а по денцю ~ 0,1 мм із шорсткістю поверхні полотна диска Rа = 0,63 мкм, а знімання матеріалу по полотну находиться в діапазоні 0,01...0,04 мм.

Експериментально встановлено, що після обробки дисків ротора компресора в псевдозрідженому шарі абразиву мікротвердість поверхневого шару не змінюється, наводяться залишкові напруги стиску з максимальною величиною до 300...480 МПа, довговічність підвищується в 2,5...3 рази, а для дисків зі збільшеним радіусом викружки паза до R = 2,0 мкм, довговічність підвищується в 5...6 разів у порівнянні із серійним варіантом обробки.

При цьому живучість дисків становить від 41 % до 77,8 % від повної довговічності, а довговічність до руйнування міжпазових виступів дисків IV і V ступеня КВТ становить 3700 циклів.

**8. Цінність результатів для навчального процесу** (20 рядків тексту).

Створено курси лекцій з предметів: Методи забезпечення ресурсу деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки (PhD), Технологічне забезпечення експлуатаційних характеристик деталей ГТД (PhD).

Буде створено оновлені лабораторні роботи з предмету Експлуатація та обслуговування АД і ЕУ.

Захищено дисертацію на тему «Підвищення якості виготовлення деталей ротора осьового компресора ГТД технологічними методами», автор Уланов С. О., науковий керівник Павленко Д. В., дата захисту 21.01.2022.

Перелік курсових, дипломних та інших робіт, що захищені на базі зазначеної наукової роботи за час її виконання (дипломна, курсова або інша робота, її найменування, автор, керівник).

Використання результатів у науковій роботі, науково-технічній та інноваційній діяльності студентів.

**9. Кількість: студентів 4, аспірантів 14, докторантів 1**, які брали участь у виконанні НДР.

**10. Можливість (або факт ) упровадження у виробництво.**

АТ «Мотор Січ», акт впровадження дисертаційної роботи на тему «Підвищення якості виготовлення деталей ротора осьового компресора ГТД технологічними методами»

**11. Бібліографічний перелік монографій, підручників, посібників, патентів, наукових статей, інших публікацій,** які опубліковано за матеріалами досліджень за період виконання НДР

1. Pavlenko, D., Dvirnyk, Y., & Przysowa, R. (2021). Advanced materials and technologies for compressor blades of small turbofan engines. Aerospace, 8(1), 1-16. doi:10.3390/aerospace8010001

2. Pavlenko D, Dvirnyk Y, Przysowa R. Advanced Materials and Technologies for Compressor Blades of Small Turbofan Engines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021, 1024(1)

3. Качан А. Я., Уланов С. А. Особенности процесса горячего выдавливания заготовок рабочих лопаток компрессора ГТД. *Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні.* 2021. № 1. С. 41–46.

4. Качан А. Я., Уланов С. А. Влияние условий деформирования титановых сплавов на качество поверхности пера компрессорных лопаток. *Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні.* 2021. № 2.С. 26–31.

1. Kachan O. et al. Relaxation of the Technological Residual Stresses during the Thermal Exposure in Titanium Samples. Selected Papers from The International Conference on Advanced Mechanical and Power Engineering (CAMPE 2021), October 18-21, 2022.

2. Tkach D. et al. The Main Defects and Ways to Improve the Quality of Layer-by-Layer Sintered Gas Turbine Parts. Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems / Arsenyeva O. et al. (eds). 2023. Vol 536. Springer, Cham.

3. Pavlenko D. et al. Increasing the Bearing Capacity of the Compressor Bling Blades by Technological Methods. Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems / Arsenyeva O. et al. (eds). 2023. Vol 536.

4. Pavlenko D. et al. Improving the efficiency of finishing hardening treatment of gas turbine engine blades. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. No. 1/12 (115). P. 31-37.

5. Качан О. Я., Уланов С. О. Підвищення довговічності зварних барабанів роторів компресорів обробкою в псевдозрідженому шарі абразиву. Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. 2022. № 1. С. 53-57.

6. Bembenek M. et al. Tribology Characteristics of Heatproof Alloys at a Dynamic Pin Ladening in the Variable Temperature Field. Advances in Science and Technology Research Journal. 2023. Vol. 17, No. 5. P. 140–152. DOI: 10.12913/22998624/171836.

7. Качан О. Я., Уланов С. О. Встановлення закономірностей обробки дисків в псевдозрідженому шарі абразиву. Космічна наука і технологія. 2023. № 6. С.

8. Kachan O., Pavlenko D., Ulanov S. Relaxation of the technological residual stresses during the thermal exposure in titanium samples. Advances in Mechanical and Power Engineering. 2023. P. 247–255. DOI: 10.1007/978-3-031-18487-1\_25.

9. Pavlenko D. et al. The main defects and ways to improve the quality of layer-by-layer sintered gas turbine parts. Smart Technologies in Urban Engineering. 2023. P. 525-536. DOI: 10.1007/978-3-031-20141-7\_48.

10. Pavlenko D. et al. Increasing the bearing capacity of the compressor bling blades by technological methods. Smart Technologies in Urban Engineering. 2023. P. 502-512. DOI: 10.1007/978-3-031-20141-7\_46.

11. Usov V. et al. Texture and Anisotropy of Mechanical Properties of Inconel 718 Alloy Products Obtained by 3D-Printing from Powders. Metallofiz. Noveishie Tekhnol. 2023. Vol. 45, No. 1. P. 111–125. DOI: 10.15407/mfint.45.01.0111.

12. Honchar N. et al. Model of Influence of the Machined Material Properties on Wear of the Polymeric-Abrasive Tool Filaments. Strojnícky časopis - Journal of Mechanical Engineering. 2023. Vol. 73, No. 1. P. 67-85. DOI: 10.2478/scjme-2023-0006.

13. Tarasov O. et al. Development of Integrated CAD/CAE Systems Based on Parameterization of the Simulated Process. International Scientific and Technical Conference on Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering, ICTM 202. 2023. Vol. 657 LNNS. P. 679. DOI: 10.1007/978-3-031-36201-9\_56.

14. Усов В. В. та ін. Текстура й анізотропія механічних властивостей виробів зі стопу Inconel 718, одержаних 3D-друком з порошків. Металофізика та новітні технології. 2023. Т. 45, № 1. С. 111-125.

15. Золотаревський І. В., Ольшанецький В. Ю., Щетініна М. О. Мартенситне перетворення в крицях і стопах на основі Fe–Ni-інварів. Металофізика та новітні технології. 2023. Т. 45, № 5. С. 719-736.

16. Качан О. Я., Уланов С. О. Встановлення закономірностей обробки дисків у псевдозрідженому шарі абразиву. Космічна наука і технологія. 2023. Т. 29, № 6. С. 62-67. DOI: 10.15407/knit2023.06.062.

17. Greshta V., Shalomeev V., Tkach D., Pavlenko D., Brykov M., Yastsun Y., Zhukova N. Bioresorbable magnesium-based alloys for osteosynthesis. Acta Metallurgica Slovaca. 2024. Vol. 30, No. 1. P. 5-14. DOI: 10.36547/ams.30.1.1974.

18. Комочкін М.С., Циганов В. В., Сахнюк Н. В., Лазарєва О. О., Кривих Ю. І. Фізичне моделювання процесів зношування бандажних полиць робочих лопаток ГТД // *Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні*. 2024. № 1. С. 69-75. DOI:https://doi.org/10.15588/1607-6885-2024-1-9

**12. Рішення ради факультету**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ від "13.06" 2024р. (протокол № 9 ) щодо результатів роботи та пропозиції щодо її впровадження, продовження.