

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0822U100488

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 29-01-2022

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Уланов Сергій Олександрович

2. Ulanov Serhii O.

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор філософії

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 134

**Назва наукової спеціальності:** Механічна інженерія. Авіаційна та ракетно-космічна техніка

**Галузь / галузі знань:**

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 20-01-2022

**Спеціальність за освітою:** Авіаційна та ракетно-космічна техніка

**Місце роботи здобувача:** Національний університет "Запорізька політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070849

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

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ 64.062.011

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02066769

**Місцезнаходження:** вул. Чкалова, буд. 17, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61070, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

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

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Запорізька політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070849

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

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 55.21.21, 55.42.47.37

**Тема дисертації:**

1. ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РОТОРА ОСЬОВОГО КОМПРЕСОРА ГТД ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ
2. Improving the quality of manufacturing of the axial compressor rotor parts of the gas turbine engine by technologies methods

**Реферат:**

1. АНОТАЦІЯ Уланов Сергій Олександрович. Підвищення якості виготовлення деталей ротора осьового компресора ГТД технологічними методами. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка». – Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя 2021 р.; Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, 2021 р. 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. За результатами аналітичного огляду літературних джерел сформульовано висновки, а також обґрунтовано мету й задачі дослідження. 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 методики дослідження впливу технологічної спадковості на параметри якості деталей і релаксації залишкових напружень у поверхневому шарі під впливом термоекспозиції, а також методики дослідження характеристик поверхневого шару та математичної обробки результатів експериментів. Виконана класифікація деталей ротора осьового компресора за конструктивно-технологічними ознаками. 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. Встановлено, що обробка дисків роторів компресорів ГТД із титанових сплавів у псевдозрідженому шарі абразиву підвищує їх довговічність у 2,5...3,0 рази, а обробка зварних барабанів у псевдозрідженому шарі абразиву з повітряними соплами підвищує їх довговічність у 2,2 рази. Встановлені аналітичні закономірності параметрів поверхневого шару тонкостінних деталей від інтенсивної залишкової деформації після зміцнювальної обробки та дана зрівняльна характеристика точності визначення глибини зміцненого шару при обробці деталей поверхневим пластичним деформуванням. Представлено закономірності формування залишкових напружень у поверхневому шарі пера лопаток технологічними методами з урахуванням технологічної спадковості, а також закономірності релаксації залишкових напружень у поверхневому шарі тонкостінних деталей в залежності від їх термоекспозиції. Показано вплив холодного деформування й термічної обробки жароміцного сплаву на експлуатаційні властивості лопаток компресора та технологічної спадковості варіантів технології виготовлення робочих лопаток компресора на підвищення границі витривалості. Встановлено, що підвищення границі витривалості робочих лопаток компресора з титанового сплаву після ультразвукового зміцнення досягає 1,41, а для жароміцного сплаву – 1,26 раз. Приведено розроблене й впроваджене технологічне устаткування та технологічні рекомендації деталей роторів компресорів ГТД у псевдозрідженому шарі абразиву. Розроблено технологічні рекомендації ультразвукового зміцнення лопаток компресора. Основні результати й рекомендації роботи впроваджено на АТ «МОТОР СІЧ» та в навчальному процесі Національного університету «Запорізька політехніка». Ключові слова: диски, зварні барабани, робочі лопатки компресора, псевдозріджений абразив, віброабразивна обробка, ультразвукова зміцнювальна обробка, технологічне устаткування, технологічні рекомендації, довговічність, границя витривалості.

2. ANNOTATION Serhii Ulanov. Improving the quality of manufacturing of the axial compressor rotor parts of the gas turbine engine by technologies methods. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript. Dissertation for the degree of PhD in specialty 134 «Aviation and rocket and space technology». – National University «Zaporizhzhia Polytechnic», Zaporizhzhia 2021; National Aerospace University – «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, 2021. The types and features of construct of the axial compressor's rotors of aircraft gas turbine engines are considered. The analysis of technological methods influence of manufacturing on quality parameters of a surface layer and operational characteristics of shafts of GTE is carried out. The analysis of technological methods influence of manufacturing on quality parameters of a surface layer and operational characteristics of compressors rotors disks of GTE is carried out. The analysis of technological methods influence of manufacturing on quality parameters of a surface layer and operational characteristics of compressors working blades of GTE is carried out. Technological heredity and its influence on operational properties of details are considered. Based on the results of the analytical review of literature sources, conclusions are formulated, as well as the purpose and objectives of the study are substantiated. Methodical support of researches for achievement of

the set tasks which includes a technique, the equipment and the tool for processing of disks and welded drums of compressors rotors in a fluidized abrasive layer, and also a technique and the equipment for research of ultrasonic strengthening of details of compressor rotors. Research methods of influence of technological heredity on parameters of quality of details and relaxation of residual stress in a surface layer under the influence of thermal exposure, and also research methods of characteristics of a surface layer and mathematical processing of experiments results are presented. The classification of the axial compressor's rotor parts according to structural and technological features is performed. The developed technology of disks processing and welded drums of compressors rotors in a fluidized bed of abrasive is presented. The basic regularities of the process of disk processing in the fluidized bed of abrasive are established. The results of researches of natural disks processing of the compressor in a fluidized bed of abrasive and quality of their surface layer are resulted. It is established that the treatment of rotors of GTE compressors from titanium alloys in the fluidized bed of abrasive increases their durability by 2,5...3,0 times, and the treatment of welded drums in the fluidized bed of abrasive with air nozzles increases their durability by 2,2 times. Analytical regularities of parameters of the surface layer of thin - walled parts from intensive residual deformation after hardening processing are established and the comparative characteristic of accuracy depth definition of the strengthened layer at processing of details by surface plastic deformation is given. The regularities of formation of residual stresses in the surface layer of the blade pen by technological methods considering the technological heredity, as well as the regularities of residual stress relaxation in the surface layer of thin-walled parts depending on their thermal exposure are presented. The influence of cold deformation and heat treatment of heat-resistant alloy on the operational properties of the compressor blades and the technological heredity of the variants of manufacturing technology compressor blades on the increase of the endurance limit is shown. It is established that the increase in the endurance limit of the compressor blades made of titanium alloy after ultrasonic hardening reaches 1,41, and for heat-resistant alloy – 1,26 times. The developed and implemented technological equipment and technological recommendations of details of rotors of compressors of GTE in a fluidized bed of abrasive are resulted. Technological recommendations of ultrasonic hardening of compressor blades are developed. The main results and recommendations of the work were implemented at «MOTOR SICH» and in the educational process of the National University «Zaporizhzhia Polytechnic». Keywords: disks, welded drums, compressor blades, fluidized abrasive, vibroabrasive treatment, ultrasonic hardening treatment, technological equipment, technological recommendations, durability, endurance limit.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

**VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Павленко Дмитро Вікторович
2. Pavlenko Dmytro Viktorovich

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.07.04**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:****Код за ЄДРПОУ:****Місцезнаходження:****Форма власності:****Сфера управління:****Ідентифікатор ROR:** Не застосовується**VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів****Офіційні опоненти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мітків Юрій Олексійович
2. Mitikov Yurii O.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.07.05**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:****Код за ЄДРПОУ:****Місцезнаходження:****Форма власності:****Сфера управління:****Ідентифікатор ROR:** Не застосовується**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Степанов Михайло Сергійович
2. Stepanov Mykhailo Sergiyovych

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.02.08**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Курін Максим Олександрович

2. Kurin Maksym O.

**Кваліфікація:** к. т. н., 05.07.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Сорокін Володимир Федорович

2. Sorokin Volodymyr F.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.02.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VIII. Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Долматов Анатолій Іванович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Долматов Анатолій Іванович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Т.А.