# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0419U003813

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 27-09-2019

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Шелковський Михайло Юрійович
2. Shelkovsky Mikhailo Yu.

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** кандидат наук

**Аспірантура/Докторантура:** ні

**Шифр наукової спеціальності:** 05.05.16

**Назва наукової спеціальності:** Турбомашини та турбоустановки

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

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

**Дата захисту:** 26-09-2019

**Спеціальність за освітою:** Газотурбінні установки і компресорні станції

**Місце роботи здобувача:** Державне підприємство "Науково-виробничий комплекс газотурбобудування "Зоря"-"Машпроект"

**Код за ЄДРПОУ:** 31821381

**Місцезнаходження:** пр. Богоявленський, 42 А, м. Миколаїв, Миколаївський р-н., Миколаївська обл., 54018, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство промислової політики України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 64.180.02

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03534570

**Місцезнаходження:** вул. Пожарського 2/10, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61046, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## 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, 17, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61070, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 55.39.39.29, 55.42.47.37

**Тема дисертації:**

1. Підвищення ефективності компресорів газотурбінних двигунів шляхом їх аеродинамічного удосконалення на основі аналізу просторової форми течії

2. Increasing of the gas-turbine engine compressors efficiency by their aerodynamic improvement based on the three-dimensional flow analysis

**Реферат/анотація:**

1. У дисертації розв'язується проблема підвищення ефективності компресорів газотурбінних двигунів (ГТД) шляхом комплексного варіювання форм лопаток — їхнього тангенціального нахилу, парусності, з застосуванням просторової «керованої» дифузорності, S-подібності профілів, на основі розрахунку тривимірної в'язкої течії з плануванням експерименту. Для реалізації таких розрахунків застосовуються програмні комплекси Kompress 2.0 з профілювання лопаток і ANSYS CFX із розрахунку тривимірної в'язкої течії. Розроблено метод оптимального проектування лопаткових вінців багатоступінчатого осьового компресора у формі розв'язання гібридної аеродинамічної задачі, з урахуванням обмежень, в якому проектування з визначенням геометричних форм здійснюється як розв'язання оберненої задачі з подальшою

перевіркою оптимальності та розрахунком вихідних аеродинамічних характеристик прямим методом. Зокрема, отримано нові параметричні моделі лопаток робочих коліс і напрямних апаратів, отримано аналітичну залежність для визначення форми тангенціального нахилу лопаток напрямного апарата. Отримано аналітичні залежності для визначення оптимальних кутів атаки та відставання потоку, критеріїв зриву і коефіцієнтів втрат у лопаткових вінцях осьового компресора у вигляді добутку апроксимуючих функцій; розроблено алгоритми та програми для формування профілю пера лопатки з S-подібністю та різною товщиною профілю; запропоновано спрощене моделювання характеристик ступенів компресора зі зміною геометричних параметрів лопаткових вінців за допомогою греко-латинських квадратів на основі розв'язання прямої задачі. Викладений розрахунково-теоретичний підхід щодо формування вигляду компресора ГТД було використано при проектуванні трьох багатоступінчатих осьових компресорів — триступінчатого, шестиступінчатого та десятиступінчатого. Для експериментальних досліджень цих багатоступінчатих компресорів розроблено схеми препарування стендів, створено методику визначення параметрів потоку вздовж висоти проточної частини. Створено аеродинамічний стенд для експериментальної перевірки ефективності запропонованої форми тангенціального нахилу напрямних лопаток, розроблено методику дослідження параметрів потоку в секторній моделі лопаток напрямного апарата. Тестова аеродинамічна оптимізація лопаткової системи експериментально досліджених багатоступінчатих компресорів із використанням запропонованих підходів дозволила отримати ККД високонапірних компресорних ступенів 0,92-0,93 та підвищити ефективність багатоступінчатих осьових компресорів на 1-2,4 %.

2. The dissertation solves the problem of gas turbine engine compressors efficiency increasing by a complex variation of blade profiles — their lean, chord variation, using three-dimensional controlled diffusion, S-shaped profiles, based on the calculation of the three-dimensional viscous flow and the theory of experiment planning. Kompress 2.0 software for blades profiling and ANSYS CFX software for the threedimensional viscous flow calculation were used to implement such calculations. An optimal design methodology for multistage axial compressor blade vanes profiling was developed, taking into account limitations, in the form of the hybrid aerodynamic problem solution. In this methodology the designing with the definition of geometric forms was carried out as a solution of an inverse problem with further optimality verification and output aerodynamic characteristics calculations by a direct method. In particular, new parametric models of rotor and stator blades were adapted for their aerodynamic optimization; an analytical dependence for lean shape of stator blades based on the radial flow non-uniformity was obtained; a new analytical dependencies obtaining method for optimal incidence angles, deviation angles, stall criteria and loss coefficients in multistage axial compressor blade vanes was proposed as an approximating functions composition; algorithms and programs for blades profiling with S-shape and thickness change have been developed; the simplified method of compressor stages characteristics modeling on changing geometric blade parameters based on the greek-latin square method was developed by the direct problem solving. The presented calculation and theoretical analysis of the gas-turbine engine compressor form formation was used in the designing of three multistage axial compressors - three-stage, six-stage and ten-stage. The preparation schemes for multistage compressors test rig researches have been developed; the methodology for determining of the flow parameters along the multistage compressor flow path based on the direct measurements results during its test rig researches was created. An original aerodynamic test rig was designed for experimental efficiency verification of the proposed stator blade vanes lean form, and a methodology for studying of the flow parameters in the sector stator blade vanes model was created. Aerodynamic optimization of the multistage experimentally investigated compressors using the suggested approaches allowed to obtain an efficiency of the highpressure compressor stages 0.92-0.93 and to increase the efficiency of multi-stage axial compressors by 1-2,4 %.

**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 ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Герасименко Володимир Петрович
2. Gerasymenko Volodymir P.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.05.16

**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. Субботович Валерій Петрович
2. Subbotovish Valerii P.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.05.16

**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. Яковлєв Віктор Андрійович

2. Yakovliev Viktor A.

**Кваліфікація:** к. т. н., 05.05.16

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

## VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** Мацевитий Юрій Михайлович

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

**Відповідальний за підготовку облікових документів**

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності** Юрченко Т.А.