

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U101272

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 13-11-2023

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: №НСВС/11/24 від 23.01.2024р.



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гевко Богдан Андрійович

2. Bohdan A. Nevko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7213-6108

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: 03-01-2024

Спеціальність за освітою: Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Місце роботи здобувача: Державне підприємство "Антонов"

Код за ЄДРПОУ: 14307529

Місцезнаходження: вул. Туполева, буд. 1, Київ, 03062, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство промислової політики України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.55; ID 3191

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, 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 технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.47.81, 55.47.03, 55.47.05

Тема дисертації:

1. Модель зовнішніх навантажень на пружне крило літака транспортної категорії при польоті в неспокійному повітрі
2. Model of external loads on an elastic wing of a transport category aircraft when flying in turbulent air

Реферат:

1. Дисертація присвячена питанню розробки моделі зовнішніх навантажень, що діють на крило великого подовження ($p \geq 8$) літака транспортної категорії при польоті в неспокійному повітрі з урахуванням аеропружності на основі розрахункових та експериментальних досліджень. Зовнішні навантаження є вихідними даними для проведення аналізу напружено-деформованого стану конструкції. Від них залежить міцність, закладена в конструкцію, вагова ефективність й параметри втомної міцності. Метою дослідження є отримання математичної моделі зовнішніх навантажень літака при польоті в неспокійному повітрі, що забезпечить відповідність результатів чисельного рішення з урахуванням ефектів нестационарної аеродинаміки результатам експерименту. Основна частина дисертації складається з чотирьох розділів. В

першому розділі розглянуто методи визначення навантажень на крило літака при польоті в неспокійному повітрі. Сформульовано порядок розрахунку навантажень. Описано експериментальні методи дослідження пружних та аеропружних характеристик конструкції: випробування динамічно подібних моделей в аеродинамічних трубах, наземні частотні випробування (НЧВ). Розглянуто методіку обробки навантажень виміряних під час льотних випробувань. В другому розділі сформульовано алгоритм визначення та побудови осі жорсткості складного просторового агрегату. Таким чином, отримано балкову пружно-масову модель літака, для якої описано математичні алгоритми побудови й визначення форм та частот власних коливань. Також розглянуто методи визначення аеродинамічних навантажень на пружну конструкцію літального апарату. Отримані результати дозволили сформувати метод визначення навантажень на агрегати літака в тому числі і на крило при польоті в неспокійному повітрі. В третьому розділі сформульовано та описано структуру та принцип роботи інтегрованої моделі розрахунку навантажень на літак при польоті в неспокійному повітрі. Також наведено перелік, структуру та порядок організації вхідних та вихідних даних необхідних для розрахунку навантажень. Четвертий розділ містить результати математичного моделювання, НЧВ та льотних випробувань, які дозволили проаналізувати достовірність запропонованої моделі зовнішніх навантажень. Першочергово, порівняно методи ДНВ та IMAD, що використовуються для визначення навантажень на літак при польоті в неспокійному повітрі. Додатково розглянуто кілька методів математичного моделювання обтікання літака: дипольної решітки (DLM), панельний (Panel), дипольної решітки та постійних тисків (DLM/CPM), вихрових рамок (VFM). Врахування ефектів нестационарної аеродинаміки призводить до зміни значень приростів навантажень від поривів повітря (до 2% у корневих перетинах крила і до 10% у кінцевих перетинах). Розглянуто вплив кількості обчислюваних тонів коливань конструкції літака при модальному аналізі на навантаження: при збільшенні кількості тонів з 20 до 40 п значення не відрізняються більш ніж на 0,5% для вертикального перевантаження Q_y та не більш ніж 0,1% для поперечної сили Q_y та моментів M_z та M_x . Крім того, виконано аналіз динамічної реакції конструкції літака шляхом визначення частот та форм власних коливань регіонального транспортного літака (РТЛ-178) та проведено порівняння з результатами НЧВ літака Ан-178, де отримано високу (до 2,5%) збіжність частот коливань. Додатково визначено навантаження, що виникають при дисбалансі ротора двигуна розміщеного на крилі. Це показало можливість застосування запропонованих моделей літака та навантажень для вирішення задач динамічного навантаження агрегатів літака. Наукова новизна отриманих результатів: 1) удосконалено математичну модель зовнішніх навантажень при польоті в неспокійному повітрі для пружного літака, що враховує масові, пружні та аеродинамічні характеристики конструкції літака і параметри поривів повітря та дає можливість підняти точність розрахунків до 2,5%; 2) синтезовано нову комп'ютерно-інтегровану технологію розрахунку навантажень на літак, що використовує комплексну математичну модель пружного літака транспортної категорії з крилом великого подовження на базі балкових масово-інерційних моделей конструкції літака та панельних аеродинамічних методів; 3) ідентифіковано параметри впливу зовнішніх факторів на навантаження та динамічну реакцію конструкції крила літака транспортної категорії у відповідності до його пружної моделі та параметрів зовнішніх факторів, при використанні запропонованої моделі навантажень; 4) на основі комп'ютерних технологій, системно комплексовано обчислювальні методи ДНВ та IMAD, а також панельні аеродинамічні методи DLM/CPM, VFM, DLM та Panel, що використовуються для визначення навантажень, що діють на літак при польоті в неспокійному повітрі.

2. The Ph.D. thesis is devoted to the issue of developing a model of external loads acting on a wing of a large elongation (≥ 8) of a transport category aircraft when flying in turbulent air, taking into account aeroelasticity based on calculation and experimental studies. External loads are the initial data for the analysis of the stress-strain state of the structure. They determine the strength of the structure, weight efficiency, and parameters of fatigue strength. The purpose of the research is to obtain a mathematical model of the external loads of the aircraft when flying in turbulent air, which will ensure the correspondence of the results of the numerical solution, taking into account the effects of unsteady aerodynamics, to the results of the experiment. The main part of the thesis consist of four sections. The first chapter considered the methods of determining the loads on the wing of the aircraft during flight in turbulent air. The procedure for calculating loads is formulated. Experimental methods

of studying the elastic and aeroelastic characteristics of the structure are described: ground vibration test (GVT), and testing of a dynamically scaled model in a wind tunnel. The method of processing loads measured during flight tests is also considered. The second chapter has formulated an algorithm for determining and constructing the stiffness axis of a complex spatial aggregate. Thus, a spatial beam elastic-mass model of the aircraft has obtained, for which the mathematical algorithms for designing and determining the forms and frequencies of natural oscillations are describe. The methods of determining the aerodynamic loads on the elastic structure of the aircraft are considered. The obtained results made it possible to formulate a method for determining the loads that act on aircraft units, including on the wing during the flight in turbulent air. The third chapter formulates and describes the structure and principle of operation of the integrated model for calculating loads, which act on the aircraft when flying in turbulent air. The list, structure, and order of organization of input and output data, which are necessary to calculate the loads, are also given. The fourth chapter contains the results of mathematical modeling, GVT, and flight tests, which allowed us to analyze the faithfulness of the proposed model of external loads. First of all, we compare DNV and IMAD methods, which used to determine the loads acting on the aircraft during flight in turbulent air. In addition, several methods of mathematical modeling of aircraft flow are considered: DLM, Panel, DLM/CPM, and VFM. Taking into account the effects of non-stationary aerodynamics leads to a change in the values of load increments from air gusts (up to 2% in the root sections of the wing and up to 10% in the end sections). The influence of the number of calculated tones of oscillations of the aircraft structure on the wing loading is considered: when increasing the number of tones from 20 to 40, the values do not differ by more than 0.5% for the vertical overload n_y and by no more than 0.1% for the transverse force Q_y and moments M_z and M_x . In addition, an analysis of the dynamic response of the aircraft structure was performed by determining the frequencies and forms of natural oscillations of regional transport aircraft (RTL-178). The results of the conducted analysis are compared with the results of the GVT of the An-178 aircraft, and a high (up to 2.5%) convergence of oscillation frequencies was obtained. In addition, the loads that occur in case of sustained wing-mounted engine rotor imbalance conditions of the rotor are determined. That showed the possibility of applying the proposed models of aircraft and loads to solve problems of dynamic loading of aircraft units. The scientific novelty of the results: 1) a mathematical model of external loads during flight in turbulent air for an elastic aircraft is improved, which takes into account the mass, elastic, and aerodynamic characteristics of the aircraft structure and parameters of air gusts and makes it possible to increase the accuracy of calculations up to 2.5%; 2) a new computer-integrated technology for calculating aircraft loads using a comprehensive mathematical model of an elastic transport category aircraft with a high aspect ratio wing based on beam mass-inertial models of aircraft structure and panel aerodynamic methods is synthesized; 3) the parameters of the influence of external factors on the load and dynamic response of the wing structure of a transport category aircraft in accordance with its elastic model and the parameters of external factors, using the proposed loads model, are identified; 4) on the basis of computer technology, the computational methods of DNV and IMAD, as well as the panel aerodynamic methods DLM/CPM, VFM, DLM, and Panel, used to determine the loads acting on the aircraft during flight in turbulent air, are systemically integrated.

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 високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Nevko B. Comparison of two methods to calculate external loads at flight in continuous turbulence / B. Nevko, Y. Bondar // Aviation. – 2022. – №26(3).– С. 160–168. (Q4, індексується базою даних Scopus)
- Гевко Б.А. Методи визначення аеродинамічних навантажень під час польоту у безперервній турбулентності / Б.А. Гевко, Ю.І. Бондар // Механіка гіроскопічних систем. – 2019. – №38.– С. 60–69. (Фахове видання)
- Гевко Б.А. Вплив режиму польоту на величину навантажень від неспокійного повітря / Б.А. Гевко, Ю.І. Бондар // Механіка гіроскопічних систем. – 2021. – №42.– С. 117–127. ISSN 0203–3771. DOI: doi.org/10.20535/0203-3771422021268893 (Фахове видання категорії “Б”)
- Гевко Б.А. Алгоритм визначення навантажень при польоті в неспокійному повітрі / Б.А. Гевко, Ю.І. Бондар // Авіа-ракетобудування: перспективи та напрямки розвитку: наук.-практ. конф., 9–10 груд. 2019р.:тези допов. – Київ, 2019. – С.7.
- Гевко Б.А. Особливості навантаження крила літака при польоті в турбулентному повітрі / Б.А. Гевко, Ю.І. Бондар // Авіа-ракетобудування: перспективи та напрямки розвитку: наук.-практ. конф., 2-го груд. 2020р.:тези допов. – Київ, 2020. – С.17–19.
- Nevko B. Turbulence loads on the wing of the turbojet airplane / B. Nevko, Y. Bondar // XIII international students and young scientists conference "Intelligence. Integration. Reliability". 9-го груд. 2020р.:тези допов. – Київ, 2020. – С.7–8.
- Гевко Б.А. Модальний аналіз конструкції літака / Б.А. Гевко, Ю.І. Бондар, А.А. Чуприна // Авіа-ракетобудування: перспективи та напрямки розвитку: наук.-практ. конф., 1-го груд. 2021р.:тези допов. – Київ, 2021. – С. 3–5
- Nevko B. Dynamic response of an elastic aircraft / B. Nevko, Y. Bondar // XIV international students and young scientists conference "Intelligence. Integration. Reliability". 7-го груд. 2021р.:тези допов. – Київ, 2021. – С. 14–15.
- Гевко Б.А. Вісь жорсткості агрегатів транспортного літака / Б.А. Гевко // Авіа-ракетобудування: перспективи та напрямки розвитку: наук.-практ. конф., 7-го груд. 2022р.:тези допов. – Київ, 2022. – С.11–13.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бондар Юрій Іванович

2. Yurii I. Bondar

Кваліфікація: к. т. н., 05.07.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0373-2832

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, 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. Філіпковський Сергій Володимирович

2. Serhii V. Filipkovskiy

Кваліфікація: д. т. н., с.н.с., 05.07.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2861-8032

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. Карускевич Михайло Віталійович

2. Mikhail V. Karuskevich

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.07.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1698-0296

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний авіаційний університет

Код за ЄДРПОУ: 01132330

Місцезнаходження: проспект Любомира Гузара, буд. 1, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сухов Віталій Вікторович
2. Vitaliy V. Sukhov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.07.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4151-605X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бондаренко Олександр Миколайович
2. Oleksandr M. Bondarenko

Кваліфікація: к.т.н., 05.11.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7508-9271

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Кабанячий Володимир Володимирович

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

Кабанячий Володимир Володимирович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

Гевко Богдан Андрійович

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна