

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата технічних наук, доцента кафедри авіаційних двигунів
Аерокосмічного факультету Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»

Волянської Лариси Георгіївни

на дисертаційну роботу

Дулепова Андрія Андрійовича

**на тему «Удосконалення характеристик вентилятора газотурбінного
двигуна шляхом застосування надроторного пристрою», подану на
здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 142
«Енергетичне машинобудування»**

1. Актуальність дисертаційної роботи

Ефективність і економічність газотурбінного двигуна (ГТД) залежать від різних параметрів, зокрема аеродинамічного навантаження вентилятора та компресора, рівня газодинамічної стійкості, а також коефіцієнта корисної дії (ККД) всіх його компонентів. У сучасній авіації спостерігається тенденція до використання турбореактивних двоконтурних двигунів (ТРДД) з високим або надвисоким ступенем двоконтурності, в яких вентилятор відіграє ключову роль.

Щоб зменшити вагу літака, у двигунах останніх поколінь відмовляються від вхідного напрямного апарату, що, однак, призводить до підвищення нерівномірності потоку на вході. Це може негативно позначитися на роботі вентилятора та компресора. Один із способів покращення характеристик лопаткових машин – застосування керування примежовим шаром, що сприяє підвищенню аеродинамічного навантаження та розширює діапазон стійкої роботи.

Серед пасивних методів керування примежовим шаром можна виділити використання турбулізаторів, вихорових генераторів, акустичних резонаторів та надроторні пристроїв (НРП). Основна перевага НРП – відсутність потреби в додатковому енергопідведенні, а їхнє застосування спрямоване на зменшення радіальних втрат у лопатковому вінці. Однак питання оптимального вибору параметрів НРП все ще залишається відкритим, і немає достатніх рекомендацій щодо їхнього використання у вентиляторах ТРДД з високим ступенем двоконтурності. Таким чином, дослідження в цій сфері є актуальним і має велике науково-практичне значення.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана на кафедрі авіаційних двигунів «Державного університету «Київський авіаційний інститут». Надана робота є ініціативною та водночас частиною досліджень, що проводяться в «Державному університеті «Київський авіаційний інститут» та спрямована на підвищення ефективності та економічності перспективних ГТД згідно науково-дослідної роботи №15-2022/07.01.03 «Підвищення ефективності лопаткових машин авіаційних двигунів і газотурбінних установок».

Робота відповідає основним напрямам Стратегії відродження вітчизняного авіабудування на період до 2030 року згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8.07.2020 року №851-р та Державній цільовій науково-технічній програмі розвитку авіаційної промисловості на 2021-2030 роки відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України №951 від 01.09.2021 року.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

1. Вперше отримано витратну характеристику для вентилятора з надроторним пристроєм турбореактивного двоконтурного двигуна з високим ступенем двоконтурності методом числового експерименту;

2. Удосконалено параметри вентилятора турбореактивного двоконтурного двигуна з високим ступенем двоконтурності шляхом застосування надроторного пристрою;

3. Отримала подальший розвиток теорія теплових двигунів у питаннях покращення характеристик вентиляторів турбореактивних двоконтурних двигунів з високим ступенем двоконтурності шляхом застосування надроторних пристроїв.

4. Практичне значення отриманих результатів та рекомендації щодо їх можливого застосування.

Практичне значення полягає в тому, що отримана методика розрахунку параметрів вентилятора турбореактивного двоконтурного двигуна з надроторним пристроєм та розроблені науково-обґрунтовані рекомендації щодо застосування надроторного пристрою у вентиляторах можуть бути застосовані при розробці перспективних та модернізації існуючих ТРДД з високим ступенем двоконтурності. Практичне значення результатів дисертаційного дослідження підтверджується довідкою про впровадження від АТ «АНТОНОВ».

5. Оцінка завершеності дисертації та дотримання принципів академічної доброчесності.

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, що базується на самостійно виконаних аналізах та експериментах. У тексті не виявлено фальсифікацій, плагіату, копіювання чи фабрикації даних. Використані концепції, результати та матеріали інших авторів належним чином посилаються на відповідні джерела.

6. Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційне дослідження представлено українською мовою, структуроване логічно та зрозуміло. У тексті застосовується загальноприйнята наукова термінологія.

7. Повнота викладених наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.

Основні результати дослідження відображені у наукових публікаціях автора, кількість яких відповідає встановленим критеріям. Напрацювання дисертаційної роботи представлені у 14 друкованих працях, серед яких чотири опубліковані у журналах, що входять до переліку фахових видань за

спеціальністю 142 "Енергетичне машинобудування" (категорія Б), а десять – у матеріалах і тезах доповідей на науково-технічних конференціях

8. Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому.

Структура дисертації побудована логічно та аргументовано. Вона містить анотації українською та англійською мовами, вступ, чотири розділи з висновками до кожного з них, загальні висновки, два додатки, а також список використаних джерел, що налічує 95 позицій і займає 11 сторінок.

У **вступі** автор розкриває актуальність дисертаційного дослідження, визначає його мету та основні завдання, а також пояснює зв'язок роботи з науковими темами. Він аргументує наукову новизну отриманих результатів, їх практичну значущість, аналізує особистий внесок у публікаціях фахових видань та представлення матеріалів дослідження за темою. Крім того, автор наводить кількісні характеристики щодо структури та обсягу дисертаційної роботи.

В **першому розділі** автор проводить аналіз та класифікує методи керування примежовим шаром, розглядаючи місце НРП у загальній системі для ГТД. Він зазначає, що НРП належить до пасивних методів керування примежовим шаром, а його використання сприяє розширенню діапазону стійкої роботи вентилятора та покращенню його характеристик. Водночас автор наголошує, що застосування НРП для ТРДД з високим ступенем двоконтурності залишається недостатньо дослідженим, що вимагає розробки методики для розрахунку параметрів вентилятора ТРДД з надроторним пристроєм і надання науково обґрунтованих рекомендацій щодо застосування НРП у таких вентиляторах.

В **другому розділі** автор розробляє методику розрахунку параметрів вентилятора ТРДД з НРП, використовуючи числовий експеримент. Спочатку визначаються параметри експерименту, обирається топологія розрахункової сітки та модель турбулентної в'язкості. Далі проводиться моделювання течії та розрахунок характеристик вентилятора без НРП, а потім — з НРП, варіюючи кількість стінок. Отримані результати порівнюються, і визначається оптимальний варіант НРП для покращення характеристик вентилятора. Якщо НРП погіршує параметри, проводиться повторне коригування. Апробація методики представлена у наступних розділах роботи.

В **третьому розділі** автором обґрунтовує параметри числового експерименту для моделювання течії у вентиляторі ТРДД. Розглянуто методи дослідження та проведено аналіз експериментальних підходів, визначаючи їхні переваги й недоліки. Автор описує основи числового моделювання та проводить тестову задачу на прикладі одноступеневого компресора Rotor 37. У ході розрахунків перевіряються різні моделі турбулентної в'язкості, а за результатами порівняння числового та фізичного експерименту для подальших досліджень обирається найбільш відповідна модель – SST Ментера.

У **четвертому розділі** автор обґрунтовує рекомендації щодо застосування НРП у вентиляторі ТРДД з високим ступенем двоконтурності. На основі моделювання оцінено вплив НРП з різною кількістю стінок на характеристики вентилятора. Встановлено, що НРП із двома стінками підвищує ступінь підвищення тиску на 1–2,1% та розширює діапазон його стійкої роботи.

Запропонована конструкція дозволяє використовувати НРП лише на необхідних режимах, не погіршуючи ефективність вентилятора в інших умовах.

У **висновках** автор узагальнює ключові результати дисертаційної роботи, які всебічно описують вирішення науково-прикладної задачі розробки методики числового моделювання параметрів вентилятора ТРДД з НРП, спрямованої на покращення його характеристик у складі газотурбінного двигуна.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. №40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

9. Недоліки та зауваження:

1. Доцільно було б більш детально описати початкові та граничні умови при постановці тестової задачі моделювання течії в осьовому ступені компресора.

2. В роботі досить стисло надано опис конструкції та роботи досліджуваного надроторного пристрою.

3. Перший розділ перенасичено інформацією щодо методів керування примежевим шаром.

4. Висновки четвертого розділу потребують більш чіткого формулювання щодо кількісної та якісної оцінки отриманих результатів. Зауваження, що були виявлені в процесі аналізу дисертаційної роботи, не впливають на загальну позитивну оцінку проведеного дослідження.

10. Загальний висновок.

Дисертаційна робота Дулепова Андрія Андрійовича на тему: «Удосконалення характеристик вентилятора газотурбінного двигуна шляхом застосування надроторного пристрою» є ґрунтовним науковим дослідженням. Вона має чітке теоретичне та методологічне підґрунтя, демонструє наукову новизну та має значну практичну цінність.

Дисертація відповідає вимогам пунктів 6-9 чинного «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішень разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор Дулепов Андрій Андрійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктор філософії у галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування».

Рецензент

кандидат технічних наук,
доцент кафедри авіаційних двигунів
Аерокосмічного факультету
Державного некомерційного
підприємства «Державний університет
«Київський авіаційний інститут»



Лариса ВОЛЯНСЬКА

Лариса Волянська
секретар ВАТ
Генерал