

ВПЛИВ НА ПОХИБКУ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ КУТІВ ПОВОРОТУ ДЕТАЛЕЙ РОТОРА ГТД НЕТОЧНОСТЕЙ ЗАМІРУ БИТТЯ ЙОГО КОНТРОЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ

IMPACT ON ERROR DETERMINING OPTIMAL ROTATION ANGLES PARTS ROTOR GTD INACCURACIES METERING BEATING ITS CONTROL SURFACES

Андрій Невдаха

*Кіровоградський національний технічний університет
проспект. Університетський, 8, м. Кіровоград, Україна*

Impact on the accuracy of determining the optimal angles of rotation of the rotor's parts, metering the inaccuracies beating of its control surfaces investigated by using a multifactor experiment with a 3D model of the rotor GTE. According to the research develops recommendations to reduce the specified error.

На сьогоднішній день найбільш перспективною технологією складання роторів газотурбінних двигунів (ГТД) барабанно-дискового типу (БДТ) є технологія, заснована на методі двох пробних складань. У відповідності з нею ротор двічі пробно складається із певними взаємними розворотами ланок, після кожного складання заміряються биття контрольних поверхонь (КП) ланок, і за допомогою алгоритмів розраховуються оптимальні кути взаємного розвороту ланок, по яким ротор складається третій раз – остаточно.

В основному похибки визначення оптимальних кутів залежать від неточностей встановлення ніжки індикатора під час заміру биття КП. Дослідити вплив відповідних факторів на величини похибок на натурному багатоланковому роторі важко через велику кількість ланок, велику кількість і вартість експериментів тощо. Тому була використана комп'ютерна 3D модель ротора, що моделює процеси встановлення наступної ланки на попередню чи складання дволанкового ротора. Зауважимо, що вона є керованою за всіма переліченими факторами і кількість цих факторів мінімально можлива.

Було створено модель чорної скрині, що описує цей процес. У її рамках встановлено, що похибка визначення оптимального кута залежить від 20 факторів, що характеризують неточності встановлення ніжки індикатора.

Розв'язувалися наступні задачі досліджень: дослідження впливу факторів на похибку визначення оптимального кута; визначення комбінації факторів, при якій має місце найбільша похибка; розробка рекомендацій щодо зменшення впливу цих факторів на зазначену похибку.

За умови, що регресійна залежність лінійна, для визначення впливу 20 факторів повнофакторним експериментом необхідно провести 2^{20} експериментів. Через велику кількість дослідів розв'язати таку задачу неможливо. Тому досліджувалися впливи факторів по групам з 4 факторів. Для кожної групи виділено по 4 коефіцієнти лінійної регресії. Для їх визначення проводилося $2^4=16$ експериментів, де 2 – кількість рівнів значень параметрів фактора (1 чи -1 в безрозмірному вигляді).

Зауважимо, що неточність встановлення ніжки індикатора приймалася ± 6 мм – у осьовому напрямку і $\pm 6^\circ$ – через неточний поворот ротора. Відповідно до загальної теорії вводились нові відповідні безрозмірні змінні, що змінювались у межах ± 1 (безрозмірної одиниці).

Експерименти проводилися для двох роторних комплектів, у яких: існує лише один кут, що дозволяється призонними болтами, при якому биття КП ланок ротора відповідають заданим обмеженням; існує декілька кутів, що дозволяються призонними болтами, при яких биття КП ланок ротора відповідають заданим обмеженням.

За результатами експериментів знайдені 20 коефіцієнтів функції регресії. Визначена комбінація значень факторів, при яких має місце найбільша абсолютна похибка розрахунку оптимального кута. Встановлено, що знайдена функція регресії завищує похибку визначення оптимального кута не більше, ніж на 18%, а величина похибки визначення оптимального кута не перевищує 10° .

Для зменшення похибок визначення оптимальних кутів рекомендується: використовувати індикаторні стійки; наносити на КП ланок шкали кутів повороту; використовувати поворотний складальний штапель із шкалою повороту з ціною поділки в 1° .