

СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЯ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ»

УДК 621.438

Уланов С.О.¹, Качан О.Я.²

¹ PhD, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² д.т.н., проф. НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДИНАМІЧНОГО ДЕМПФЕРА ЛОПАТОК КОМПРЕСОРА

Застосування демпфірування є одним із найперспективніших напрямків для зниження амплітуди деформацій та вібрацій під час механічної обробки деталей.

Ефективність демпфірування безпосередньо залежить від правильно розрахованих параметрів демпфера.

Метою роботи є визначення параметрів динамічного демпфера для зниження амплітуди коливань лопатки газотурбінного двигуна (ГТД) у процесі її фрезерування.

Розрахунки параметрів динамічного демпфера базуються на загальних закономірностях теорії вимушених коливань із демпфіруванням та методі скінчених елементів (МСЕ).

Модель процесу враховує масу лопатки (m_1), масу вантажу демпфера (m_2), їхні жорсткості (K_1 , K_2) та періодичну збуджуючу силу від фрези $P_i \cos \omega t$.

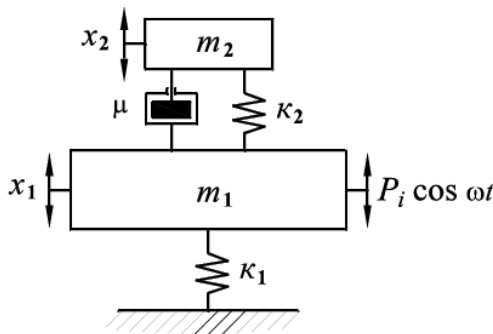


Рисунок 1 – Модель демпфірування коливань лопатки при її фрезеруванні.

Визначення сил та частот різання: рівнодіюча сила різання (P_i) та частота збурюючої сили (f) розраховуються на основі швидкості різання, подачі, кількості зубів фрези та експериментальних коефіцієнтів для титанових сплавів.

Кінцево-елементний аналіз (МСЕ): для розрахунку використовувалась твердотільна модель широкохордної робочої лопатки вентилятора двигуна Д436-148ФМ у програмному комплексі ANSYS

Матеріал лопатки – титановий сплав BT6, елемент сітки – Solid 186.

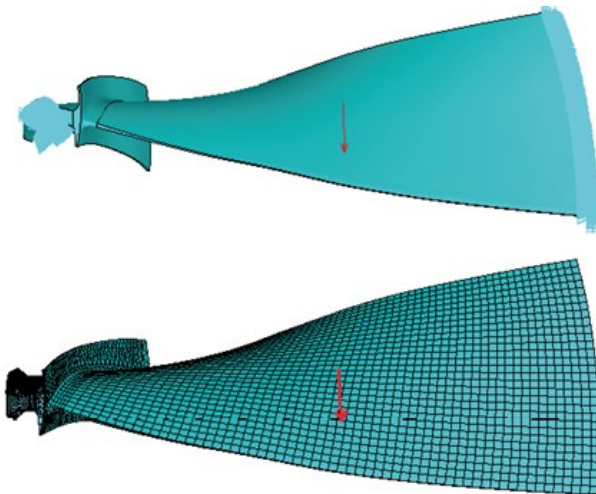


Рисунок 2 – Граничні умови: у вигляді закріплення та точки прикладання сили.

Статичний аналіз: Під дією сили $P_i = 40$ Н, прикладеної до спинки пера, максимальна статична деформація лопатки $\lambda_{ст}$ склала 0,026 мм.

Модальний аналіз: визначено перші три форми та частоти власних коливань лопатки.

Встановлено, що форми коливань практично не залежать від наявності прикладеної сили на спинку пера, а частота за першою формою з урахуванням сили становить 323,67 Гц.

Розрахунок параметрів демпфера: На основі знайденої власної частоти та статичної деформації визначаються маса демпфера (m_2) та коефіцієнт жорсткості пружини (K_2).

Для знаходження амплітуди коливань та маси використовується побудована графічна залежність відносних амплітуд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Березовский Е.К., Уланов С.А. Определение параметров динамического демпфера при фрезеровании лопаток ГТД. *Вестник двигателестроения*. 2017. № 2. С. 143–148.
2. Уланов С.О., Качан О.Я., Шаломєєв В.В., Шаломєєв А.В. Вплив умов деформування на поверхню пера лопаток компресора ГТД з титанових сплавів. *Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем*. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2024. С. 113–114.