АНАЛІЗ ПЕРЕМІЩЕНЬ ШПІНДЕЛЬНОГО ВАЛУ З РОЗРАХУНКОМ ЖОРСТКОСТІ ОПОР НА БАЗІ МОДИФІКОВАНОЇ МОДЕЛІ ДЖОНСА-ХАРРІСА

Хавін В.Л., Киркач Б.М., Шергін С.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м.Харків

Запропоновано математичну модель і надано інженерний підхід до статичного аналізу багатоопорних ступінчатих шпиндельних валів на нелінійно-пружних опорах. На основі диференційного рівняння зігнутої осі балки Тимошенко і метода початкових параметрів в матричному вигляді отримано рішення крайової задачі у вигляді системи рівнянь, в якої крім нелінійної залежності жорсткості підшипників від діючих на них зусиль, враховано ступінчату геометрію шпиндельного валу. При розрахунку жорсткості опор на базі модифікованої моделі Джонса-Харріса [1] застосовано чисельний підхід з обґрунтованими характеристиками контакту.

Запропоновані метод вирішення нелінійної крайової задачі і програмне забезпечення в середовищі MATLAB для статичного аналізу ступінчатих багатоопорних шпиндельних валів з нелінійно пружними опорами, для розрахунку жорсткості яких застосовано модифіковану модель Джонса-Харріса.

Розроблений підхід було застосовано до розрахунку пружних переміщень шпиндельного валу фрезерувального верстату з роботи [2]. Вал має шість ділянок різної жорсткості. Зовнішнє навантаження складається з сил різання F_1 *і* F_2, моменту різання *M,* а також зусилля від приводу F_3. Зусилля F_1, F_2, F_3 та *M* згинають вал у двох площинах.

Аналіз результатів показує, що порівняно з класичною моделлю розрахунку жорсткості опор, застосування модифікованої моделі дозволяє уточнити переміщення робочого кінцевого перерізу шпиндельного валу фрезерного верстата на 25%. Застосування середньої довідникової жорсткості для даного типу підшипників дозволяє отримати для статичних переміщень валу достатньо коректне рішення, яке відрізняється від рішення з опорами модифікованої нелінійної жорсткості на 7-15%.

Література:

1. Yuan Kanga, Ping-Chen Shen, Chih-Ching Huangc, Shyh-Shyong Shyrc, Yeon-Pun Chang "A Modification of the Jones- Harris Method for Deep-Groove Ball Bearings," *Tribology International*, Vol. 39, No. 11, 2006, pp. 1413-1420.

2. В.Л. Хавін, О.Б. Киркач, Б.Н. Киркач "Статичний аналіз багатоопорних ступінчатих шпиндельних валів на нелінійно пружних опорах". Вісник НТУ "ХПІ" № 2, 2022р. с. 48-55. Сер. "Динаміка та міцність машин».