

УДК 621.9.06-533.61

Дунець О. – ст. гр. МВс – 41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ОПОРАХ ШПИНДЕЛЬНОГО ВАЛА

Науковий керівник: доц., к.т.н. Шанайда В.В.

Dunets O.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING THE TEMPERATURE IN A ROLLER BEARING OF SPINDLE

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Shanaida V.

Ключові слова: моделювання, методи аналізу, комп'ютерний аналіз, тепловий потік
Keywords: modelling, methods of analysis, computer analysis, heat flow

Актуальність вимог щодо проведення діагностики, контролю та випробувань механічних вузлів [1] стосовно розробки нових енергоефективних методів є незмінною і на сьогоднішній день. На підприємствах-виробниках та в умовах експлуатації верстатного обладнання встановлено основні поняття і принципи класифікації верстатів по точності, загальні вимоги до випробувань на точність і загальні вимоги до методів перевірки точності. Точність металорізальних верстатів визначають трьома групами показників: показники, що характеризують точність обробки зразків виробів; показники, що характеризують геометричну точність верстатів; додаткові показники.

До додаткових показників точності верстата відносять здатність збереження відносного розташування виконавчих поверхонь, на які встановлюють верстатні пристрої та інструменти, в тому числі, за умови впливу тепла, що виникає під час роботи верстата. Перелік показників точності верстатів визначається стандартами на норми точності верстатів конкретних типів і технічними умовами. Обов'язковому випробуванню на точність підлягають усі нові верстати, а також верстати після середнього та капітального ремонту.

При вивченні теплового навантаження опор шпиндельного вала (рис. 1, а) встановлено період найбільш інтенсивного нагріву в перші 10 хв роботи. Слід зазначити, що вивчення процесу нагріву опор проводили при холостому ході верстата. В наступні 90 хв проходить рівномірне нагрівання опори, далі протягом 100 хв відбувається незначний приріст з переходом в період стабілізації температурного поля після 200-ї хвилини.

Крім того, нами проведено аналіз розподілу температурного поля вздовж осі шпиндельного вала для кількох вузлових точок, при чому в їх перелік увійшли точки де розміщені опори шпиндельного вала (рис. 1, б). Всі дослідження виконували із застосуванням пакетів математичного аналізу [2] та з використанням сучасних підходів щодо організації розрахункових робіт [3, 4].

Отримані результати наглядно ілюструють, що зони розміщення опор вала є джерелом теплового навантаження.

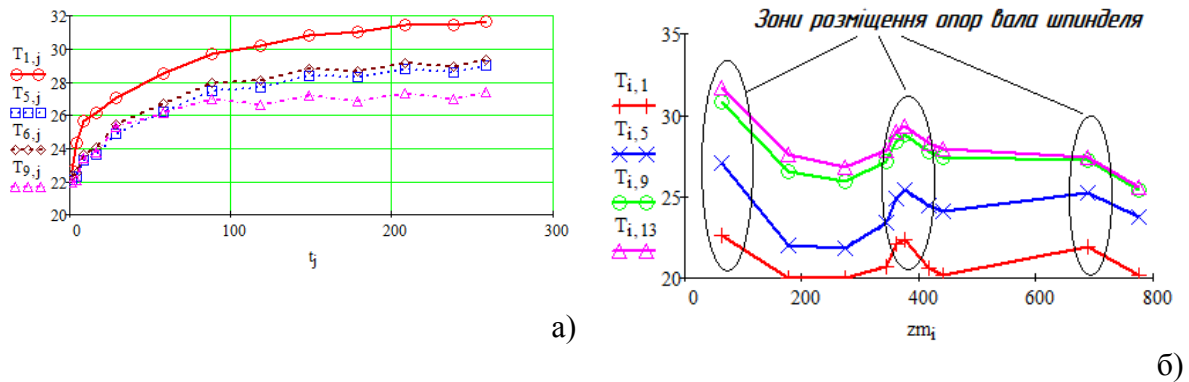


Рисунок 1. Розподіл теплового потоку в опорах шпиндельного вала:
 а – з плином часу; б – у зонах розміщення опор кочення.

Щодо інших опор, то з попередньо поданого графіка видно, що їхнє температурне навантаження поступово зменшується, а у хвостовій частині температурне поле практично не змінюється із 150-ї хвилини роботи вузла, причому, активний контроль проводили протягом 268 хвилин.

За результатами математичного моделювання встановлено, що для кожної характерної точки доцільно використати нелінійну математичну залежність типу $f(x) = a \cdot x^b + c \cdot x + d$.

Для першої опори, яка є найбільш навантаженою за результатами аналізу теплового поля, ми розрахували значення змінних параметрів у рівнянні нелінійної регресії і воно має вигляд:

$$f(x, a, b, c, d) = 9.504 \cdot x^{0.131} - 2.343 \cdot 10^{-3} \cdot x + 12.64$$

при цьому середньоквадратичне відхилення становить $E=0.051$. Аналогічні рівняння можна отримати для будь-якої точки на валу шпинделя або апроксимувати розрахункові значення для точок, які знаходяться між двома характерними точками для яких визначено значення теплових навантажень.

Список посилань:

1. Кабінет Міністрів України. (28 грудня 2016). Постанова № 1056, Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2017-2021 роки. [Електронний ресурс].
 Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1056-2016-%D0%BF>.
2. Шанайда В.В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках / В.В. Шанайда. – Тернопіль: вид-во ТДТУ, 2001. – 163 с.
3. Склярів Р. Використання багатofункціонального пакету MathCad при прогнозуванні параметрів металорізальних верстатів / Р. Склярів, В. Шанайда // Збірник тез доповідей XVI наукової конференції ТНТУ ім. Ів. Пулюя, 5-6 грудня 2012 року — Т. : ТНТУ, 2012 — Том II : Матеріалознавство та машинобудування. — С. 69. — (Машинобудування).
 Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/9116>
4. Vitenko T. Features of creating a solid models and assembly operations at CAD-systems / Vitenko T., Shanaida V., Drozdziel P., Madlenak R. // 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona (Spain), 3rd-5th of July, 2017: IATED Academy, 2017. – P. 7464-7469.
 Режим доступу: <https://library.iated.org/view/VITENKO2017FEA>