

УДК 621.9.06

Данильченко Ю.М., докт. техн. наук, професор
Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», yumd@i.ua

МОДЕЛЮВАННЯ ПОХИБОК ТОКАРНОГО ОБРОБЛЕННЯ ВНАСЛІДОК ПРУЖНИХ ДЕФОРМАЦІЙ СИСТЕМИ «ШПИНДЕЛЬ-ЗАГОТОВКА»

Точність обробки на металорізальних верстатах визначається взаємним положенням інструмента і заготовки в процесі різання і в першу чергу залежить від величини їх пружних зміщень.

Найбільші пружні зміщення при поздовжньому точінні виникають в системі «шпиндель-заготовка». Насамперед це пов'язано з тим, що ця система складається з декількох пружно з'єднаних між собою підсистем і сприймає дію збурень як зовнішнього (від процесу різання і приводу), так і внутрішнього (від підшипників опор шпинделя) характеру.

Зазвичай в пружно-деформаційних моделях системи «шпиндель-заготовка» враховують наявність шпинделя на опорах, корпуса та закріпленого в шпинделі інструменту (заготовки) [1]. Для побудови таких моделей найчастіше використовують метод скінченних елементів (МСЕ) [1], [2] або метод перехідних матриць (МПМ) [3], [4], [5]. Основною перевагою МПМ порівняно з МСЕ є простота розрахункової моделі при забезпеченні достатньо високої точності обчислення.

Розроблена пружно-деформаційна модель системи «шпиндель-заготовка», побудована за методиками [4], [5] із використанням МПМ. Модель дозволяє обчислювати статичні [5] і динамічні [4] пружні зміщення осі консольно-закріпленої в шпинделі заготовки з урахуванням ексцентриситету її закріплення та зміни положення точки прикладання сили різання в осьовому напрямі. Вібраційні збурення опор шпинделя, спричинені похибками виготовлення підшипників кочення і складання шпиндельного вузла, обчислюються за методикою [6]. В пружно-деформаційній моделі системи «шпиндель-заготовка» ці збурення враховуються у вигляді змінної жорсткості підшипників опор для дискретних положень шпинделя за кутом повороту. Обчислення змінного припуску здійснюється за методикою [7]. За результатами обчислення пружних зміщень осі заготовки в точках прикладання сили різання формується 3D модель похибки оброблення.

Список посилань

1. Abele E. Machine Tool Spindle Units [Електронний ресурс] / E. Abele, Y. Altintas, C. Brecher // CIRP Annals-Manufacturing Technology, Vol. 59, No. 2. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: [http://glearning.tju.edu.cn/pluginfile.php/144195/mod_forum/attachment/46778/machine_tool_spindle_unit\(%E7%BB%BC%E8%BF%B0\).pdf](http://glearning.tju.edu.cn/pluginfile.php/144195/mod_forum/attachment/46778/machine_tool_spindle_unit(%E7%BB%BC%E8%BF%B0).pdf).
2. Badrawy S. Dynamic modelling and analysis of motorized milling spindles for optimizing the spindle cutting performance [Електронний ресурс] / Badrawy – Режим доступу до ресурсу: <http://www.nanotechsys.com/wp-content/uploads/file/PDFs/DynamicModelingandAnalysis.PDF>.
3. Хомяков В. С. Исследование динамических характеристик шпиндельных узлов / В. С. Хомяков, Н. А. Кочинев, Ф. С. Сабиров. // Вестник МГТУ «Станкин». – 2008. – С. 15–22.
4. Данильченко Ю. М. Исследование динамических характеристик механической системы «шпиндельный узел» / Ю. М. Данильченко, А. О. Дорожко, А. И. Петришин. // Вестник МГТУ «Станкин». – 2014. – С. 81–91.
5. Danylchenko Y. M. Static calculation of the “spindle unit” elastic system by using transfer matrices method / Y. M. Danylchenko, M. G. Storchak. // Mechanics and Advanced Technologies. – 2017. – С. 19–25.
6. Данильченко Ю. М. Прецизійні шпиндельні вузли на опорах кочення (теорія і практика / Ю. М. Данильченко, Ю. М. Кузнецов. – Тернопіль - Київ: Економічна думка, 2003. – 344 с.
7. Петраков Ю. В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням: Навчальний посібник / Ю. В. Петраков. – Київ: УкрНДІАТ, 2003. – 383 с.