

*Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Азадський університет
Каракалтакський державний університет
Київський національний університет технологій та дизайну
Луцький національний технічний університет
Національна металургійна академія України
Національний університет «Львівська політехніка»
Одеський національний політехнічний університет
Сумський національний аграрний університет
Східно-Казахстанський державний технічний
університет ім. Д. Серікбаєва
ТОВ «НВО «ПРОМІТ»
Українська асоціація якості
Українська інженерно-педагогічна академія
Університет Барода
Університет ім. Й. Гуттенберга
Університет «Politechnika Świętokrzyska»
Харківський національний університет
міського господарства ім. О. М. Бекетова
Херсонський національний технічний університет*

СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО

Матеріали I Міжнародної науково-практичної
конференції

(м. Суми, 17–20 травня 2016 року)

Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми
Сумський державний університет
2016

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ КІЛЕЦЬ РОЛИКОПІДШИПНИКІВ

*Мороз С. А., к.т.н., доцент, Пташенчук В. В., к.т.н.,
Пристапа С. О., к.т.н., Луцький НТУ, м. Луцьк*

Під час виготовлення кілець роликотпідшипників необхідно забезпечити швидке зняття припуску та продуктивність обробки, кінцеву макро- та мікрогеометричну точність обробленої робочої поверхні [1]. Величина зрізаного шару при шліфуванні пропорційна нормальній силі шліфування, а утворення хвилястості деталі викликано відхиленнями величини зрізаного шару або змінами в силі шліфування [2].

Для встановлення закономірності утворення хвилястості в залежності від геометрії налагодження жорстких опор на операції безцентрового шліфування потрібно: розробити блок-схему моделі системи безцентрового шліфування в символічній формі, розв'язати характеристичне рівняння системи і знайти стійкі та нестійкі розв'язки і таким чином сформувати діаграму, яка показує загальну картину геометричної нестійкості хвилястості за звичайних умов геометрії налагодження безцентрового шліфування на основі кутів асимптот.

В даній роботі запропонована модель, яка враховує миттєві сили задіяні в безцентровому шліфуванні включаючи: зміну хвилястості деталі в часі, розповсюдження тимчасових нерівностей, шліфувальну силу та вібрацію верстата.

Тимчасові впливи складових хвилястості в моделі мають досить просте походження. Якщо на деталі присутня одна западина або виступ, то внаслідок цього виникає тимчасова затримка (кутова швидкість деталі на прилягаючий кут φ_1) переміщення виступу від шліфувального круга до передньої опори. Коли виступ зустрічається з передньою опорою, деталь рухається вгору (паралельно задній торцевій опорі) і віддаляється від шліфувального круга (рис. 1).

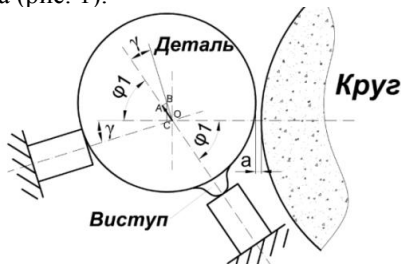


Рисунок 2 – Схема впливу виступу на глибину шліфування

Сила при шліфуванні залежить від глибини різання, опуклість або виступ призведуть до збільшення шліфувальної сили, в той час як увігнутість або западина викличе пропорційне зменшення в силі. Для аналізу моделі

жорсткість різання при шліфуванні для постійних величин зняття припуску, можна прийняти постійною.

У роботі подано спрощену модель системи безцентрового шліфування в символічній формі, яка показана у вигляді рівнянь Лапласа, де входні змінні керуються інтенсивністю подачі, кутами двох опор (φ_1 та φ_2) й початковою хвилястістю деталі. Запропонована модель використовує оператори Лапласа з метою аналізу безцентрово-шліфувальної системи. Передаточна функція математичної моделі врізного шліфування на жорстких опорах:

$$W(s) = \frac{D(s)}{1 + D(s) \cdot H(s)} \quad (1)$$

Щоб розв'язати характеристичне рівняння системи

$$1 + D(s) \cdot H(s) = 0 \quad (2)$$

і знайти стійкі та нестійкі розв'язки, для відокремлення впливу геометрії налагодження жорстких опор та характеристик самого верстата, здійснено математичні перетворення та застосуємо комплексне перетворення Лапласа. Отримасно дійсну та реальну (3) частини рівняння (2). Для графічного розв'язку розглянемо випадок знаходження системи на межі стійкості $\sigma = 0$.

$$\text{Re} = \frac{-1 + e^{-2\pi\sigma} \cos(2\pi n)}{1 + e^{-4\pi\sigma} - 2e^{-2\pi\sigma} \cos(2\pi n)}, \quad \text{Im} = \frac{e^{-2\pi\sigma} \sin(2\pi n)}{1 + e^{-4\pi\sigma} - 2e^{-2\pi\sigma} \cos(2\pi n)} \quad (3)$$

Дослідженнями встановлено, що гіперболи хвилястості та регенерації додогографа переміщення центра деталі прогнозовано змінюються в їхніх асимптотичних кутах.

У результаті проведених досліджень виявлено та досліджено механізм впливу геометрії налагодження жорстких опор та наявної хвилястості на стабільність нормальної сили шліфування та величину гармонік новоствореної хвилястості; як результат, отримано контурну діаграму кута асимптоти для 14-ї гармоніки у межах звичайної геометрії налагодження безцентрового шліфування на жорстких опорах. Взявши за основу поданий алгоритм дослідження знайдено загальну картину геометричної нестійкості різних гармонік хвилястості за звичайних умов геометрії налагодження безцентрового шліфування; отримано можливість прогнозування геометричної нестабільності в зоні різання при шліфуванні.

Список літератури:

1. Дунин-Барковский И. В., Карташова А. Н. Измерения и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности. - М.: Машиностроение, 1978. - 232 с.
2. Теоретические основы резания и шлифования материалов: Учебное пособие / А. В. Якимов, Ф. В. Новиков, Г. В. Новиков, Б. С. Серов, А. А. Якимов – Одесса: ОГПУ, 1999. – 450 с.