

УДК 621.9

І. Луців, Д. Дячук

(Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя)

АНАЛІЗ ЗМІНИ ЗУСИЛЬ РІЗАННЯ ПРИ БАГАТОЛЕЗОВІЙ ОБРОБЦІ АДАПТИВНОГО ТИПУ

Прогрес металообробного обладнання і металорізальних інструментів в даний час перш за все пов'язують із збільшенням їх продуктивності, точності та надійності, що передбачає зосередження першочергової уваги на багатолезовій та вібраційній обробці. Втіленню цієї ідеї на даний момент заважають проблеми із досягненням достатньої динамічної стійкості технологічних систем.

Тому з метою підвищення точності та вібростійкості верстатно-інструментального обладнання на кафедрі конструювання верстатів, інструментів та машин Тернопільського національного технічного університету розроблено ряд конструкцій пристроїв багатолезового самоналагоджувального різання. Їх робота полягає в тому, що при обробці поверхонь обертання декількома однаковими лезами, що розміщені симетрично відносно оброблюваної поверхні, усунення пружних деформацій від радіальних складових зусиль різання можна добитися, якщо покласти кожному лезу одну ступінь вільності в напрямку, який співпадає з напрямком подачі, і зв'язати ці леза між собою в цьому напрямку з допомогою механізмів чи засобів, які здійснюють адаптивний зв'язок між лезами. Така обробка має багато переваг: підвищення точності і продуктивності різання, подрібнення зливної стружки, покращення шорсткості обробленої поверхні, підвищення вібростійкості різання та інших.

Вказані системи можна застосовувати для обробки циліндричних і конічних поверхонь, отворів і торців деталей, а також для різних матеріалів, особливо тоді, коли і структурна жорсткість, і жорсткість, яка залежить від механічних характеристик матеріалів (обробка неметалічних, пластмасових виробів, інших пластичних матеріалів) є недостатньою.

В процесі функціонування адаптивних систем такого типу вирівнювання зусиль різання між різними ріжучими елементами призводить до додаткових постійних змін товщини зрізаного шару і відповідно – характерної динаміки процесу. При цьому багатолезова обробка супроводжується неперервною взаємоузгодженою регуляцією зусиль різання.

Проведена оцінка зміни зусиль різання при описаній обробці. Якщо при звичайному неадаптивному однолезовому різанні внаслідок коливань глибини різання залежність в часі для зміни зусилля різання $P_I(\tau) = P_0 \cdot (1 - a_e \cdot \sin \omega \tau)^{x_p}$, де a_e – відносна амплітуда зміни глибини різання і очевидно, що при $x_p = 1$ середнє значення сили різання при коливаннях глибини не відрізняється від узагальненого значення P_0 , то характер зміни зусиль різання, наприклад, при дворізцевій обробці адаптивного типу значно відрізняється. Зокрема, при цьому залежність, що описує поведінку в часі зусиль різання на кожному із різців

$$P_I(\tau) = P_0 \cdot (1 - a_e^2 \cdot \sin^2 \omega \tau)^{x_p} \cdot [(1 + a_e \cdot \sin \omega \tau)^{y_p} + (1 - a_e \cdot \sin \omega \tau)^{y_p}]^{-y_p}.$$

а середнє значення зусилля різання на кожному різальному елементі при обробці адаптивного типу

$$P_{cp} \approx \frac{P_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\pi/2} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{1 - a_e^2 \cdot \sin^2(0)}{1 + a_e^2 \cdot \sin^2(0)} + \frac{1 - a_e^2 \cdot \sin^2(\pi/2)}{1 + a_e^2 \cdot \sin^2(\pi/2)} \right] = \frac{P_0}{\sqrt{2} \cdot (1 + a_e^2)}$$

Відповідно максимальне і мінімальне значення сил різання на кожному різальному елементі при такій обробці ($x_p = 1$; $y_p = 0,5$)

$$P_{max} = \frac{P_0}{\sqrt{2}} \quad \text{і} \quad P_{min} = \frac{P_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1 - a_e^2}{1 + a_e^2}$$

В той же час при неадаптивній однолезовій обробці

$$P_{cp} = P_0; \quad P_{max} = P_0 \cdot (1 + a_e) \quad \text{і} \quad P_{min} = P_0 \cdot (1 - a_e),$$

а при дволезовій обробці жорстко закріпленими різальними елементами

$$P_{cp} = \frac{P_0}{\sqrt{2}}; \quad P_{max} = \frac{P_0}{\sqrt{2}} \cdot (1 + a_e) \quad \text{і} \quad P_{min} = \frac{P_0}{\sqrt{2}} \cdot (1 - a_e)$$

Аналіз представлених залежностей наглядно показує, що в процесі обробки багатолезовими системами адаптивного типу можна суттєво зменшити значення максимальних і середніх значень сил різання і практично виключити розмах коливань порівняно як із традиційною однорізцевою обробкою, так і з дволезовою із жорстко закріпленими різальними елементами. При цьому показано, що для різних матеріалів максимальні значення зусиль різання порівняно із жорсткою однолезовою обробкою зменшуються в 1,42...2,14 рази, середні значення цих зусиль - в 1,4...2,5 рази, а розмах коливань може бути зменшеним до 4,33 рази.

Перелік посилань

Ю.М. Кузнецов, І.В. Луців, О.В. Шевченко, В.Н. Волошин Т38 Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: Монографія / Упоряд. Кузнецов Ю.М. – К.: Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692с., іл.