УДК 621.914.1

Дядя С.І., канд. техн. наук, доцент
Козлова О.Б., канд. техн. наук, доцент
Яхно Д.А., аспирант
Карамушка Д.Р., магістрантка
Національний університет «Запорізька політехніка», kozlova@zntu.edu.ua

ВПЛИВ ЗУБЦЕВОЇ ЧАСТОТИ НА СТІЙКІСТЬ КІНЦЕВОГО ФРЕЗЕРУВАННЯ

Швидкість різання, з одного боку, є джерелом утворення тепла при зрізанні стружки, з іншого боку, від неї залежить шорсткість обробленої поверхні. Це протиріччя узгоджується при високошвидкісному кінцевому фрезеруванні, концепцію якого започаткував Саломон [1]. Під час проведення експериментів ним було визначено, що температура різання підвищується зі швидкістю різання до певного піку, після якого подальше збільшення швидкості знижує температуру різання та силу різання. Ці позитивні явища швидкості різання слід розглядати у комплексі з зубцевою частотою обертання шпинделя, бо саме вона визначає частоту, з якою діє змушуюча сила. Співвідношення між частотою вільних коливань деталі (або інструменту) $f_в$ та зубцевою частотою f_z, що описується формулою (1), дозволяє робити оцінку стійкості кінцевого фрезеруванні [2].

$$k = \frac{f_в}{f_z} = \frac{60 \cdot f_в}{n \cdot z} \quad (1)$$

де n – частота обертання шпинделя, об/хв;

z – число зубів фрези.

При високошвидкісному фрезеруванні $k < 0{,}5$ [2]. За цих умов діють тільки вимушені коливання з частотою, що перекриває можливість дії вільних коливань і порушення стабільності. Але цей перспективний метод кінцевого фрезерування на сьогоднішній день має обмеження через можливості верстатів та інструментів. Забезпечення стабільності при звичайному фрезеруванні досягається за рахунок визначення швидкісної зони коливань [3], в якій буде виконуватись обробка, та видів коливань, що діють при цьому. Дослідженнями встановлено, що при великому часі різання виникають вимушені коливання, на які накладаються загасаючі супроводжуючі вільні коливання (СВК) і сталі автоколивання [4]. Але при кінцевому фрезеруванні через переривчастість різання та його короткочасність діють вимушені коливання та СВК [5]. При фрезеруванні з невеликими швидкостями різання у першій та другій швидкісних зонах коливань процес різання завжди стійкий. Для забезпечення стійкості в четвертій та п’ятій швидкісних зонах коливань, де діють тільки вимушені коливання, зубцеву частоту підбирають таким чином, щоб при розрахунках за формулою (1) не було цілих кратних значень. Найбільш несприятливою для різання є третя швидкісна зона коливань. Для забезпечення сталості фрезерування в ній призначають такі початкові умови різання, за яких амплітуда СВК не буде перевищувати допустиме значення.

Список посилань

1. Schulz H. High-Speed Machining. In: Dashchenko AI, editor. Manuf. Technol. Mach. Futur. 21st Century Technol., Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003, pp. 197–214.

2 Munoa J., Beudaert X., Dombovari Z., Altintas Y., Budak E., Brecher C., Stepan G. Chatter suppression techniques in metal cutting // CIRP Annals – Manufacturing Technology. 2016. Vol. 65. pp. 785–808.

3. Внуков Ю.М. Автоколебания при фрезеровании тонкостенных элементов деталей / Ю. Н. Внуков, С. И. Дядя, Е. Б. Козлова и др. – Запорожье: ЗНТУ, 2017. – 208 с.

4. Influence of cutting time on types of oscillations during blade processing /Y. Vnukov, S. Dyadya, O. Kozlova, P. Trishyn, A. Zubarev // Ukrainian journal of мechanical engineering and materials science, Vol. 9, No. 1, 2023, pp. 53-66.

5. Regularities of Oscillations During Turning and End Milling / S. Dyadya, Y. Vnukov, O. Kozlova, P. Trishyn // Grabchenko's International Conference on Advanced Manufacturing Processes, 2023. pp. 136-144.

УДК 681.587.72

Валецький Б.П., канд. техн.наук, доцент
Залета О.М., канд. техн.наук, доцент
Луцький національний технічний університет, b.valetsky@gmail.com, olga_zaleta@ukr.net

ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ ДЛЯ 3D СКАНУВАННЯ

3D сканери потрібні в багатьох сферах людського життя. Вони незамінні як у промисловості, так і для побутових потреб. Спектр їх застосування настільки широкий, що не перераховувати, простіше сказати, де вони не потрібні.

В інженерній справі також не обійтися без таких технологій. Цифрові прототипи деталей, приміщень, будинків зараз отримати набагато простіше і швидше, ніж раніше, коли для цього були потрібні множинні виміри вручну з наступним занесенням їх до бази даних. Будь-який фізичний об'єкт зараз можна відтворити у тривимірній формі, причому, у стислі терміни та з мінімальною похибкою.

Реверс інжиніринг - краще рішення, якщо треба швидко налагодити виробництво за відсутності конструкторської документації. Це метод створення віртуальної 3D-моделі на основі фізичної деталі для використання у програмах автоматизованого проектування, конструювання та виробництва (CAD/CAM/CAE) або в іншому програмному забезпеченні для проектувальників.

Процес включає вимірювання об'єкта вручну або за допомогою передових технологій тривимірних вимірювань, таких як 3D-сканування, для його переведення в 3D-модель.

Досить часто для цього використовують лазерні трекери, що є найбільш досконалими системами для проведення геометричних вимірів великогабаритних виробів з високою точністю. Зокрема у трекерах Leica об’єднані найсучасніші технічні досягнення для вирішення завдань щодо проведення високоточного виміру на відстані до 160 метрів з точністю до ± 15 мкм + 6 мкм/м.

Кожен трекер поєднує в собі кілька систем таких як відеосистема, електронний рівень, портативна метеостанція, вбудована система дистанційного управління, інтерфейс бездротової передачі даних, система автономного живлення.

Однак вартість подібної техніки є «космічною».

Запропоновано поєднати лазерний далекомір з мехатронним рухомим модулем, а саме маніпулятором.

В якості лазерного далекоміра було вибрано Bosch Professional GLM-50 з функцією безперервних вимірювань (трекінг), передачею інформації через Bluetooth та Bosch MeasureOn. Саме ця його особливість забезпечує швидке документування та передавання результатів вимірювань. Основна його функція – швидке вимірювання відстані до твердого об'єкта. Також можна обчислювати площі, об'єми кімнат, отримувати за теоремою Піфагора відстань, яку іншим способом виміряти проблематично, наприклад висоту будинку.

Для проведення досліджень використали розроблену модель маніпулятора [1] під управлінням контролера Arduino UNO R3, та модуля дистанційного керування HC-05. Приводами робочих вузлів використовуються сервоприводи MG-995 та MG90S.

Маніпулятор встановлюється перед об’єктом для сканування та здійснює планомірне переміщення далекоміра зліва-направо, та знизу-догори формуючи при цьому множину (базу) вимірів дистанції. У запропонованому алгоритмі роботи враховуються і відстань до далекоміра і центра обертання маніпулятора, кути нахилу його плеч т.п. Застосувавши