

Frezowanie wspomagane robotem

Rola robotów oraz liczba ich zastosowań w obróbce skrawaniem stale wzrasta. Ostatnio pojawiło się nowe zastosowanie: frezowanie wspomagane robotem, w którym robot zapewnia dodatkowe podparcie obrabianego przedmiotu. Tu wyjaśniono metodykę podparcia stałego i ruchomego.

Obróbka przedmiotów o wiotkich ścianach jest typowa zwłaszcza dla przemysłu lotniczego. Jej wydajność jest ograniczana przez drgania samowzbudne. Zamocowanie przedmiotów ma zasadnicze znaczenie z punktu widzenia ich podatności dynamicznej, decydującej o stabilności obróbki, dlatego od dawna stosowane są różne metody podpierania wiotkich elementów w miejscach ustalonych przez uchwyt. Zastosowanie robota zapewnia podparcie ruchome, które może podążać za strefą obróbki. To rozwiązanie jest ekonomiczne, ponieważ zamiast specjalnego, ruchomego urządzenia można zastosować zwykłego robota, który jest używany także do innych celów.

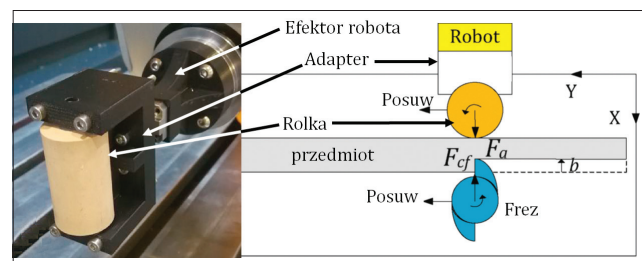
Zasadę ruchomego podparcia przedmiotu przez robota przedstawiono na rys. 1. Podparcie podążające za frezem nie tylko zmniejsza podatność dynamiczną, ograniczając skłonność do drgań samowzbudnych, ale także zmniejsza statyczne ugięcie cienkiej ściany, zwiększając tym samym dokładność obróbki. Zastosowano tu rolkę gumową o średnicy 28 mm i długości 50 mm, umieszczoną w efektorze robota StaubliTX90. Między efekтором a adapterem umieszczono siłomierz do kontrolowania siły nacisku.

Obrabianym przedmiotem był profil T-kształtny z aluminium 6082-T6 o wymiarach $101,6 \times 9,5 \times 250$ mm. Badania wpływu podparcia wiotkiej ściany na podatność dynamiczną pokazano na rys. 2. Charakterystyki amplitudowe zmierzone w punkcie 1 – z podparciem i bez niego – wska-

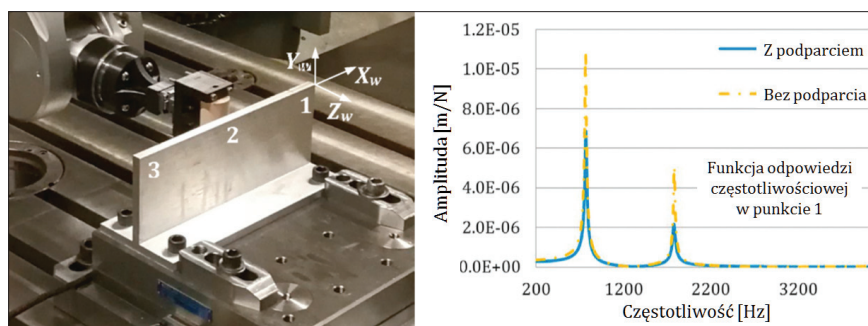
zują na znaczne obniżenie amplitudy wszystkich postaci drgań, zwłaszcza postaci drugiej (1116 Hz, drgania skrętne) – o 85%.

Próby obróbki z osiową głębokością $a_p = 5$ mm potwierdziły silną zależność błędów obróbki od położenia na przedmiocie, przy czym podparcie przedmiotu bardzo istotnie zmniejszyło te błędy (rys. 3). W obróbce z osiową głębokością $a_p = 10$ mm błędy maksymalne wyniosły 158 μm dla przedmiotu niepodpartego i 99 μm dla przedmiotu podpartego. Po wykonaniu prób zmierzono chropowatość powierzchni przedmiotów podpartych i niepodpartych. Podparcie obniżyło parametr chropowatości R_a w części centralnej przedmiotów z 1,2 μm do 0,3 μm (rys. 3).

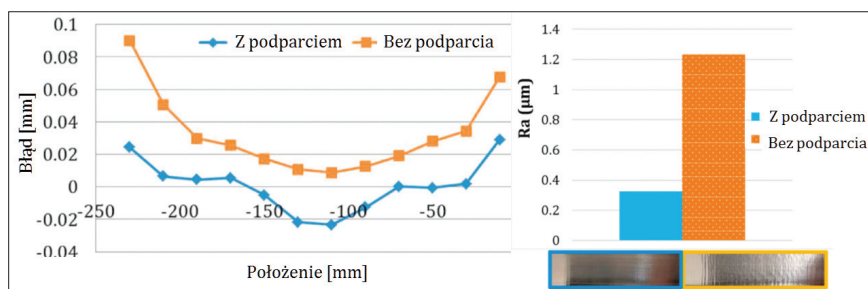
W przedstawionych tu badaniach siła podparcia była parametrem zadanym i tylko monitorowanym. W kolejnych, bardziej zaawansowanych rozwiązaniach należy zastosować sterowanie tą siłą.



Rys. 1. Zasada ruchomego podparcia wiotkiego przedmiotu



Rys. 2. Wyniki badania wpływu podparcia na podatność dynamiczną przedmiotu



Rys. 3. Wpływ podparcia na jakość obrabianej powierzchni

Opracował:
prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Ozturk E., Barrios A., Sun C., Rajabi S., Munoa J. "Robotic assisted milling for increased productivity". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 67, 1 (2018): 427–430. ■