

Wpływ pochylenia osi wrzeciona na jakość powierzchni po mikrofrezowaniu

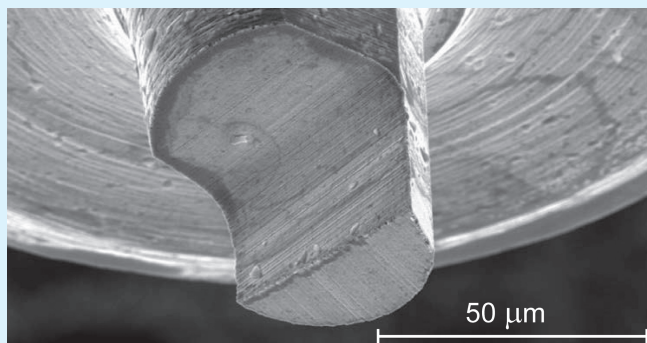
Mikrofrezowanie jest konkurencyjną metodą wytwarzania małych elementów i kształtowania powierzchni o wysokiej jakości przy niskich kosztach ustawiania. Stwarza jednak nowe wyzwania, ponieważ proces nie jest do końca poznany. Tu analizowany jest wpływ pochylenia osi frezu na jakość powierzchni obrobionej.

W badaniach wykorzystano frez jednostrzowy o średnicy roboczej $\varnothing 50 \mu\text{m}$, z węglików spiekanych o ziarnie $0,3 \mu\text{m}$ i kącie pochylenia linii śrubowej 12° – rys. 1. Schemat eksperymentu przedstawiono na rys. 2. Pochylenie osi frezu było możliwe jedynie w kierunku x , dlatego, aby uzyskać różne pochylenia względem kierunku posuwu, wykonano osiem rowków o długości $500 \mu\text{m}$, co 45° , za każdym razem od zewnątrz do środka.

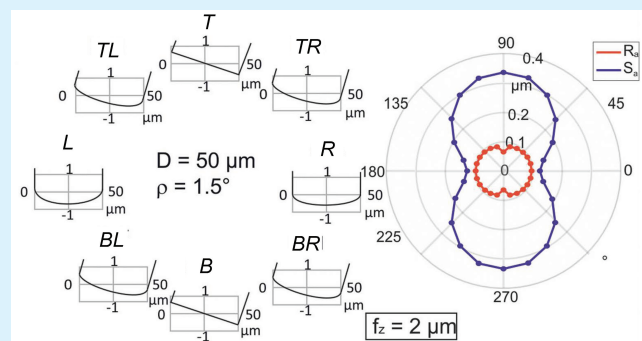
Przy frezowaniu konwencjonalnym kąt pochylenia osi frezu waha się w granicach $\pm 0,2^\circ$. Ponieważ bicie osiowe przy mikrofrezowaniu jest stosunkowo duże w porównaniu ze średnicą narzędzia, pochylenie osi frezu musi być znacznie większe, aby uzyskać wystarczająco duży roboczy kąt przyłożenia na spodzie frezu, który przemieszcza się w górę i w dół. Przy prędkości obrotowej wrzeciona $30\,000 \text{ obr/min}$ bicie to wynosi ok. $0,5 \mu\text{m}$. Pochylenie osi frezu ρ musi osiągnąć co najmniej $1,15^\circ$, aby zapewnić czyste skrawanie przodem i tyłem frezu (dodatni roboczy kąt przyłożenia), dlatego stosowano kąty pochylenia ρ od $-1,5^\circ$ do $1,5^\circ$. Mierzono chropowatość 2D (R_a) i 3D (S_a). Analiza kinematyki kształtowania powierzchni dna rowków (rys. 3) wykazała, że minimalną chropowatość $S_a = 0,1 \mu\text{m}$ uzyskano dla $\rho = 1,5^\circ$ przy rowkach 0° i 180°

(R i L), a maksymalną chropowatość $S_a = 0,35 \mu\text{m}$ – dla rowków 90° i 270° (T i B), co wynikało z odchyień kształtu dna rowka.

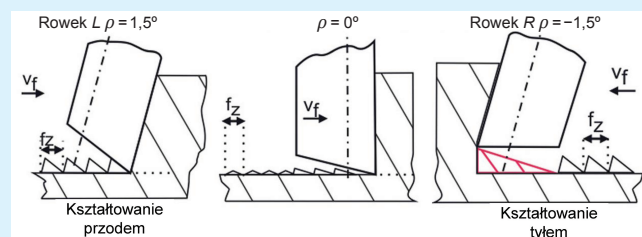
Chropowatość 2D (R_a) nie uwzględnia tych odchyień i jest najniższa w rowkach 90° i 270° (T i B). Pomiary chropowatości po frezowaniu z posuwem $f_z = 2 \mu\text{m}/\text{ostrze}$ i pochyleniem wrzeciona $\rho = 0^\circ$ wykazały $R_a = 11,9 \text{ nm}$ ($S_a = 120 \mu\text{m}$) dla rowka R oraz $R_a = 10,9 \text{ nm}$ ($S_a = 145 \mu\text{m}$) dla rowka L . Przy pochyleniu $\rho = 1,5^\circ$ chropowatość była większa: powierzchnia rowka L była kształtowana przodem frezu (rys. 4) i chropowatość wyniosła $R_a = 13,5 \text{ nm}$, podczas gdy powierzchnia rowka R była kształtowana tyłem frezu i chropowatość wyniosła $R_a = 16,3 \text{ nm}$.



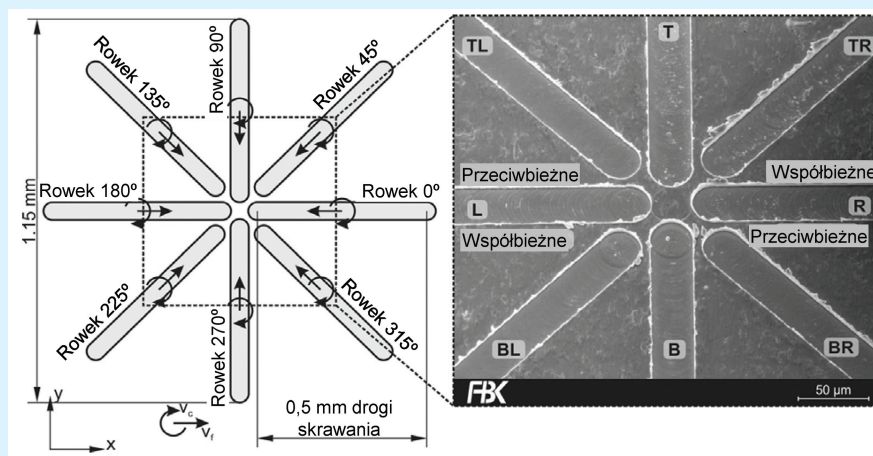
Rys. 1. Mikrofrez wykorzystany w badaniach



Rys. 3. Geometria generowanego dna rowków



Rys. 4. Kształtowanie dna rowka w zależności od kąta pochylenia głowicy ρ



Rys. 2. Plan eksperymentu

Ta wyższa chropowatość w rowku R wynika stąd, że większość materiału jest usuwana przodem frezu, dlatego grubość warstwy skrawanej usuwanej tyłem frezu może spadać poniżej wartości minimalnej, warunkującej frezowanie, co powoduje, że materiał nie jest skrawany, lecz gnieciony.

Opracował:
prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Aurich J.C., Bohley M., Reichenbach I.G., Kirsch B. "Surface quality in micro milling: Influences of spindle and cutting parameters". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 66 (2017): s. 101–104.