

Wpływ kąta pochylenia frezu na dokładność kształtową powierzchni prostokreślnych

The influence of the tilt angle in the simultaneous five-axis flank milling on form accuracy of ruled surfaces

JAN BUREK
KAROL ŻURAWSKI
PIOTR ŻUREK *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.416

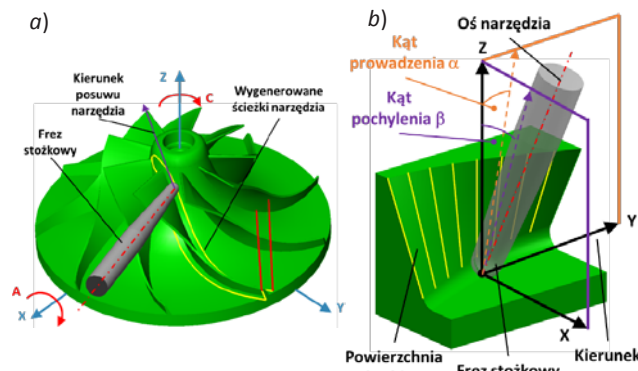
W artykule przedstawiono wpływ wartości kąta pochylenia osi narzędzia na dokładność kształtową wykonywanej powierzchni prostokreślnej w pięcioosiowym frezowaniu obwodowym frezem stożkowym.

SŁOWA KLUCZOWE: frezowanie pięcioosiowe, kąt pochylenia frezu, frez stożkowy

The article presents the influence of tilt angle value on the form accuracy of the created ruled surface in five-axis flank milling using conical ballmill.

KEYWORDS: five axis milling, tilt angle, conical ballmill

W dotychczasowej praktyce przemysłowej podstawową strategią obróbki wirników jest frezowanie punktowe. Polega ono na wykonaniu wielu płytkich przejść frezem kulistym wokół obrabianej powierzchni. Metoda ta pozwala na wykonanie dowolnego kształtu powierzchni, lecz wymaga stosowania długich ścieżek obróbkowych, co w konsekwencji skutkuje wydłużeniem czasu obróbki [1, 2, 5].



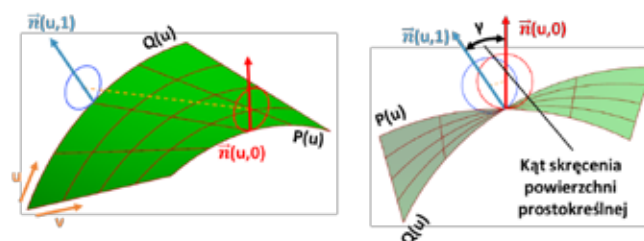
Rys. 1. Schemat a) frezowania obwodowego wirnika, b) pięcioosiowych parametrów pozycjonowania osi narzędzia

Mniej powszechną metodą obróbki tego typu elementów jest pięcioosiowe frezowanie obwodowe (rys. 1). W tym procesie wykonywane jest jedno przejście, w którym powierzchnia obwodowa narzędzia skrawa na całej szerokości. Główną zaletą tej strategii jest znacznie krótszy czas obróbki, w stosunku do frezowania punktowego, przy jednoczesnym zachowaniu wymaganej jakości powierzchni [1, 2, 7].

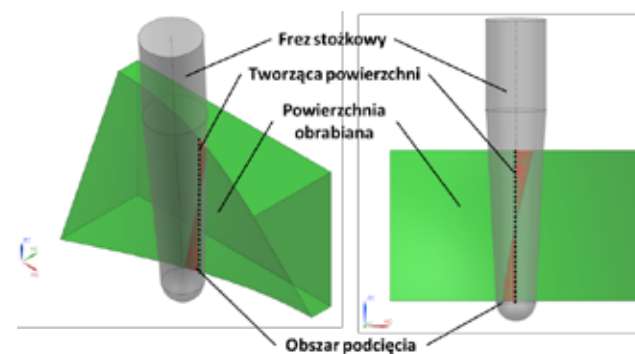
Ze względu na liniowy kontakt narzędzia z obrabianym przedmiotem ta strategia może być wykorzystywana wyłącznie do obróbki powierzchni prostokreślnych.

* Dr hab. inż. Jan Burek prof. PRZ (jburek@prz.edu.pl), mgr inż. Karol Żurawski (zurawski@prz.edu.pl), mgr inż. Piotr Żurek (p_zurek@prz.edu.pl) – Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Katedra Techniki Wytwarzania i Automatyzacji

Dodatkowo w przypadku obróbki powierzchni prostokreślnych nierozwijalnych ze względu na występowanie kąta skręcenia powierzchni γ (rys. 2), istnieje ryzyko powstania podcięć lub pozostawienia resztek nadmiaru obróbkowego (rys. 3) [3, 4, 5].



Rys. 2. Kąt skręcenia γ powierzchni prostokreślnej nierozwijalnej



Rys. 3. Schemat powstawania podcięć podczas obróbki powierzchni prostokreślnej nierozwijalnej

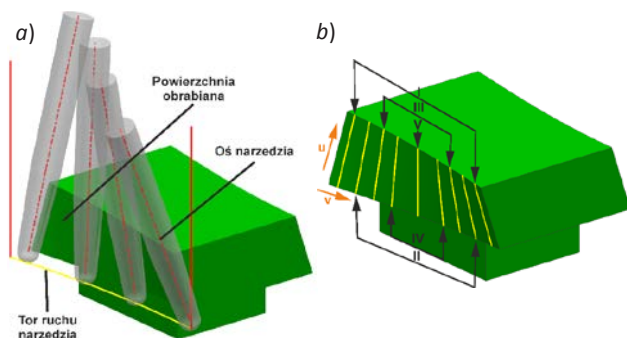
Celem niniejszej pracy było ustalenie wpływu kąta pochylenia frezu β (rys. 1b) na dokładność kształtową wykonywanej powierzchni prostokreślnej nierozwijalnej.

Przebieg badań symulacyjnych

Badania symulacyjne zostały przeprowadzone na modelu testowym (rys. 4). Obrabiana testowa powierzchnia prostokreślna charakteryzowała się zmienną wartością kąta skręcenia γ w zakresie od $9,6^\circ$ do $12,8^\circ$. W trakcie badań zastosowano monolityczny frez stożkowy o średnicy $d = 8$ mm, kącie pochylenia stożka 3° i maksymalnej szerokości skrawania $a_e = 40$ mm. Kąt pochylenia przyjęto w zakresie od $\beta = -0,2^\circ$ do $\beta = 0,2^\circ$, natomiast dla kąta prowadzenia zastosowano wartość $\alpha = 0^\circ$.

Pierwszym etapem badań było opracowanie programu obróbkowego operacji frezowania obwodowego powierzchni testowej przy zastosowaniu różnych kątów pochylenia β (rys. 4a). Następnie przeprowadzono symulację poszcze-

gólnych programów obróbkowych. Oba zadania zostały zrealizowane w systemie hyperMILL.

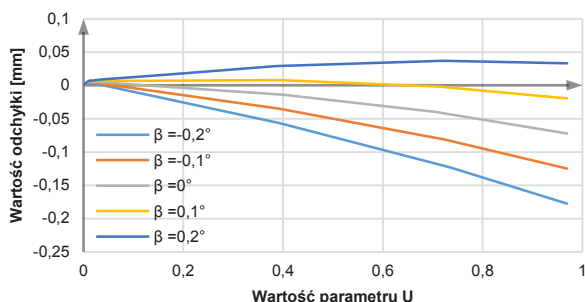


Rys. 4. Model testowy a) z torem ruchu narzędzia b) z miejscami pomiaru odchyłek $\gamma =$ I) 9,6; II) 10,8; III) 11,7°; IV) 12,4°; V) 12,7°

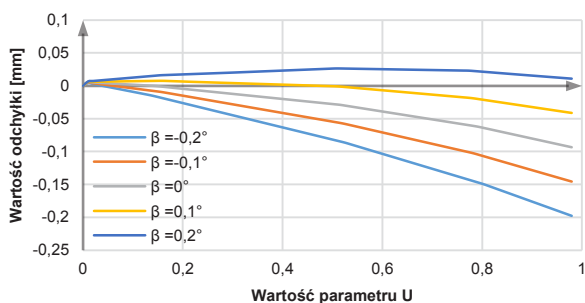
Efektom tych symulacji było uzyskanie modeli obróbkowych STL, które następnie zostały porównane z modelem nominalnym w systemie NX 10. Analiza odchyłek powierzchni wynikającej z symulacji obróbki względem powierzchni nominalnej została wykonana w wybranych miejscach pomiarowych charakteryzujących się różnymi wartościami kąta skręcenia γ (rys. 4b).

Wyniki badań symulacyjnych

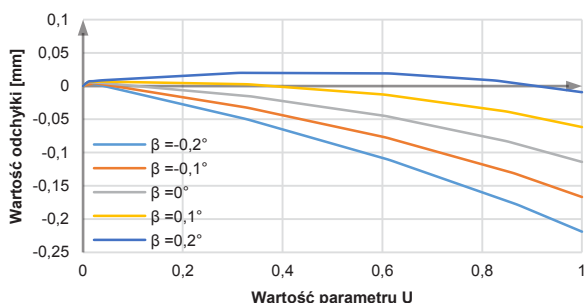
Na rys. 5, 6, 7, 8, 9 przedstawiono wykresy wartości odchyłek modelu symulacyjnego od modelu nominalnego przy zastosowaniu różnych wartości kątów pochylenia β .



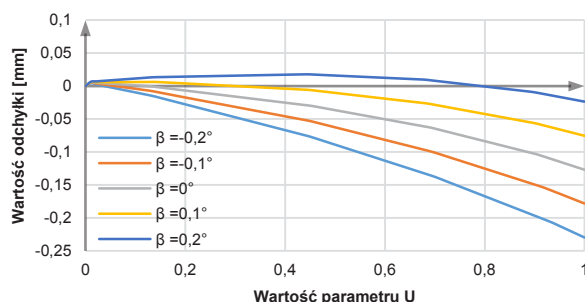
Rys. 5. Wykres wartości odchyłek dla kąta skręcenia $\gamma = 9,6^\circ$



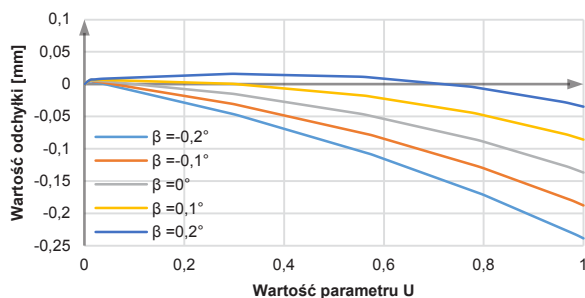
Rys. 6. Wykres wartości odchyłek dla kąta skręcenia $\gamma = 10,8^\circ$



Rys. 7. Wykres wartości odchyłek dla kąta skręcenia $\gamma = 11,7^\circ$



Rys. 8. Wykres wartości odchyłek dla kąta skręcenia $\gamma = 12,4^\circ$



Rys. 9. Wykres wartości odchyłek dla kąta skręcenia $\gamma = 12,7^\circ$

Z analizy wyników badań symulacyjnych można stwierdzić, że wartości kąta pochylenia β mają wpływ na wartości uzyskiwanych odchyłek. Można zauważyć, że zastosowanie zerowej wartości kąta pochylenia β powoduje powstawanie podcięć na obrabianej powierzchni. Modyfikacja wartości tego kąta spowodowała zredukowanie wartości powstałych odchyłek. Tendencja ta utrzymywała się niezależnie od miejsca pomiaru.

Dodatkowo można zauważyć korelację pomiędzy wartościami odchyłek a wartościami kąta skręcenia powierzchni prostokątnej γ . Wzrost wartości kąta γ powodował zwiększenie wartości powstałego podcięcia, niezależnie od zastosowanego kąta pochylenia β .

Podsumowanie

Z przeprowadzonych badań symulacyjnych można wywnioskować, że zarówno kąt pochylenia β i kąt skręcenia powierzchni prostokątnej γ wpływają na dokładność kształtową obrabianej powierzchni. Na podstawie otrzymanego rozkładu wartości odchyłek w przyjętych punktach pomiarowych można stwierdzić, że pozycjonowanie narzędzia poprzez nałożenie na siebie tworzącej powierzchni stożkowej narzędzia i tworzącej powierzchni prostokątnej powoduje powstawanie podcięcia.

W celu uniknięcia podcięć oraz resztek naddatku, kąt pochylenia β nie może być definiowany ze stałą wartością w procesie pięcioosiowego frezowania obwodowego.

LITERATURA

- Burek J., Żurawski K., Płodzień M., Żurek P. „Analiza strategii symultanicznego pięcioosiowego frezowania powierzchnią boczną frezu stożkowego”. *Mechanik*. R. 86, nr 8-9 (2013): s. 708.
- Burek J., Żurawski K., Żurek P. „Wpływ kąta prowadzenia frezu na dokładność wymiarowo-kształtową powierzchni prostokątnych”. *Mechanik*. R. 87, nr 8-9 (2014): s. 729.
- Chu C.-H., Chen J.-T. „Tool path planning for five-axis flank milling with developable surface approximation”. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. No. 29 (2006): pp. 707÷713.
- Tsay D.M., Her M.J. „Accurate 5-Axis MACHining of Twisted Ruled Surfaces”, *Journal of Manufacturing Science and Engineering*. Vol. 123 (2001): pp. 731÷738.
- Waldt N. „NC-Programmierung für das funfachsige Flankenfräsen von Feriformflächen”. Universität Hannover 2005.