

Innowacje w zastosowaniu tokarek CNC

Innovations in the use of CNC lathes

WOJCIECH KWACZYŃSKI
KRZYSZTOF FILIPOWICZ *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.320

Prezentowano dostępne adaptacje toczenia. Przedstawiono funkcje programowania dla toczenia mimośrodowego w stale unowocześnianych układach sterowania tokarek CNC. Scharakteryzowano możliwości postępów w wymienionym obszarze na przykładzie obróbki gwintu falistego Rd32(LH).

SŁOWA KLUCZOWE: toczenie mimośrodowe, gwint falisty, sprzężenie osi

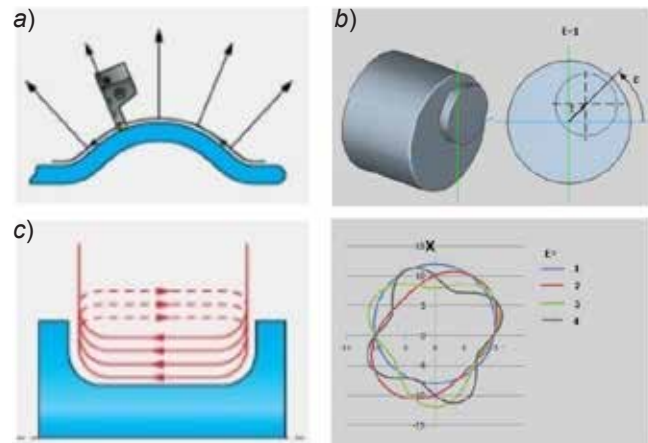
Article presents the available adaptations turning. Shows functions of programming for eccentric turning in constantly modernized CNC control systems. Characteristic of possibilities of advances in mentioned research area is presented basic on example of rope thread Rd32(LH) machining.

KEYWORDS: eccentric turning, rope thread, axis coupling

Specyfika tokarek sterowanych numerycznie pozwala na wykorzystanie ich do wytwarzania przedmiotów o bardziej skomplikowanych kształtach niż na tokarkach konwencjonalnych. Charakterystyczna dla nich elastyczność technologiczna pozwala na łatwy i względnie szybki sposób dostosowania ich do nowych zadań technologicznych. Samo wykonywanie skomplikowanych zarysów brył obrotowych jest dużym osiągnięciem tokarek sterowanych numerycznie ponieważ nie jest wymagane użycie dodatkowego oprzyrządowania. Wraz z wpływem lat technologia toczenia podlega ciągłemu rozwojowi. Dzięki stale unowocześnianym układom sterowania, postępowi w rozwoju rozwiązań konstrukcyjnych obrabiarek oraz stałym polepszaniem modułów tokarskich CAM możliwe jest zastosowanie tokarek sterowanych do wytwarzania coraz szerszej gamy przedmiotów.

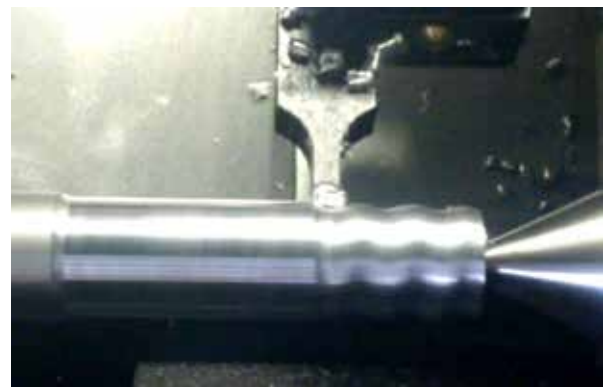
W tokarkach wyposażonych w nowoczesne układy sterowania pojawiają się dodatkowe możliwości programowania obróbki w taki sposób ażeby podczas toczenia wykonywany był inny przekrój niż kołowy. Inicjuje to prowadzenie badań nad praktycznym wykorzystaniem tej możliwości.

W ostatnich latach pojawiły się między innymi następujące adaptacje operacji technologicznych toczenia: toczenie symultaniczne (rys. 1a), pozwalające utrzymać stały kąt przystawienia noża na zarysie krzywoliniowym, toczenie trochoidalne rowków (rys. 1b), adaptacja klasycznej już operacji frezowania [5], toczenie mimośrodowe, pozwalające na wykonanie mimośrodów, przejścia mimośrodowego czy zarysu niekołowego [4] (rys. 1c). Ostatnia wspomniana możliwość technologiczna pozwala również na programowanie gwintów falistych metodą mimośrodową [2]. Dostępne w układach sterowania opcje sprzężenia osi nasuwają „pewną” możliwość wykorzystania modułów CAM do generowania bezpośrednio ścieżek narzędziowych pod to sprzężenie.



Rys. 1. Nowoczesne operacje tokarskie: a) toczenie symultaniczne; b) toczenie trochoidalne; c) toczenie mimośrodowe/niekołowe

Przykładem niech będzie wykonanie gwintu falistego Rd32(LH) wg normy ISO 10208:1991 [8]. Gwint ma docelowo zostać wykonany na specjalnie do tego celu skonstruowanej obrabiarence [3]. Zaszła zatem potrzeba rozpoznania technologii toczenia zarysów niekołowych.



Rys. 2. Toczenie gwintu falistego Rd32(LH)

Metoda 1 – CAD/CAM

Jedną z metod programowania tokarki sterowanej numerycznie jest zastosowanie osi wrzeciona jako jednej z osi biorących udział w tworzeniu zarysu. Zaletą tej metody jest możliwość wykorzystania oprogramowania CAM do wygenerowania programu obróbkowego. Wymaga to stworzenia odpowiedniego postprocesora generującego program obróbkowy. Stworzenia operacji pięcioosiowej, wygenerowania ścieżki narzędzia – trajektorii po spirali.

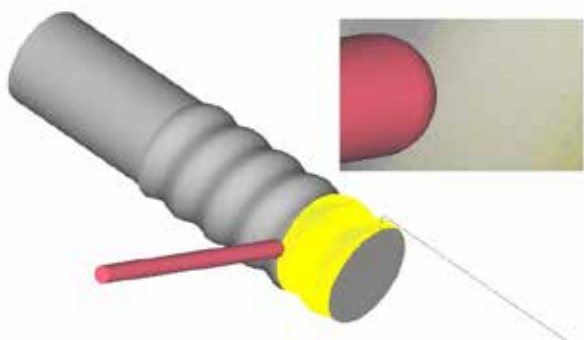
W tym celu wykorzystano modułu CAM frezowania pięcioosiowego do wygenerowania trajektorii na użytek toczenia mimośrodowego. Ścieżka została utworzona tak, by wyeliminowane zostały ruchy w osiach niebiorących udziału w procesie toczenia – osiach Y i B (rys. 3). Odpowiednio opracowany postprocesor generował współrzędne C, X i Z.

* Dr inż. Wojciech Kwaczyński (wojciech.kwaczynski@zut.edu.pl), dr inż. Krzysztof Filipowicz (krzysztof.filipowicz@zut.edu.pl) – Instytut Technologii Maszyn, ZUT w Szczecinie

Główne założenia dla układu sterowania OSN to sterowanie osi obrotowej C równoległe z osią posuwową X – zarys krzywoliniowy oraz osią Z – posuwu wzdłużnego.

Wadą takiego programowania obróbki jest tworzenie długich programów obróbkowych. Ponieważ program jest generowany automatycznie przez system CAM każdy ruch jest programowany w osobnym wierszu i nie są używane cykle obróbkowe, ani powtórzenia. Ponieważ każdy z wierszy musi zostać przetworzony przez interpolator układu sterowania, który wyznacza parametry sterowania dla poszczególnych napędów do wykonania zaprogramowanego ruchu. Duża ilość wierszy w programie powoduje, że ilość wykonywanych obliczeń ogranicza prędkość wykonywania obróbki.

Zaletą takiego rozwiązania jest możliwość szybkiego generowania trajektorii narzędzia praktycznie dla każdego kształtu dzięki wykorzystaniu systemu CAM. Dodatkowo nie jest potrzebne wykorzystanie zaawansowanych funkcji układów sterowania (które często są dodatkowo płatne) a jedynym wymaganiem jest możliwość sterowania osią kątową wrzeczona w trybie pracy ciągłej.



Rys. 3. Wygenerowana w module CAM trajektoria spiralna

Metoda 2 – funkcja AICC2

Pomimo zalet uprzedniej metody liczba generowanych pozycji, segmentów ścieżki narzędzia jest na tyle duża, że znacznie spowalnia proces obróbki. Przy płynnym przebiegu procesu osiągnięta jest niewielka prędkość skrawania. Jest to spowodowane tym, że układ sterowania dąży do osiągnięcia za każdym razem zaprogramowanej pozycji. Zastosowanie funkcji AICC2 (Artificial Intelligent Contour Control) w układach sterowania Fanuc umożliwia zwiększenie szybkości obróbki tą metodą ponieważ tor narzędzia jest przez nią optymalizowany w celu zapewnienia określonej dokładności konturu [7].

Mimo zastosowania tej zaawansowanej funkcji układu sterowania prędkość skrawania nie osiąga wartości satysfakcjonujących.

Metoda 3 – funkcja sprzężenia osi obrabiarki

Kolejną opcją nacinania gwintu falistego dla wygenerowanych w systemie CAD/CAM współrzędnych trajektorii narzędzia jest wykorzystywanie zaawansowanych funkcji sterowania osiami. Funkcja sprzężenia osi obrabiarki, układ sterowania Sinumerik, (LEADON) pozwala na zrealizowanie złożonego ruchu równocześnie w dwóch (i więcej) osiach [1, 2, 6]. Wygenerowana trajektoria narzędzia opisana jest jako definicja tablicy punktów leżących na projektowanej ścieżce narzędzia (CTABDEF). Uzyskana w ten sposób tablica krzywych definiuje bezpośrednio zależność pomiędzy osią wiodącą C i osią nadążną X. Pozycja osi nadążnej jest uzależniona od aktualnego położenia osi wiodącej. Zależność

ta może być zdefiniowana jako stała (za każdym razem dla danego położenia osi wiodącej będzie uzyskiwane to samo położenie osi, przez co uzyskuje się możliwość wykonania bryły o stałym przekroju niezależnie od liczby wykonanych obrotów. Może ona być również zdefiniowana jako cykliczna, wówczas po zakończeniu jednego przebiegu tablicy jest ona powtarzana za każdym razem od położenia osi wiodącej, znajdującego się w końcowym punkcie tablicy (tak jakby to było położenie początkowe dla kolejnych przebiegów). Daje to możliwość wykonywania obróbki zarysów przesuniętych o określoną wartość po każdym wykonaniu zdefiniowanego w tablicy cyklu. Osie niebędące związane tablicą (w tym przypadku oś Z) mogą być podczas obróbki programowane niezależnie od przebiegu tablicy.

Z kolei w układach sterowania Fanuc stosuje się programowanie z użyciem tablic punktów opisujących położenie każdej z osi zależnie od czasu, lub położenia osi nadrzędnej PTO (*Path Table Operations*) [7]. Użycie tej funkcji powoduje ominięcie interpolatora w układzie sterowania przez co wykonywane ruchy są zależne wyłącznie od zapisanych w tabelach danych. Uniemożliwia to sterowanie osiami nie opisanymi przez tabelę, natomiast możliwe jest zastosowanie wielu tabel uzależniających ruchy osi od czynnika nadrzędnego (czas lub położenie określonej osi)

Dla każdej sterowanej osi można napisać osobną tablicę i wszystkie te tablice będą wykorzystane jednocześnie. Wykorzystywane tablice nie muszą zawierać tej samej liczby punktów, tylko użyte pozycje osi wiodącej muszą się w nich pokrywać. Podczas wywołania tablicy układ sterowania dopasowuje tor narzędzia do krzywej opartej na punktach zapisanych w tabeli w celu optymalnego dopasowania toru do programowanych pozycji.

Wykorzystanie tych opcji pozwala na pełne wykorzystanie możliwości obróbki zarysów krzywoliniowych na tokarkach CNC, do granic możliwości napędów posuwów.

Podsumowanie

Wymienione metody pozwalają na wykonanie gwintu falistego narzędziem punktowym w oparciu o możliwości nowoczesnych obrabiarek CNC. Producenci układów sterowania dają możliwość zastosowania różnych opcji w celu obróbki przedmiotów o złożonych zarysach na tokarkach. W przypadku zastosowania programowania CAM można uzyskać satysfakcjonujący efekt jednakże pojawia się przy tym problem ograniczonej szybkości wykonywania przez obliczeń układ sterowania. Stosując zaawansowane opcje układów sterowania można znacznie zwiększyć szybkość obróbki, zachowując przy tym wymaganą dokładność wykonania przedmiotu.

LITERATURA

1. Stryczek R., Pytlak B. „Elastyczne programowanie obrabiarek”. Warszawa: PWN, 2011.
2. Pytlak B. „Obróbka gwintów narzędziem punktowym na tokarkach CNC”. *Mechanik*. R. 102, nr 5–6 (2014): s. 382–386.
3. Sitarz P., Powalka B., Parus A. „Analiza dynamiki napędu posuwu tokarki przy toczeniu gwintów falistych”. *Modelowanie inżynierskie*. T. 24, Nr 55 (2015): s. 81–87.
4. HEIDENHAIN. „Instrukcja obsługi dla operatora MANUALplus 620 CNC PILOT 640 smart. Turn- i DIN-programowanie” (2015).
5. SolidCAM 2015. „Instrukcja obsługi użytkownika oprogramowania SolidCAM” (2015).
6. Instrukcja użytkownika. „SINUMERIK 840D / 840Di / 810D, Przygotowanie do pracy”. 3 (2004).
7. FANUC. Instrukcja obsługi wspólna dla systemu tokarek/centrów obróbkowych Series 30i-MODEL B 31i-MODEL B 32i-MODEL B (2015).
8. ISO 10208:1991, Rock drilling equipment – Left-hand rope threads. ■