

Dynamiczna symulacja obróbki pięcioosiowej z wykorzystaniem wirtualnej maszyny w systemie NX

Dynamic simulation of five-axis machining using virtual machine in NX system

JAN BUREK
PIOTR ŻUREK
MICHAŁ GDULA
KAROL ŻURAWSKI
MARCIN SAŁATA *

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2017.1.4>

W pracy przedstawiono metodykę przygotowania i konfiguracji wirtualnej maszyny oraz zaprezentowano sposób przeprowadzenia symulacji (w oparciu o wcześniej wygenerowany kod NC) pod względem kolizyjności.

SŁOWA KLUCZOWE: obróbka pięcioosiowa, maszyna wirtualna

The work presents methodology of preparing and configuration of virtual machine as well as conducting a simulation based on generated NC code in terms of collision.

KEYWORDS: 5 axis milling, virtual machine

Wraz z rozwojem przemysłu rosną wymagania stawiane technologii produkcji, w tym obróbce skrawaniem. Coraz częściej wykonuje się zintegrowane elementy o złożonych kształtach, w tym z pełnego materiału, takie jak tarcze łopatkowe, wirniki czy wręgi lotnicze. Wiąże się to z koniecznością stosowania zaawansowanych, wieloosiowych centrów obróbkowych [2, 4].

Wytwarzanie tego typu części charakteryzuje się złożoną kinematyką procesu. Bardzo często wymaga symultanicznej obróbki pięcioosiowej. Również przestrzeń, w której pozycjonuje się narzędzie, jest bardzo ograniczona ze względu na złożoność struktury przedmiotu [2].

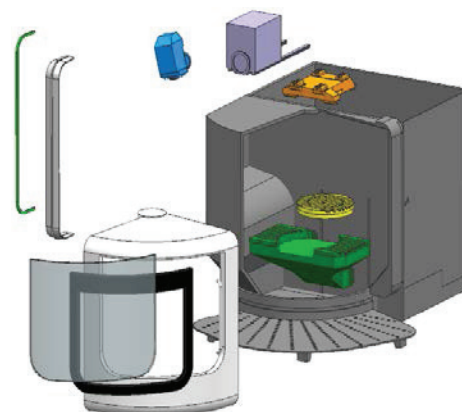
W takim procesie ryzyko kolizji jest znacznie wyższe. Wielokrotnie okazuje się, że symulacja toru ruchu narzędzia i uchwytu na podstawie kodu pośredniego jest niewystarczająca, ponieważ mogą dochodzić do kolizji między innymi elementami obrabiarki [3].

Alternatywą jest dynamiczna symulacja obróbki z wykorzystaniem wirtualnej maszyny. Możliwość uwzględnienia całej geometrii obrabiarki oraz przeanalizowania gotowego kodu NC pozwala na znaczne ograniczenie ryzyka kolizji [1, 5].

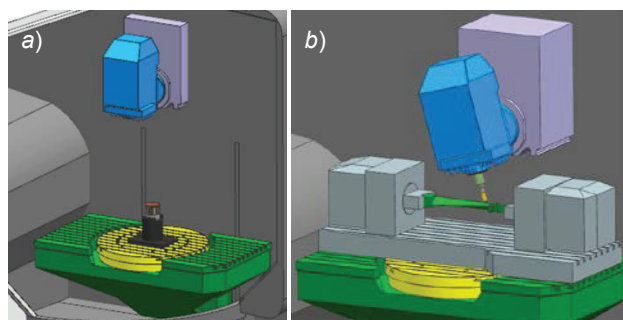
W pracy przedstawiono metodykę przygotowania i konfiguracji maszyny wirtualnej oraz zaprezentowano symulację – opartą na wcześniej wygenerowanym kodzie NC – pod względem kolizyjności. Do badań wykorzystano pięcioosiowe centrum obróbkowe DMU 100 monoBLOCK. Model maszyny wykonano w systemie NX 10 z wykorzystaniem modułu MACHINE BUILDER [1, 5].

Przygotowanie modelu obrabiarki

Pierwszy etap polegał na zamodelowaniu poszczególnych komponentów maszyny wirtualnej (rys. 1). Wszystkie elementy przygotowano w systemie NX na podstawie dokumentacji techniczno-ruchowej. Utworzono dwie konfiguracje obrabiarki. Pierwszą stanowił model ze stołem obrotowym (rys. 2a), natomiast drugą – model z podziałnicą (rys. 2b).



Rys. 1. Zamodelowane komponenty centrum obróbkowego DMU 100 monoBLOCK

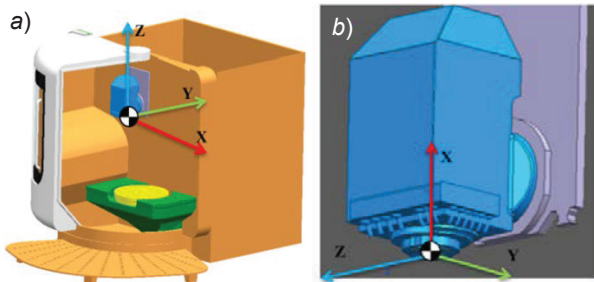


Rys. 2. Badane konfiguracje obrabiarki: a) ze stołem obrotowym, b) z podziałnicą

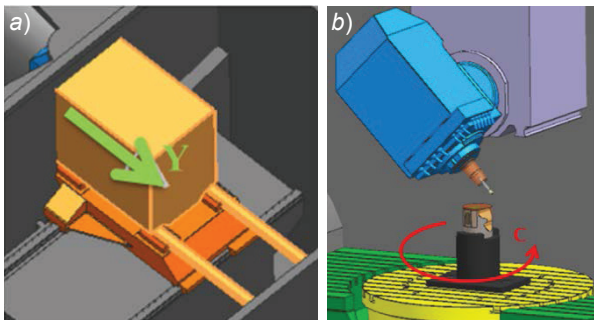
Na kolejnym etapie wykonano złożenia obu konfiguracji obrabiarek w modułach ASSEMBLY oraz MACHINE BUILDER systemu NX. W każdym przypadku modelowi złożeniowemu przyporządkowano pełną konfigurację kinematyczną obrabiarki. Polegało to na zdefiniowaniu określonych relacji między poszczególnymi elementami modelu obrabiarki oraz zadeklarowaniu kierunków i ograniczeń ruchu osi: X, Y, Z, B, C (rys. 3 i 4).

* Dr inż. hab. Jan Burek prof. PRz (jburek@prz.edu.pl), mgr inż. Piotr Żurek (p_zurek@prz.edu.pl), mgr inż. Michał Gdula (gdulam@prz.edu.pl), mgr inż. Karol Żurawski (zurawski@prz.edu.pl), mgr inż. Marcin Sałata (msalata@prz.edu.pl) – Katedra Techniki Wytwarzania i Automatyzacji, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej

Na rys. 5 przedstawiono drzewo kinematyki dla przykładowego stołu obrotowego w systemie NX. Widać, że w strukturze tej obowiązuje hierarchia typu: część nadrzędna – część podrzędna. Przejawia się to tym, że podczas definiowania kinematyki każda część podrzędna porusza się razem z częścią nadrzędną. Można zauważyć, że elementem nadrzędnym w pierwszej gałęzi jest suport przemieszczający się w osi X, a elementami podrzędnymi są: wrzeciennik poruszający się w osi Y oraz wrzeciono obracające się wokół osi B. Drugą gałąź drzewa stanowi stół, w którym nadrzędnym jest ruch w osi Y, a podrzędnym – obrót wokół osi C.



Rys. 3. Definicje: a) punktu bazowego maszyny, b) wrzeciona oraz gniazda wymiany narzędzia



Rys. 4. Definicja osi: a) liniowych, b) obrotowych

DMU_100_MONOBLOCK_5AX_BA		
MACHINE_BASE	MACHINE_BASE	MACHINE_ZERO_JUNCTION*
X_SLIDE		
Y_SLIDE		
B_ROTARY_HEAD		B_AXIS_ROTATION
SPINDLE	_DEVICE	S*
POCKET_01	_STATIC HOLDER	T1
Z_SLIDE		
A_ROTARY_TABLE		A_AXIS_ROTATION
SETUP	_SETUP_ELEMENT	
BLANK	_WORKPIECE_SETUP_EL...	
FIXTURE	_SETUP_ELEMENT	
PART	_PART_SETUP_ELEMENT	
DOOR		DOOR

Rys. 5. Drzewo konfiguracji kinematyki wirtualnej maszyny

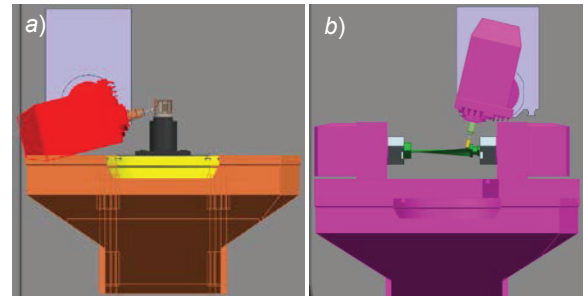
Symulacja obróbki

Symulacje dla obu konfiguracji były prowadzone w oparciu o kod pośredni wygenerowany przez system oraz kod NC wygenerowany przez postprocesor. W celu sprawdzenia prawidłowości działania symulatora przygotowano dwa przykłady. W obu występowała obróbka pięcioosiowa.

Analiza kodu NC pozwala na sprawdzenie gotowego programu. Jest to istotna zaleta, ponieważ zawsze istnieje ryzyko powstania dodatkowych błędów na etapie postprocesingu.

W pierwszym przykładzie (rys. 6a) przy obróbce ze stołu obrotowego wystąpiło zbyt duże wychylenie wrzeciona. W efekcie podczas obróbki nastąpiła kolizja wrzeciona ze stołem. Taka sytuacja może się zdarzyć zwłaszcza w przy-

cjonowanej obróbce struktur złożonych. W tym przypadku symulacja toru ruchu samego narzędzia z oprawką okazała się niewystarczająca do wykrycia kolizji.



Rys. 6. Kolizja wrzeciona: a) ze stołem obrotowym, b) ze szczęką podzielnicy

Podczas symulacji obróbki z podzielnicą (rys. 6b) wprowadzono zmiany w kącie pochylenia narzędzia. Kąt ten jest ściśle uzależniony od kształtu obrabianej powierzchni. Podczas operacji wierszowania chwilowe pochylenie wrzeciona spowodowało kolizję ze szczęką podzielnicy. Ta sytuacja również nie została wykryta podczas symulacji toru ruchu samego narzędzia.

Dodatkowo przebadany został przypadek, w którym dokonano ręcznej zmiany w wygenerowanym kodzie NC. Tu również wykryto nieprawidłowości.

Wygenerowany kod posłużył do wykonania łopatki turbiny (rys. 7) przy konfiguracji z podzielnicą. Obróbka przebiegła prawidłowo i nie odnotowano różnic w działaniu kinematyki maszyny w stosunku do symulacji.



Rys. 7. Gotowa łopatka

Podsumowanie

Analizując omówione w artykule przypadki, można stwierdzić, że model wirtualnej maszyny działa poprawnie. W obu modelach wykryto kolizje, które na podstawie symulacji pracy samego narzędzia nie zostałyby zauważone. Ważne jest również to, że symulacja jest przeprowadzana nie tylko na podstawie kodu pośredniego, lecz także kodu NC. Pozwala to uniknąć dodatkowych błędów wynikających z nieprawidłowego działania postprocesora.

W przypadku obróbki pięcioosiowej ryzyko kolizji jest znacznie większe, dlatego stosowanie wirtualnych maszyn jest wysoce uzasadnione.

LITERATURA

1. Augustyn K. „NX CAM. Programowanie ścieżek dla obrabiarek CNC”. Helion, 14.12.2009.
2. Davim J.P. „Machining of Complex Sculptured Surfaces”. DOI: 10.1007/978-1-4471-2356-9_2. London: Springer-Verlag, 2012.
3. Niesłony P, Grzesik W. „Optimization procedures for machining operations on CNC machine tools”. PAK. 57, 2 (2011).
4. Oczko K.E., Kawalec A. „Kształtowanie metali lekkich”. Warszawa: PWN, 2012.
5. Dokumentacja systemu NX 10.