

Marek KĘSY

Politechnika Częstochowska, Polska

Modelowe przybliżenie rzeczywistości w projektowaniu pracy złożonych systemów technicznych

Wstęp

Działalność gospodarcza przedsiębiorstw produkcyjnych prowadzona w warunkach wolnorynkowej konkurencji przy tendencjach skracania cykli życia produktów, zmniejszania serii wytwarzanych wyrobów oraz dużej zmienności asortymentu produkcyjnego wymaga stosowania środków wytwórczych wykazujących elastyczność technologiczną, tzn. dających możliwość zmiany profilu wytwórczego w krótkim czasie i przy względnie małych nakładach finansowych. Wymagania powyższe spełniają obrabiarki sterowane numerycznie CNC, których przygotowanie wiąże się jednak z koniecznością ich programowania, co w kontekście wzrastających wymagań jakościowych i złożoności geometrycznej staje się kluczowym etapem cyklu produkcyjnego.

Powszechnie stosowanym środowiskiem programowym są systemy informatyczne klasy CAD/CAM. Ich zastosowanie związane jest z koniecznością modelowania układu maszynowego oraz zaprojektowania procesu wytwarzania. Poprawność projektu w wymiarze wirtualnym stanowi podstawę i warunek konieczny poprawności wytwórczej w wymiarze realnym.

Modelowanie i symulacja procesów technicznych

Modelowanie to naukowa metoda poznawania różnych układów poprzez budowanie ich modeli zachowujących pewne podstawowe właściwości badanego obiektu, a także poprzez badanie funkcjonowania modeli oraz przenoszenie uzyskiwanych dzięki temu informacji na przedmiot działań [Furmanek 2010]. Istotą modelowania jest to, że stanowi ono przybliżone odtworzenie najważniejszych właściwości modelowanego obiektu. Podstawowym jego celem jest uproszczenie złożonej rzeczywistości pozwalające na poddanie jej procesowi badawczemu [Piecuch 2010].

Współcześnie najczęściej stosowanym narzędziem modelującym jest komputer, stanowiąc środowisko prowadzonych w wymiarze wirtualnym symulacji. Możliwości sprzętu i oprogramowania komputerowego powodują, że zastosowanie symulacji komputerowej staje się metodą uniwersalną aplikacyjnie, bezpieczną w zastosowaniu i efektywną ekonomicznie. Zalety symulacji komputerowej powodują, iż jest ona powszechnie stosowanym narzędziem dydaktycznym szczególnie pożądanym w przypadkach, gdy [Piecuch 2010]:

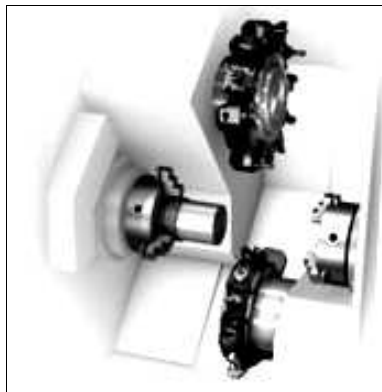
- analizuje się procesy trudne do uchwycenia ze względu na szybkość ich przebiegu (procesy bardzo szybkie lub bardzo wolne),
- bezpośrednia obserwacja zachowania obiektu jest trudna lub niemożliwa,
- eksperyment na rzeczywistym obiekcie może zagrażać zdrowiu,
- koszty przeprowadzenia eksperymentu na obiekcie rzeczywistym są wysokie,
- symulacja może zrekompensować niedostatki bazy przedmiotowej.

W praktyce inżynierskiej problematyka modelowania i symulacji spotykana jest m.in. w przypadkach projektowania procesów obróbki na obrabiarki CNC lub centrów obróbkowych. Wykorzystywanymi środowiskami programowymi są symulatory obróbki lub systemy klasy CAD/CAM. Użyteczność i zasadność zastosowania tej formy projektowej wynika z faktu przygotowania procesu obróbki na stanowiskach komputerowych, minimalizując bezproduktywne wyłączenie z cyklu wytwórczego drogich w eksploatacji środków produkcji.

Systemy CAD/CAM w projektowaniu pracy systemów technicznych

Różnorodność systemów maszynowych, różny poziom ich złożoności i zaawansowania technologicznego wymuszają konieczność dostosowania możliwości oprogramowania symulacyjnego do wymagań technicznych.

Poniżej przedstawiono sposób funkcjonowania złożonego systemu obrabiarkowego (centrum tokarskiego), którego pracę opisano za pomocą modelu i symulacji prowadzonej w systemie informatycznym klasy CAD/CAM.



Rys. 1. Widok modelowanego systemu maszynowego

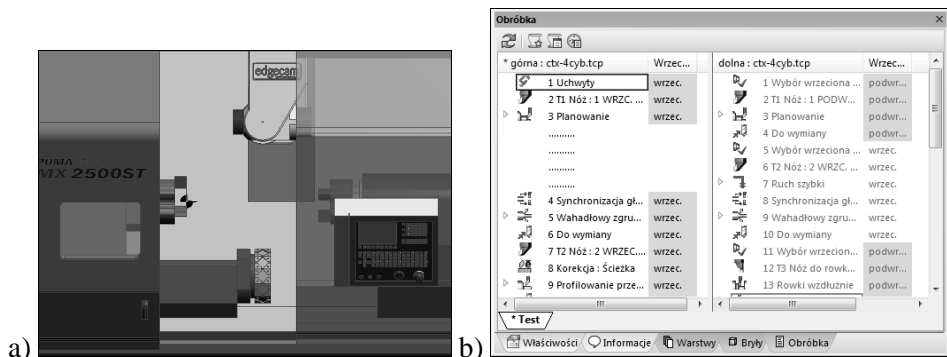
Źródło: [www.sandvik.com.pl].

Cechą nowoczesnych obrabiarek CNC jest duża liczba osi sterowanych numerycznie. Standardowym rozwiązaniem tokarek CNC stają się obecnie tokarki wielosuportowe. Złożoność techniczna daje duże możliwości w zakresie koncentracji zabiegów oraz zwiększenia wydajności obróbki maszynowej. Jednocześnie jednak stwarza trudności związane z technologicznym, programowym oraz or-

ganizacyjnym przygotowaniem obróbki, warunkując konieczność rozwiązania kilku istotnych problemów dotyczących m.in. zasad współpracy równoległe pracujących zespołów narzędziowych lub „wkomponowania” w proces typowej obróbki czynności pomocniczych [Honzarenko 2008].

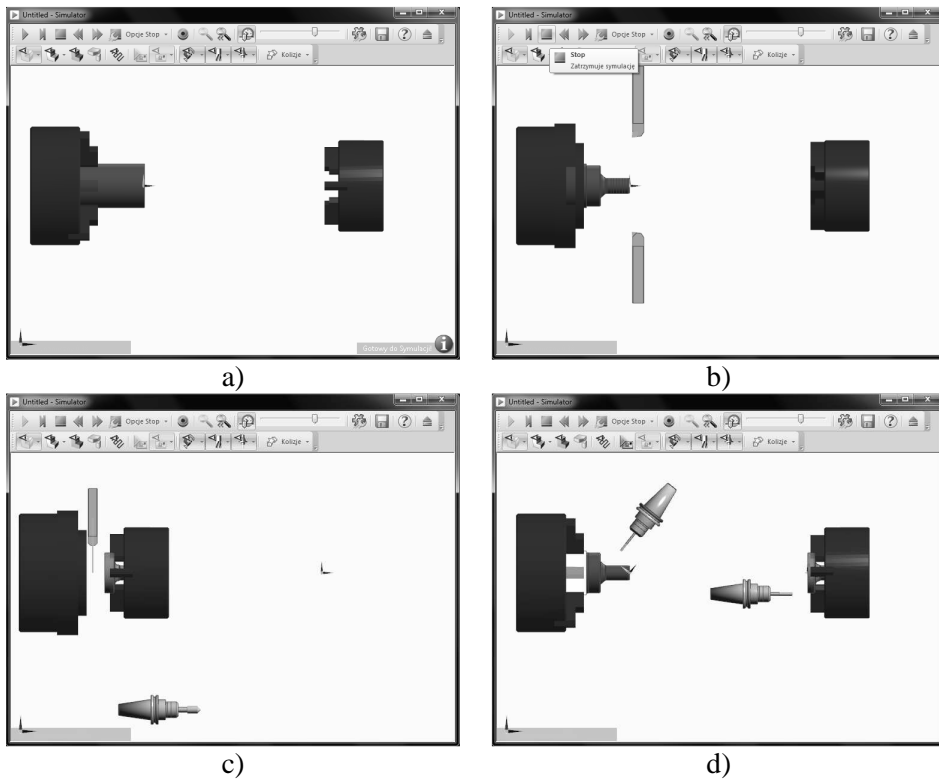
Wykorzystanie symulatorów obróbki oraz systemów CAD/CAM w przygotowaniu procesów wywarzania w zakresie standardowej pracy tokarki CNC jest powszechną praktyką. Mniej powszechne wydaje się zastosowanie systemów informatycznych wspomagających projektowanie i symulację pracy złożonych systemów maszynowych, np. wielosuportowe tokarki z wrzecionem przechwytyjącym (rys. 1). Programowanie pracy centrów tokarskich z dwiema głowicami narzędziowymi stwarza istotne trudności projektowe w zakresie ustawień maszynowych oraz organizacji obróbki w czasie i w przestrzeni. Synchroniczna praca wielonarzędziowych głowic oraz obróbka w dwóch wrzecionach dają nie tylko duży potencjał w zakresie wariantowości obróbki, koncentracji zabiegów oraz wzrostu wydajności, ale także stwarzają możliwość wystąpienia kolizji oraz błędnych technologicznie projektów. Z tego względu niezbędne staje się zastosowanie systemów informatycznych uwzględniających specyfikę i złożoność tego rodzaju systemów obróbkowych. Jednym z nich jest system klasy CAD/CAM – EdgeCAM [Augustyn 2007].

W przypadku projektowania obróbki analizowanego centrum tokarskiego oprogramowanie daje możliwość modelowania od podstaw lub wykorzystania wbudowanych modeli systemów maszynowych (rys. 2a). W czasie projektowania procesu obróbki maszynowej centrum istnieje możliwość oddzielnej reprezentacji współpracujących głowic narzędziowych i synchronizowania ich pracy. Indeksowanie współpracujących wrzecion i głowic narzędziowych (rys. 2b) ułatwia programowanie, zwiększa czytelność projektu i w konsekwencji eliminuje możliwość wystąpienia stanów kolizyjnych.

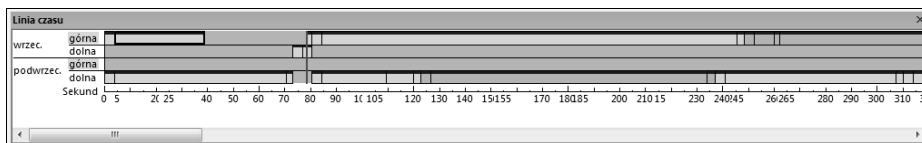


Rys. 2. Projekt pracy centrum tokarskiego: a) konfiguracja systemu maszynowego, b) plan obróbki

Przejrzysta symulacja obróbki z jednoczesną prezentacją pracy wrzeciona głównego i przechwytyjącego, możliwością animacji przechwytywania detalu obrabianego i wysunięcia kolejnego półfabrykatu urealniają proces wirtualnej obróbki do tego, który prowadzony jest w warunkach rzeczywistych. Przedstawiona poniżej symulacja procesu maszynowego w systemie EdgeCAM prezentuje charakterystyczne fazy obróbkowe, tj. stan wyjściowy (rys. 3a), obróbkę we wrzecionie głównym (rys. 3b), czynność przechwytywania detalu połączoną z zabiegiem przecinania (rys. 3c) oraz jednoczesną obróbkę w obu wrzecionach (rys. 3d).



Rys. 3. Etapy obróbki maszynowej w centrum tokarskim CNC



Rys. 4. Wykres obciążeń zespołów maszynowych w cyklu wytwórczym

Przedstawiona w sposób realistyczny symulacja obróbki daje podstawy do analizy procesu maszynowego nie tylko z punktu widzenia stanów kolizyjnych,

ale również z punktu widzenia zasad organizacji i współdziałania zespołów maszynowych. Użyteczną w tym zakresie pomocą mogą być m.in. generowane wykresy obciążeń (rys. 4) pracujących zespołów maszynowych (wrzecion i głowic narzędziowych) w projektowanym cyklu obróbkowym.

Podsumowanie

Przedstawione cechy użytkowe systemu EdgeCAM w powiązaniu z możliwością generowania programów NC do różnych systemów sterowania wykazują dużą użyteczność aplikacyjną. Urealnienie symulacji obróbki sygnalizuje duże walory dydaktyczne oprogramowania. Zalety użytkowe w zakresie programowania i prezentacji wykazują szczególną użyteczność dydaktyczną w przypadku przedstawienia zasad pracy, sterowania i programowania złożonych systemów obróbkowych – zwłaszcza w warunkach braku rzeczywistych systemów maszynowych. Ponadto, analiza pracy systemu produkcyjnego rozpatrywana z punktu widzenia zasad organizacji oraz współdziałania zespołów maszynowych może być także podstawą w zakresie modelowania i optymalizacji procesów obróbki.

Poziom zaawansowania technologicznego systemów informatycznych oraz złożoność i dokładność modeli opisujących obiekty rzeczywiste zależy od kontekstu aplikacyjnego. Nie zawsze właściwym rozwiązaniem jest wykorzystanie „nadstandardowo” złożonych systemów informatycznych czy opracowywanie wiernie reprezentujących obiekty rzeczywiste modeli. W procesie kształcenia duża złożoność systemów informatycznych może stwarzać wrażenie abstrakcyjnych użytkowo. Z kolei zbyt dokładne modelowe odzwierciedlenie rzeczywistości nie zawsze jest konieczne, a czasami wręcz niepożądane. Większa szczegółowość modelu prowadzi do wzrostu pracochłonności modelowania, zwiększa ilość przetwarzanych danych, powodując spowolnienie eksperymentu symulacyjnego [Zdanowicz 2007].

Powszechność stosowania modelowania i symulacji komputerowej w procesie kształcenia technicznego poparta być musi weryfikacją praktyczną tworzonych projektów [Kęsy 2012]. W przeciwnym wypadku zauważyć można tendencję, iż łatwość projektowa w wymiarze wirtualnym nie idzie w parze z praktyką zawodową w wymiarze realnym.

Symulacje komputerowe nie mogą być stosowane jako panaceum na wyjaśnienie każdego zjawiska i w każdej sytuacji. Nieumiejętne wykorzystanie symulacji komputerowej może spowodować więcej szkód niż korzyści w procesie edukacji. Należy zatem zastanowić się nad problemem właściwego wkomponowania symulacji komputerowej jako narzędzia i metody w treści kształcenia [Raczyńska 2010].

Literatura

- Augustyn K. (2007): *EdgeCAM. Komputerowo wspomagane wytwarzanie*, Gliwice.
- Furmanek W. (2010): *Symulacje, gry symulacyjne w dydaktyce*, [w:] Furmanek W., Piecuch A. (red.), *Dydaktyka informatyki. Modelowanie i symulacje komputerowe*, Rzeszów.
- Honczarenko J. (2008): *Obrabiarki sterowane numerycznie*, Warszawa.
- Kęsy M. (2012): *Technologie informacyjne w kształceniu technicznym*, [w:] Furmanek W., Piecuch A. (red.), *Dydaktyka informatyki. Problemy efektywności pedagogicznej technologii informacyjnych i multimedialnych w edukacji*, Rzeszów.
- Lunarski J. (2010): *Inżynieria systemów i analiza systemowa*, Rzeszów.
- Piecuch A. (2010): *Ucieczka od rzeczywistości czy przybliżenie rzeczywistości – modelowanie i symulacja*, [w:] Furmanek W., Piecuch A. (red.), *Dydaktyka informatyki. Modelowanie i symulacje komputerowe*, Rzeszów.
- Raczyńska M. (2010): *Symulacja komputerowa w procesie kształcenia*, [w:] Furmanek W., Piecuch A. (red.), *Dydaktyka informatyki. Modelowanie i symulacje komputerowe*, Rzeszów.
- www.sandvik.com.pl.
- Zdanowicz R. (2007): *Modelowanie i symulacja procesów wytwarzania*, Gliwice.

Streszczenie

Przedstawiono możliwości systemu informatycznego CAD/CAM w zakresie modelowania i symulacji pracy złożonego systemu technicznego. Analizę możliwości systemu informatycznego prowadzono pod kątem użyteczności dydaktycznej w procesie kształcenia technicznego.

Słowa kluczowe: modelowanie, symulacja, system informatyczny, CAD/CAM.

Reality Approximation Model at the Design of the Complex Technical Systems

Abstract

In the paper the use of CAD/CAM systems in modelling and simulation of the complex technical systems. Analysis was performed to determine the didactical potential in the technical education.

Keywords: modelling, simulation, information system, CAD/CAM.