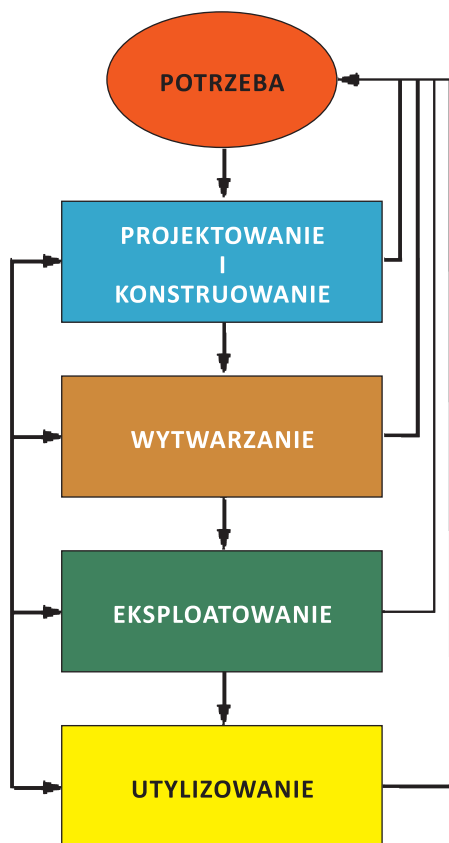


Komputerowe wspomaganie działań człowieka w technosferze (CAx)

MACIEJ MATUSZEWSKI, OLEG POLISHCHUK, MICHAŁ STYP-REKOWSKI*

Współcześnie obserwuje się komputerowe wspomaganie wszelkich praktycznie działań człowieka. W artykule przedstawiono to zagadnienie w odniesieniu do działań w technosferze. Przedstawiono systemy i programy komputerowe, oznaczane umownie CAx, które wspomagają działania człowieka podejmowane podczas realizacji cyklu istnienia produktu. Szczególną uwagę poświęcono fazie wytwarzania, w której komputerowe wspomaganie jest najbardziej widoczne i efektywne. Przedstawiono cele i zadania poszczególnych programów komputerowych wspomagających tę fazę cyklu istnienia wytworu. W podsumowaniu stwierdzono, że w obecnych warunkach wspomaganie komputerowe wszystkich faz cyklu istnienia wytworu jest praktycznie niezbędne, jednak obecność przy tym człowieka jest także nieodzowna.



Rys. 1. Schematyczne ujęcie cyklu istnienia wytworu wraz z interakcjami między poszczególnymi fazami [4]

Wprowadzenie

Współcześnie obserwuje się wykorzystywanie komputerów we wszelkich praktycznie działaniach człowieka. Dotyczy to oczywiście także działań w technosferze. Analizując cykl istnienia wytworu [4] stwierdzić można, że współcześnie komputer może być wykorzystywany we wszystkich jego fazach, a jeszcze do ok. połowy lat 50-tych ubiegłego wieku praktycznie nie korzystano z tej pomocy w żadnej z nich. Minęło nieco ponad 60 lat i obecnie trudno wyobrazić sobie proces powstawania jakiegokolwiek produktu, w którym komputer nie byłby wykorzystywany w większym lub mniejszym stopniu.

Wspomaganie komputerowe w cyklu istnienia wytworu – rys historyczny

Rozpatrując chronologicznie to zagadnienie stwierdzić można, że komputery zaczęto wykorzystywać w realizacji dzia-

łań tworzących strukturę cyklu istnienia wytworu od fazy pierwszej czyli *projektowania i konstruowania* – rys. 1. Tworzono i rozwijano procedury obliczeniowe dzięki którym możliwa była implementacja algorytmu jako skończonego ciągu jasno zdefiniowanych czynności koniecznych do wykonania zadań analitycznych. W tej pierwszej fazie komputer służył do realizacji obliczeń: wytrzymałościowych, kinematycznych i dynamicznych.

System zawierający programy do obliczeń nazwano CAE jako akronim nazwy angielskiej (*Computer Aided Engineering*). Jest to narzędzie w postępowaniu prowadzącym do rozwiązania problemu – rzadziej całości, częściej tylko pewnego jego fragmentu. Zastosowanie w tym zakresie znajdują programy wykorzystujące, m.in. metodę elementów skończonych (MES), logikę rozmytą (FL) oraz algorytmy genetyczne. Bez pomocy komputera takie działania byłyby niewykonalne lub bardzo czasochłonne.

* Dr hab. inż. Maciej Matuszewski, prof. nadzw. UTP, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Prof. dr hab. inż. Oleg Polishchuk, Chmielnicki Narodowy Uniwersytet, Ukraina, Prof. dr hab. inż. Michał Styp-Rekowski, Bydgoska Szkoła Wyższa, e-mail: m.styprekowski@wp.pl

Warto przypomnieć, że do tego celu jeszcze niedawno używano suwaka logarytmicznego wynalezionej w 1632 roku przez Williama Oughtreda.

Do najistotniejszych efektów uzyskiwanych w wyniku wykorzystania programów CAE należy identyfikacja [2]:

- wartości sił i momentów oddziałujących na konstrukcję,
- rozkładów naprężeń i nacisków w obszarach styku współpracujących elementów,
- wartości odkształceń i przemieszczeń będących skutkiem obciążeń zewnętrznych i wewnętrznych,
- rozkładów temperatur.

W rezultacie tych działań wygenerowany zostaje zbiór geometrycznych cech konstrukcyjnych projektowanego obiektu. Dzięki dynamicznemu rozwojowi komputeryzacji, zwłaszcza w sferze software, działania te realizowane są coraz efektywniej i dokładniej.

Kolejna sfera aplikacji komputerów dotyczy także pierwszej fazy cyklu.

Wykorzystywane są one w zapisie konstrukcji, dosyć żmudnych działaniach realizowanych uprzednio ręcznie. Programy realizujące te działania tworzą system nazywany CAD (*Computer Aided Design*). Utworzone w nim bazy danych wykorzystywane są w procesach konstruowania maszyn, dzięki czemu są one szybsze i efektywniejsze.

W pierwszej kolejności komputery zaczęły zatem pomagać ludziom w biurach projektowych i konstrukcyjnych, w których ta pierwsza faza cyklu jest realizowana.

Kolejną fazą cyklu istnienia wytworu jest **wytwarzanie**. Wykorzystanie komputerów w tej fazie następowało jako efekt rozwoju elektroniki, i w konsekwencji komputerów. Pierwszą obrabiarką sterowaną komputerem zbudowano w 1949 r. w Pensylwanii (USA). Polecenia dotyczące ruchów roboczych tej obrabiarki zapisane były na taśmie perforowanej. Szersze wdrożenie komputerów do sfery produkcji nastąpiło z chwilą wynalezienia tranzystorów, a później układów scalonych. Pozwoliło to na miniaturyzację układów stero-

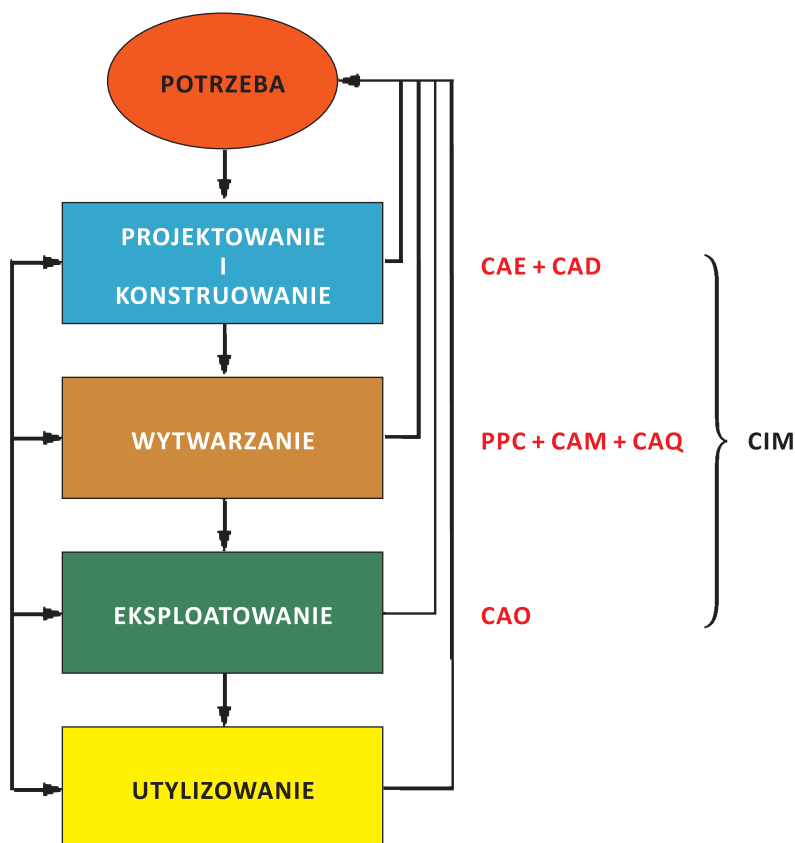
wania obrabiarek i jednocześnie zwiększenia możliwości w tym zakresie [5]. Szybkemu postępowi w zakresie sprzętowym towarzyszył rozwój oprogramowania obrabiarek. Tworzono komputerowe programy wspomagające poszczególne sfery procesu wytwarzania, od strategicznego planowania produkcji – CAP (*Computer Aided Planning*), poprzez planowanie zaopatrzenia materiałowego – MRP (*Material Requirements Planning*), realizację obróbki – CAM (*Computer Aided Manufacturing*), do zapewnienia oczekiwanej jakości produktu – CAQ (*Computer Aided Quality Control*).

Zakres wykorzystywania komputerów w fazie wytwarzania jest więc szeroki, co wygenerowało potrzebę stworzenia komputerowych systemów integrujących działanie poszczególnych podsystemów (programów). Dzięki temu ich działanie jest bardziej efektywne.

W fazie **eksploatacji** także wykorzystywane są komputerowe programy wspomagające tę sferę działalności człowieka. Komputerowy system wspomagający tę sferę działań nazywany jest CAO (*Computer Aided Operating*). Zbiór eksploatowanych obiektów jest bardzo obszerny, stąd też istnieje potrzeba uwzględnienia tej dużej różnorodności w komputerowym oprogramowaniu wspomagającym. Istnieją programy wspomagające eksploatację różnego rodzaju konkretnych obiektów, np.: pojazdów, budynków, instalacji, a także abstraktów, a więc obiektów niematerialnych, np.: bezpieczeństwa, wiedzy lub zbiorów różnych danych. Pomimo tej dużej różnorodności komputerowe systemy wspomagające procesy eksploatacji mają cechę wspólną. Posiadają mianowicie podobną strukturę, w której występują podsystemy: użytkowania i obsługiwanie, a także kierowania.

Usytuowanie systemu CIM oraz występujących w jego strukturze podsystemów w cyklu istnienia wytworu przedstawiono na rys. 2.

W ostatniej fazie cyklu istnienia wytworu – **utyliczacji**, zastosowanie komputerów jest małe, chociaż znane są przypadki zastosowania programów komputerowych w zakresie działań logistycznych podejmowanych w tej fazie.



Rys. 2. Programy wspomagające poszczególne fazy cyklu istnienia wytworu

Programy CAx w procesach wytwórczych

Proces technologiczny realizowany w celu wytworzenia określonego produktu wymaga wykonania wielu działań o różnym charakterze. Wraz z czynnościami pomocniczymi stanowi on proces wytwórczy, w wyniku którego otrzymywany jest produkt finalny. Działania te mogą dotyczyć sfery technologicznej, logistycznej, kontrolnej itp. Ilość wszystkich czynności zależy od złożoności produktu finalnego, gdyż produktem finalnym może być, np. śruba albo obrabiarka CNC. Każde ze wspomnianych działań może być wspomagane komputerowo. Efektywne wykorzystanie programów wspomagających wymaga zatem systemu lub systemów integrujących poszczególne programy, które w tym ujęciu będą podsystemami. Takim systemem integrującym poszczególne podsystemy (programy) jest system CIM (Computer Integrated Manufacturing). Dzięki integrującej funkcji bardziej efektywne są komputerowe programy wspomagające poszczególne sfery procesu wytwarzania, a więc:

– PPC (Production Planning and Control) w zakresie planowania i sterowania procesem wytwórczym, zarządzania zapasami, kontroli stanu zapasów, a także terminów i kosztów realizacji zleceń produkcyjnych, Ten podsystem tworzą programy wspomagające, m.in.: planowanie produkcji (CAP), zapotrzebowanie materiałowe (MRP),

– CAM w zakresie procesów obróbkowych,

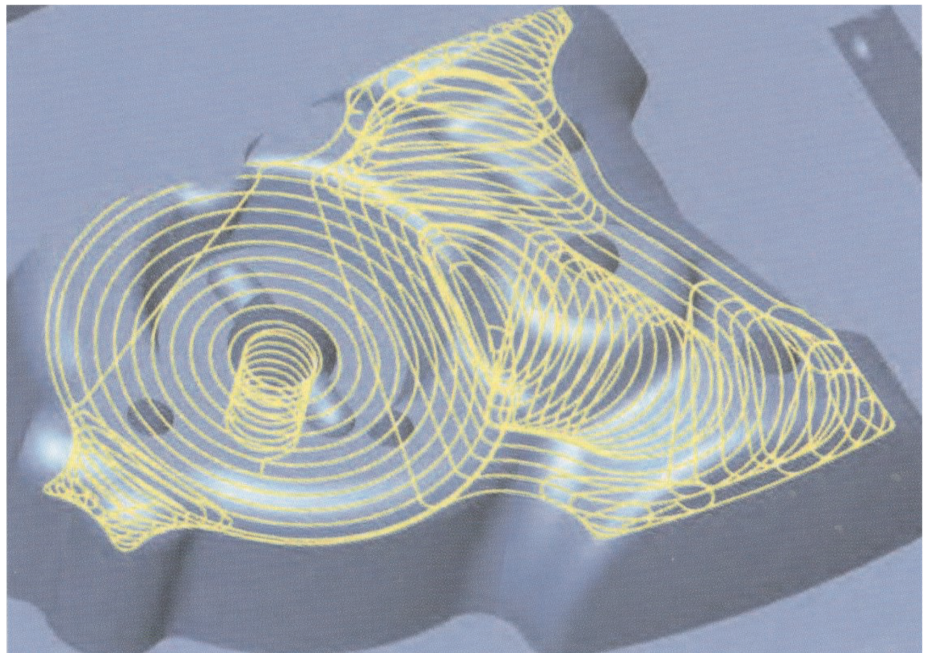
– CAQ w zakresie zapewnienia oczekiwanej jakości produktu.

System CIM jest także zintegrowany z programami wspomagającymi fazę projektowania i konstruowania: CAD i CAE.

W podsystemie PPC występują programy wspomagające, m.in.:

– planowanie produkcji (CAP) w zakresie: harmonogramowania obróbki, montażu oraz pomiarów w ramach kontroli międzyoperacyjnej, a także wyboru środków produkcji,

– zapotrzebowanie materiałowe (MRP), w zakresie niezbędnych w procesie produkcyjnym zespołów, podzespołów i obrabianych materiałów.

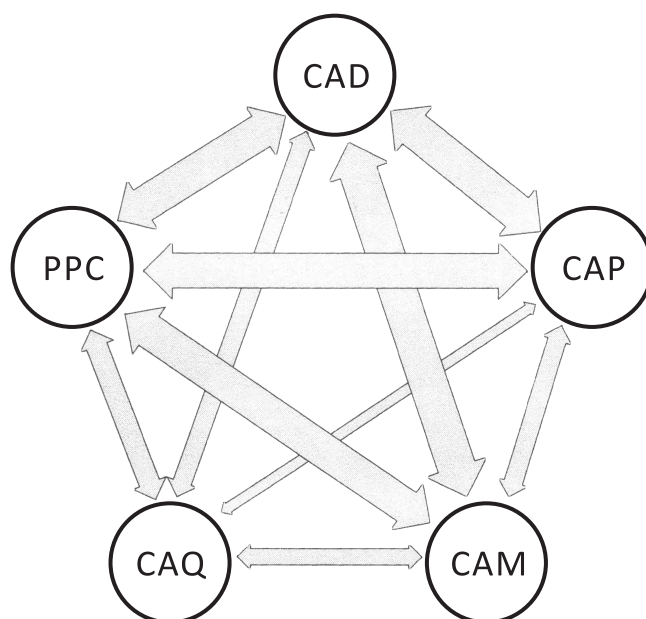


Rys. 3. Przykład trajektorii narzędzia opracowany przez program wspomagający wytwarzanie [6]

Zadaniem programów w podsystemie CAM jest przede wszystkim wspomaganie obróbki kształtującej (zgrubnej i wykończeniowej) lecz także integracja działań w fazach: projektowane i konstruowanie oraz wytwarzanie. Występują więc w nim programy, które umożliwiają opracowanie procedur obróbkowych dla obrabiarek CNC, np.: wybór parametrów obróbki, wyznaczanie optymalnych trajektorii narzędzi – rys. 3. Dzięki wspomaganie moż-

liwa jest, m.in. minimalizacja czasu obróbki oraz zwiększenie żywotności narzędzi.

W trzecim z podsystemów – CAQ, występują programy i narzędzia pozwalające zapewnić oczekiwaną jakość wytwarzanych produktów. Są więc w nim takie programy jak TQM (Total Quality Management), Lean Management oraz narzędzia jak np. Kaizen. Są w nim także procedury pomiarowe oraz narzędzia



Rys. 4. Kierunki i natężenie przepływu informacji między podstawowymi podsystemami w systemie CIM, wg [3]

służące do sprawdzania cech jakościowych produktu.

Na schemacie przedstawiającym cykl istnienia wytworu – rys. 1, widać, że między poszczególnymi fazami cyklu istnienia wytworu zachodzą interakcje. W rezultacie wzajemnego oddziaływania poszczególnych faz cyklu może zaistnieć potrzeba kolejnych działań w celu jej zaspokojenia. Podobna sytuacja jest w przypadku podsystemów tworzących system CIM – między nimi następuje przepływ informacji. – rys. 4. Przepływ ten jest dwukierunkowy, a jego natężenie – zróżnicowane i zależy od rodzaju i złożoności procesu wytwórczego.

W zależności od branży i rodzaju produkcji dane ilościowe mogą oczywiście różnić się. Istotne jest jednak to, że dzięki synergizmowi między elementami systemu ich efektywność w procesie wytwórczym jest większa niż wynikałoby to z prostej sumy.

Ponadto, we wszystkich fazach cyklu, wykorzystywane są liczne programy

optymalizujące wielkości istotne dla efektywności podejmowanych w nim działań, przede wszystkim w procesie wytwarzania i zapewnianiu jakości otrzymywanego produktu.

Podsumowanie

Na podstawie przedstawionych rozważań stwierdzić można, że w obecnych warunkach wspomaganie komputerowe we wszystkich fazach cyklu istnienia wytworu jest praktycznie niezbędne, lecz obecność przy tym człowieka – chociaż wciąż w malejącym i zmieniającym się zakresie – jest nieodzowna.

Zauważyć należy także, że wspomaganie komputerowe jest elementem wręcz koniecznym przy wdrażaniu idei *Przemysł 4.0*, oznaczającej integrację inteligentnych maszyn i systemów produkcyjnych. Działania te mają na celu stworzenie możliwości systemowego wprowadzania zmian w procesach produkcyjnych. Dzięki nim możliwe jest zwiększanie wydajności wytwarzania oraz elastyczne wprowadzanie zmian w asortymencie produkcji.

Literatura

- [1] Burakowski T.: *Rozważania o synergizmie w inżynierii powierzchni*. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2004.
- [2] Capanidis D., Kowalewski P.: *Przegląd systemów wspomagania procesów konstruowania i wytwarzania*. Zeszyty Naukowe Dolnośląskiej Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Techniki. Studia z Nauk Technicznych, t. 1, nr 1, Polkowice 2012r.
- [3] Chlebus E.: *Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.
- [4] Dietrych J.: *System i konstrukcja*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1985.
- [5] Horyashchenko S., Matuszewski M., Oborski I.L., Styp-Rekowski M.: *Rozwój układów sterowania i zespołów wrzecionowych czynnikiem determinującym postęp w budowie obrabiarek skrawających*. *Obróbka Metalu* nr 3/2017, s. 10-14.
- [6] Materiały firmy CAM Technology Sp. z o.o. ■