

# Wpływ postprocesora CAM/OSN na efektywność wytwarzania

## The influence of CAM/CNC postprocessor on production efficiency

ADAM ZALEWSKI  
SERGIUSZ SOBIESKI\*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.244

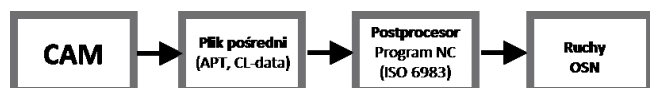
Postprocesor zamienia uniwersalny format zapisu obróbki w CAM na program sterujący obrabiarką. Pozwala na uwzględnianie indywidualnych cech OSN. Opisano wybrane możliwości postprocesorów i przykłady nowych rozwiązań, które mogą w zasadniczy sposób ułatwić integrację CAM/OSN i zwiększyć efektywność wytwarzania.

**SŁOWA KLUCZOWE:** integracja CAM/CNC, postprocesor, STEP-NC

*The postprocessor converts universal format for processing in CAM on the machine tool control program. It allows you to take into account the individual characteristics of CNC. The article describes some possibilities of postprocessors and examples of new solutions that can significantly facilitate the integration of CAM / CNC and increase production efficiency.*  
**KEYWORDS:** CAM/CNC integration, postprocessor, STEP-NC

Większość obrabiarek sterowanych numerycznie (OSN) jest programowanych za pomocą programów komputerowo wspomaganego wytwarzania (CAM). Oprogramowanie CAM jest uniwersalne, natomiast OSN są rozwiązaniami dedykowanymi, które występują w wielu odmianach, mają szereg parametrów i funkcji specjalnych, konfigurowanych na potrzeby konkretnego użytkownika. Dostarczone nawet od tego samego producenta, różnią się wersjami napędów, układów konstrukcyjnych, układów sterowania i parametrami ustawianymi przez serwis czy trybami pracy wybieranymi przez użytkownika. Biorąc pod uwagę coraz bardziej skomplikowaną budowę OSN oraz coraz bardziej zaawansowane programowanie CAM, prawidłowe dopasowanie obu tych elementów ma kluczowe znaczenie [1].

Przeływ danych (rys. 1) do obróbki na OSN zaczyna się od zdefiniowania toru narzędzia w systemie CAM, który następnie jest zapisywany w pliku pośrednim, w uniwersalnym formacie zapisu preferowanym w zależności od producenta CAM, np. APT (Catia), CL-Data (NX), NCI (Mastercam).



Rys. 1. Typowy przepływ danych od CAM do OSN

Postprocesor zamienia ten zapis na program sterujący obrabiarką (NC) [2]. Aby lepiej scharakteryzować rolę postprocesora, warto zwrócić uwagę na sposób programowania OSN, zwłaszcza na elementy ułatwiające elastyczne powiązanie CAM i OSN. Popularny format programu NC oparty na normie ISO 6983 pozwala na jed-

noznaczne definiowanie drogi i prędkości narzędzia. Jest czytelny dla operatora i dość łatwy w edycji. Opracowuje go postprocesor na podstawie danych z CAM i liczy on czasem wiele tysięcy linii (bloków). To utrudnia zmianę zdefiniowanego w ten sposób toru ruchu narzędzia, ale daje pewne możliwości parametryzacji (modyfikacji na poziomie OSN) zabiegu obróbki kolejnych części, np. przez:

- korekcję 2D promienia oraz „zużycia” narzędzia (G41/G42);
- korekcję narzędzia 3D (oprócz współrzędnych X, Y i Z punktu końcowego bloku, muszą te bloki zawierać także komponenty NX, NY i NZ wektora normalnego do obrabianej powierzchni, a czasem dodatkowo wektor: TX, TY i TZ, który określa ustawienie narzędzia w przestrzeni);
- korekcję długości narzędzia;
- zmianę punktu bazowego i dynamiczną zmianę układu współrzędnych (dla obrabiarek wieloosiowych) – zdefiniowany w CAM, wyznacza on jednoznacznie współrzędne geometryczne toru narzędzia względem umownego punktu (bazy przedmiotu obrabianego). Uruchamiając program na maszynie, decyduje się o jego faktycznym położeniu w przestrzeni obróbkowej i orientacji związanego z nim układu współrzędnych;
- podprogramy, makra, cykle obróbkowe i pomiarowe, łatwo zmieniane parametry wpływające na pracę narzędzia itd.

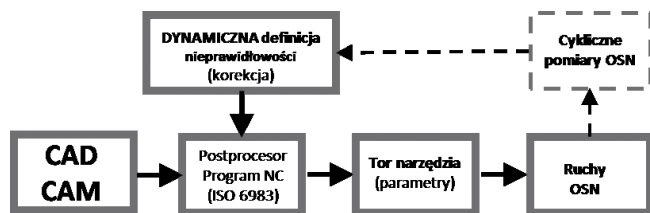
### Adaptacja pracy OSN za pomocą postprocesora

Postprocesor pozwala na programowanie OSN w trybie offline. Jest on indywidualnie dopasowywany do konkretnej OSN, można więc w nim wbudować dodatkowe funkcje, których nie trzeba uwzględniać w CAM. Dotyczy to często dodatkowych ruchów pomocniczych obrabiarki, uwzględniających bezpieczeństwo bezkolizyjnej pracy OSN i wygodę obsługi. W bardziej zaawansowanych rozwiązaniach postprocesor może korygować błędy systematyczne, zidentyfikowane wcześniej na OSN. Podejście to ma jednak zasadniczą wadę: brak automatycznego dostosowania się do zmian warunków obróbki i wymóg pracy OSN według niejako globalnego i niezmiennego układu współrzędnych (od niego jest realizowany program i są wnoszone poprawki).

Ciekawym przykładem jest podejście opisane w artykule [3]. Autorzy na podstawie badań 5-osiowej frezarki pionowej opracowali macierz błędów związanych z niedokładnością geometryczną, sztywnością, odkształceniami termicznymi i kinematyką OSN. Rozwiązanie zadania kinematyki odwrotnej (za pomocą notacji D-H) pozwoliło na wprowadzanie korekcji 3D położenia narzędzia za pomocą postprocesora, na etapie tworzenia przez postprocesor kodów NC (rys. 2). Algorytm zakłada możliwość aktualizacji macierzy błędów, a tym samym dostosowania pracy

\* Dr inż. Adam Zalewski (a.zalewski@wip.pw.edu.pl) – Politechnika Warszawska, mgr inż. Sergiusz Sobieski (ssobieski@tizimplements.com) – TIZ Implements

postprocesora do wymagań pracy OSN. Przeprowadzone próby wykazały wzrost dokładności obróbki. Wydaje się, że jest to znacznie bardziej elastyczne „programowanie adaptacyjne” niż w tradycyjnym podejściu, jednak w dalszym ciągu w trybie offline. Jeżeli macierz błędów nie będzie aktualna, program NC nie będzie efektywny.



Rys. 2. Koncepcja poprawy efektywności obróbki na podstawie [3]

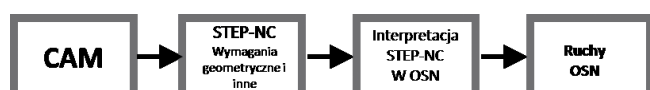
### Zamiast klasycznego postprocesora

Na etapie opracowywania technologii obróbki i tworzenia programów NC stosuje się różne formy symulacji procesu na podstawie pliku pośredniego. Program Mori-APT firmy DMG/Mori Seiki zastępuje pracę postprocesora – importuje plik pośredni z różnych systemów CAM i przetwarza go na kod NC (rys. 3), który pozwala na uruchomienie obróbki na różnych maszynach tej firmy [4]. Mori-APT zawiera dodatkowe oprogramowanie do symulacji obróbki na wirtualnej obrabiarce i wykrywania kolizji. Podejście to ma oczywiste zalety: opracowany moduł interpretacji pliku pośredniego jest dostarczany przez producenta OSN, dostosowany do konfiguracji, kinematyki i wymagań obrabiarce. Ma własny mechanizm zabezpieczenia przed kolizjami. Zwalnia dostawców CAM z konieczności opracowania i testowania nowego postprocesora. Umożliwia współpracę z różnymi systemami CAM. Ułatwia przeniesienie gotowej technologii zapisanej w pliku pośrednim na różne OSN. Pozwala na uzupełnianie danych (jeśli nie ma ich w pliku pośrednim) na potrzeby pracy konkretnej OSN.



Rys. 3. Uniwersalny program dostarczony z obrabiarką (Mori-APT) programuje obróbkę na podstawie pliku pośredniego

Od wielu lat do wymiany modeli 3D w wersji elektronicznej między systemami CAD stosowany jest format STEP (*Standard for Exchange of Product Model*). W obszarze technologii rozwijany jest format STEP-NC [4]. Opis ten koncentruje się na cechach geometrycznych i technologicznych. W odróżnieniu od opisu toru narzędzia charakterystycznego dla ISO 6983, STEP-NC (oparty na wielu normach z ISO 14649 i ISO 10303-23) zawiera dane geometryczne oraz dodatkowe informacje, np.: co należy wykonać (cechy technologiczne), w jakiej kolejności, jaką strategią (opcjonalnie), jakim narzędziem, jakie są wymagania wobec jakości i dokładności powierzchni po obróbce. Opis wyznacza niejako plan wytwarzania części na poziomie produkcji (OSN), który w intencji twórców ma zastąpić w przyszłości zapis programu NC (ISO 6983).



Rys. 4. Przepływ danych z CAM do OSN za pomocą STEP-NC

Przy okazji warto wspomnieć o ISO 10303-240, który definiuje format zapisu części w odniesieniu do planowania produkcji w ujęciu przedsiębiorstwa [5].

Zapis technologii w postaci STEP-NC będzie na obrabiarce interpretowany jako kolejne zadania (zabiegi) do wykonania dostępnymi na OSN narzędziami, strategiami i warunkami obróbki (rys. 4). Parametry skrawania i liczba przejść narzędzi mogą być na tym etapie zmienione. Idąc dalej, w kolejnej obrabianej sztuce w serii można będzie oczekiwać zmiany technologii obróbki, jeśli pomiary narzędzi czy przedmiotu obrabianego w trakcie wytwarzania będą tego wymagały (w kodzie ISO 6983 wykorzystuje się głowice do pomiaru przedmiotu obrabianego i jeżeli zmierzony wymiar nie spełnia oczekiwań, zabieg obróbki może być powtórzony z uwzględnieniem poprawki, np. korekcji narzędzia).

STEP-NC rozszerza opis narzędzia, detalu i technologii w stosunku do ISO [6]. Powinien znacząco zredukować wkład pracy technologa. OSN będzie wymagała mniej szczegółowych instrukcji i danych do efektywnego wytwarzania. W razie wystąpienia nieprawidłowości więcej zmian kryteriów i warunków obróbki będzie można zrobić na poziomie OSN. Opis cech technologicznych niepokoi jednak możliwością interpretacji, np. ze względu na trudny do szacowania czas obróbki, jakość. Daje jednak szansę wytwarzania w najlepszy sposób w odniesieniu do konkretnej OSN (OUPN) w danych warunkach.

### Podsumowanie

Współczesny park maszyn sterowanych numerycznie jako człon wykonawczy produkcji musi być optymalnie zintegrowany ze strukturą planowania, projektowania procesów technologicznych i programowania obróbki w przedsiębiorstwie. Powiązanie OSN ze środowiskiem CAM może być realizowane na trzy sposoby: z wykorzystaniem postprocesora i kodów ISO, plików pośrednich oraz STEP-NC. Pierwszy z nich jest rozpowszechniony, pozostałe rozwijają się powoli. Szersze wprowadzenie bezpośredniej interpretacji w OSN pliku pośredniego radykalnie poprawiłoby integrację CAM i OSN i zwiększyłoby efektywność wytwarzania w oparciu o tradycyjną formę (ISO) definiowania drogi narzędzia. STEP-NC z kolei ma szansę na ustanowienie kolejnego etapu w rozwoju OSN – zarówno jeśli chodzi o integrację, jak i o swoistą autonomię i „inteligencję wytwarzania” na OSN.

**Badania realizowane w ramach Projektu „System ekspercki projektowania procesu obróbki skrawaniem elementów lotniczych – CYBERTECH”, Nr POIR.01.02.00-00-0013/15, Program Operacyjny Inteligentny Rozwój.**

### LITERATURA

- Zalewski A. "The concept of feedback from numerical controlled machine tool to the CAM program". *Advances in Manufacturing Science and Technology*. Vol. 35, No. 2 (2011).
- Chrzanowski J., Wypysiński R. „Postprocesor – niezbędny łącznik między systemami CAM a obrabiarką NC”. *Inżynieria Maszyn*. R. 17, z. 2 (2012).
- Kvrgi V., Dimic Z., Cvijanovic V., Vidakovic J., Kablar N. "A control algorithm for improving the accuracy of five-axis machine tools". *International Journal of Production Research*. 26 Nov 2013, pp. 2983-2998, <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.858194> (dostęp: 18.05.2016 r.).
- "Customizable postprocessor for CAM packages". DMG/Mori Seiki USA Inc. *Modern Machine Shop*. September 2013, p. 204, [www.mmsonline.com](http://www.mmsonline.com) (dostęp: 18.05.2016 r.).
- Xun X., Nee A.Y.C. "Advanced Design and Manufacturing Based on STEP". Springer – Verlag London Ltd., 2009.
- Pobożniak J. "Automation of CNC machine tool programming using STEP-NC (ISO 14649)". *Applied Mechanics and Materials*. Vol. 656 (2014): pp 206+214. ■