

mechanik

7

Miesięcznik Naukowo-Techniczny

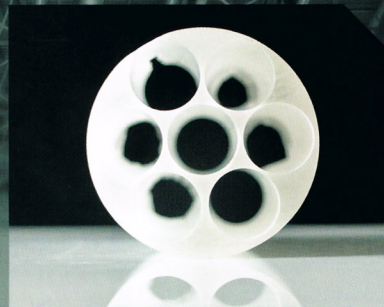
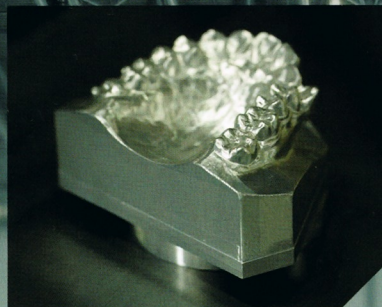
Agenda Wydawnicza SIMP

NR 7/2014

robo INNOWACJE dla
konkurencyjności firm produkcyjnych

FANUC

JAPOŃSKA TECHNOLOGIA - POLSKIE WSPARCIE TECHNICZNE



ELEKTRODRAŻARKI

WTRYSKARKI
ELEKTRYCZNE

STEROWANIA CNC

NAPĘDY DO MASZYN

FREZARKI

ROBOTYKA
PRZEMYSŁOWA

WWW.FANUCROBOTICS.PL

Mgr inż. Hubert MICHALCZUK

Politechnika Częstochowska, Instytut Technologii Mechanicznych

P.P.U. MAG-RYŚ Rędziny – nowoczesna narzędziownia

Prof. dr hab. inż. Krzysztof TUBIELEWICZ

Wyższa Szkoła Inżynierii Dentystycznej i Nauk Humanistycznych w Ustroniu,

Katedra Podstaw Konstrukcji Protetycznych

Dr inż. Ireneusz Piotr CHMIELIK

Taylor Hobson Polska, ul. Zwoleńska 46 H, 04-761 Warszawa

PRZYGOTOWANIE KODU STERUJĄCEGO NA TOKARKI CNC

Streszczenie: W opracowaniu przedstawiono sposób przygotowania kodu sterującego na tokarki CNC. Posługując się programem Mastercam, przygotowano proces produkcyjny tulejki, za pomocą weryfikacji i symulacji obróbki dokonano sprawdzenia operacji obróbkowych, następnie wygenerowano kod NC, który przesłano na tokarkę, w celu wykonania elementu. Omówiono współczesny sposób przygotowania obróbki skrawaniem przy zastosowaniu obrabiarek sterowanych numerycznie. Praca może stanowić wstępną instrukcję przygotowania operacji tokarskich za pomocą systemu Mastercam.

IN PREPARATION CONTROL CODE LATHES CNC

Abstract: This paper presents a method for preparing the control code for CNC lathes. Using Aug. program Mastercam prepared sleeve production process, using the verification and machining simulation of machining operations were checked, then the generated NC code that was sent to the lathe in order to perform the part. Discusses the modern way of preparing machining using numerically controlled machine tools. Work may constitute the initial preparation of the operation manual lathes using Mastercam system.

Słowa kluczowe: produkcja, CAD/CAM, toczenie CNC, systemy komputerowe, Mastercam, przygotowanie produkcji

Keywords: production, CAD/CAM, lathe CNC, computer systems, Mastercam, production preparation

1. WPROWADZENIE

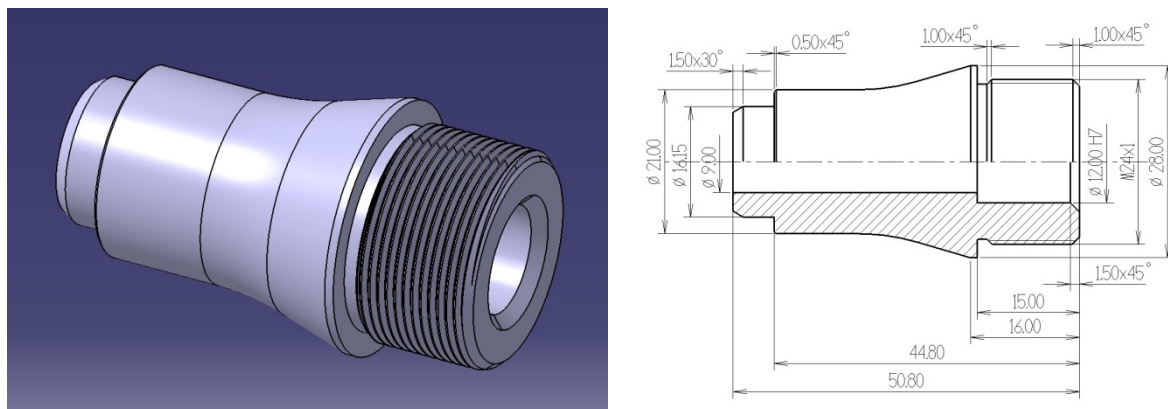
Toczenie jest jednym z rodzajów obróbki ubytkowej, stosowanym najczęściej do formowania powierzchni w kształcie brył obrotowych. Przedmiot obrabiany wykonuje ruch obrotowy, natomiast narzędzie, którym jest nóż tokarski, posuwa się równolegle i prostopadle do osi obrotu obrabianego przedmiotu. Część materiału obrabianego oddzielana jest od przedmiotu i przekształcana w wiór, który jest produktem odpadowym procesu skrawania [1, 2].

Ciągły wzrost poziomu złożoności geometrii elementów wykonywanych na tokarkach sterowanych numerycznie oraz konieczność redukcji czasu przygotowania produkcji do minimum sprawiają, że programowanie tych maszyn odbywa się za pomocą aplikacji wspomagających przygotowanie produkcji CAD/CAM [3].

Zastosowanie oprogramowania z grupy CAD/CAM umożliwia przygotowanie projektu oraz procesu technologicznego części o bardzo złożonych kształtach, a jeśli zaistnieje potrzeba – na szybkie wprowadzenie zmian projektowych i technologicznych. Pozwala na symulację przebiegu procesu obróbki oraz analizę zagrożeń występujących w trakcie operacji wykonawczych. Ponadto stanowi podstawę do oceny efektywności przewidzianych operacji wytwórczych pod względem czasochłonności i wydajności. Mimo że programy te w znacznym stopniu ułatwiają i przyspieszają pracę programistów CNC, należy jednak pamiętać o niezwykle istotnym znaczeniu właściwie wyspecjalizowanego pracownika i jego wiedzy dotyczącej systemów komputerowych, zarówno z zakresu sterowania CNC, jak i obsługi tego typu maszyn [1].

2. PRZYGOTOWANIE PROCESU TECHNOLOGICZNEGO TULEI

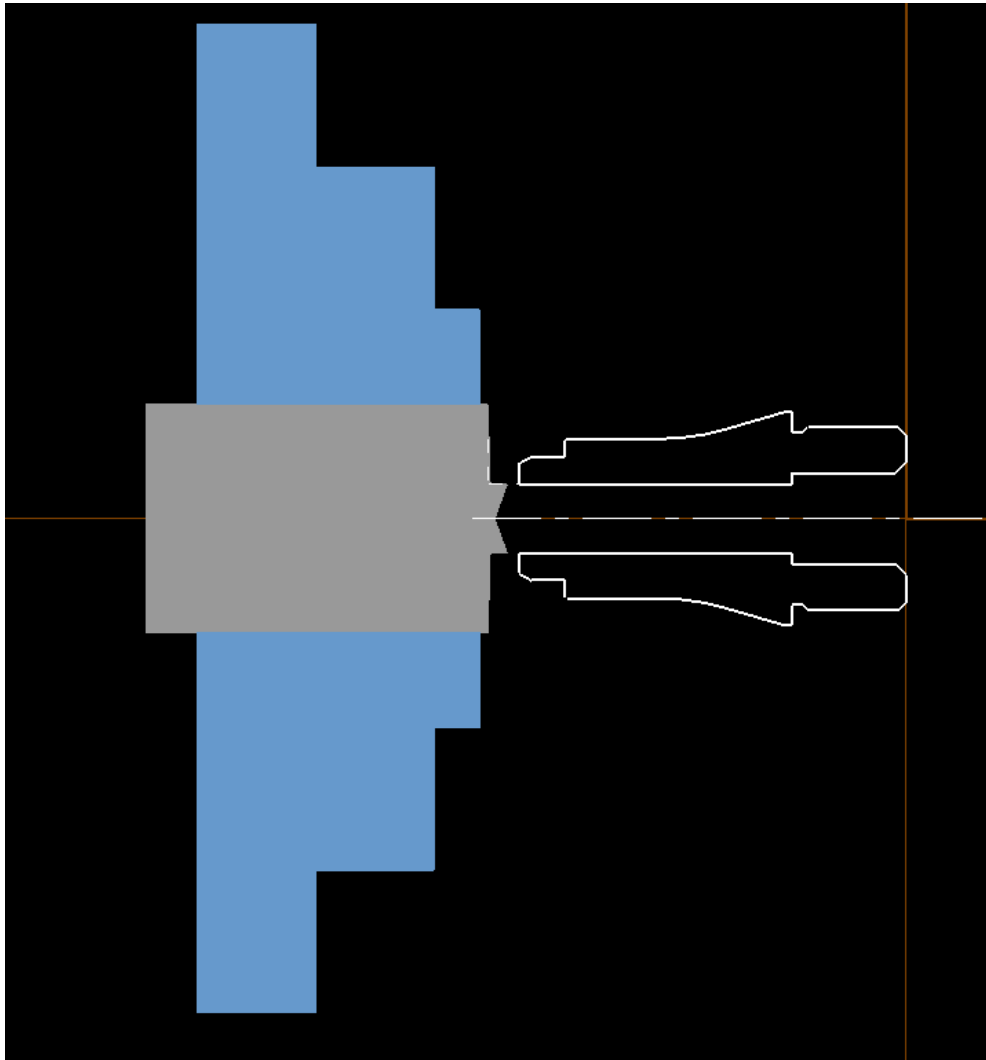
Program Mastercam jest opracowywany od 1984 roku przez firmę CNC Software Inc. w USA i stanowi jeden z najnowocześniejszych systemów z grupy CAD/CAM. Jest to zintegrowany pakiet oprogramowania CAD/CAM, który tworzy geometrię elementu, umożliwia przygotowanie planu technologii obróbki, wizualizację graficzną drogi narzędzia, dokonuje weryfikacji prawidłowości parametrów obróbki i generuje programy NC. System wspomaga prace projektowania technologii w układzie, 2- do 5-osiowego frezowania, toczenia, 2- i 4-osiowego, elektroerozyjnego wycinania drutowego, wykrawania i rozkładania blach, cięcia plazmowego i laserowego. Dzięki olbrzymim możliwościom program Mastercam jest idealnym narzędziem do opracowywania procesów technologicznych obróbki na obrabiarki CNC [4]. W celu przedstawienia pewnych możliwości programu odnośnie do sporządzenia planu obróbkowego na tokarki sterowane numerycznie, przedstawiono sposób przygotowania procesu technologicznego wykonania tulei (rys. 1).



Rys. 1. Model oraz rysunek tulei

Pracę w programie Mastercam należy rozpocząć od sporządzenia konturów interesującej nas tulei bądź zaimportować je z innego oprogramowania CAD. W powyższym przypadku model tulei i jej rysunek wykonawczy zostały wcześniej sporządzone za pomocą programu Catia, a do programu Mastercam, za pomocą formatu igs importowano tylko kontury, które zostały odpowiednio ustawione, tak aby oś „Z” stanowiła oś obrotu tulei, a oś „X” była prostopadła do osi obrotu i pokrywała się z czołem detalu od strony powierzchni gwintowanej (rys. 2).

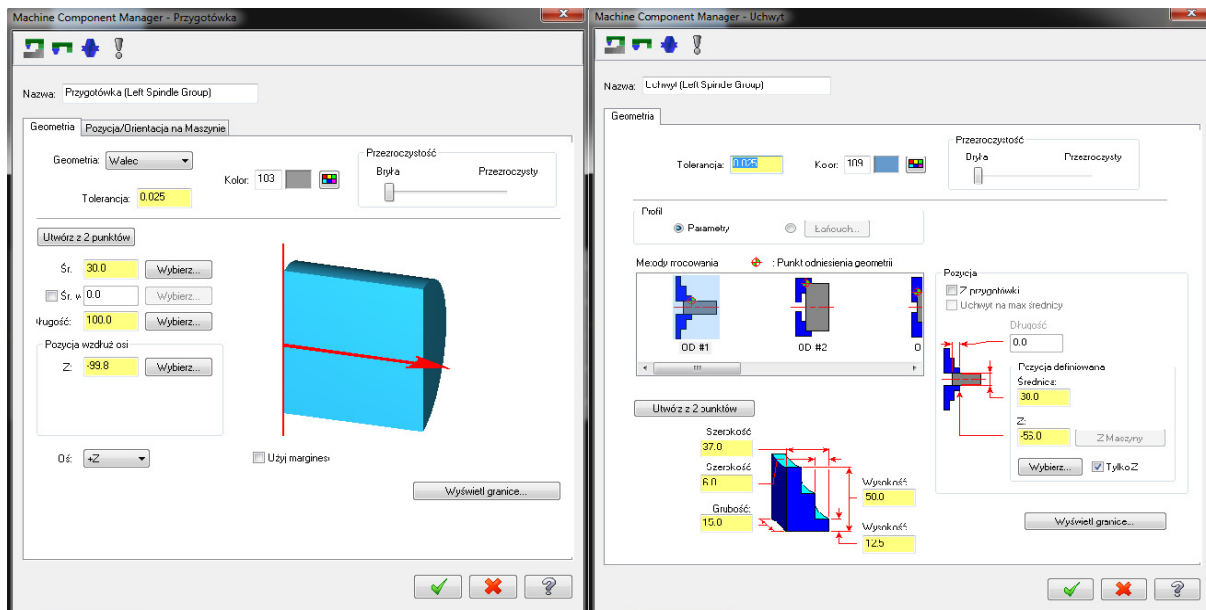
Usytuowanie w taki sposób umożliwiło wykonanie części w jednym zamocowaniu. Po prawidłowym zabazowaniu dokonano wyboru postprocesora HAWK, dzięki któremu program został właściwie wygenerowany dla maszyny, na której wykonano tuleje. Zmianę postprocesora można przeprowadzić w każdej chwili wykonywania pracy, ponieważ program przeprowadzi wszystkie niezbędne obliczenia i dobierze właściwe komendy dopiero przy generowaniu kodu sterującego NC.



Rys. 2. Ustawienie tulei

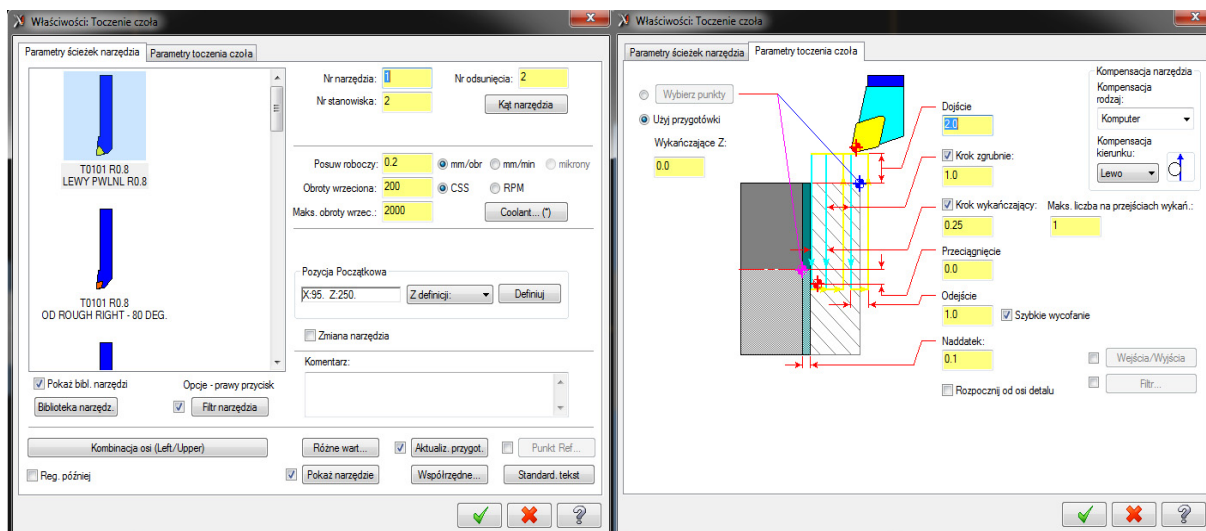
Bardzo istotnym czynnikiem przy wprowadzaniu danych wejściowych jest odpowiednie zdefiniowanie półfabrykatu, z jakiego będzie toczony element, gdyż program na jego podstawie dobiera odpowiednią ilość przejść, konieczną do usunięcia niepotrzebnego materiału przy operacjach zgrubnego planowania czoła i toczenia wzdłużnego. Omawiany przedmiot został wykonany z półfabrykatu w postaci wałka o średnicy 30 mm. Często zdarza się przypadek, że ze względów technicznych element musi zostać wytoczony z półfabrykatu o innej średnicy niż przewidywana w trakcie przygotowywania programu. Wówczas możliwe jest wprowadzenie innych wartości opisujących gabaryty materiału wyjściowego, a system sam dokona aktualizacji już istniejących operacji tokarskich i przeliczy je odpowiednio dla nowych wymiarów półfabrykatu. Jedyną czynnością, którą musi wykonać osoba obsługująca aplikację, jest ponowne wygenerowanie kodu NC. Niezwykle ważne jest również prawidłowe określenie wymiarów uchwytu tokarskiego, dzięki czemu możliwe jest ustalenie właściwego

podejścia nożem i wykrycie ewentualnej kolizji z narzędziem. Konieczne jest także podanie punktu bazowego uchwytu rewolwerowego narzędzi. Na rysunku 3 przedstawiono sposób definiowania przygotówki i położenia uchwytu tokarskiego.



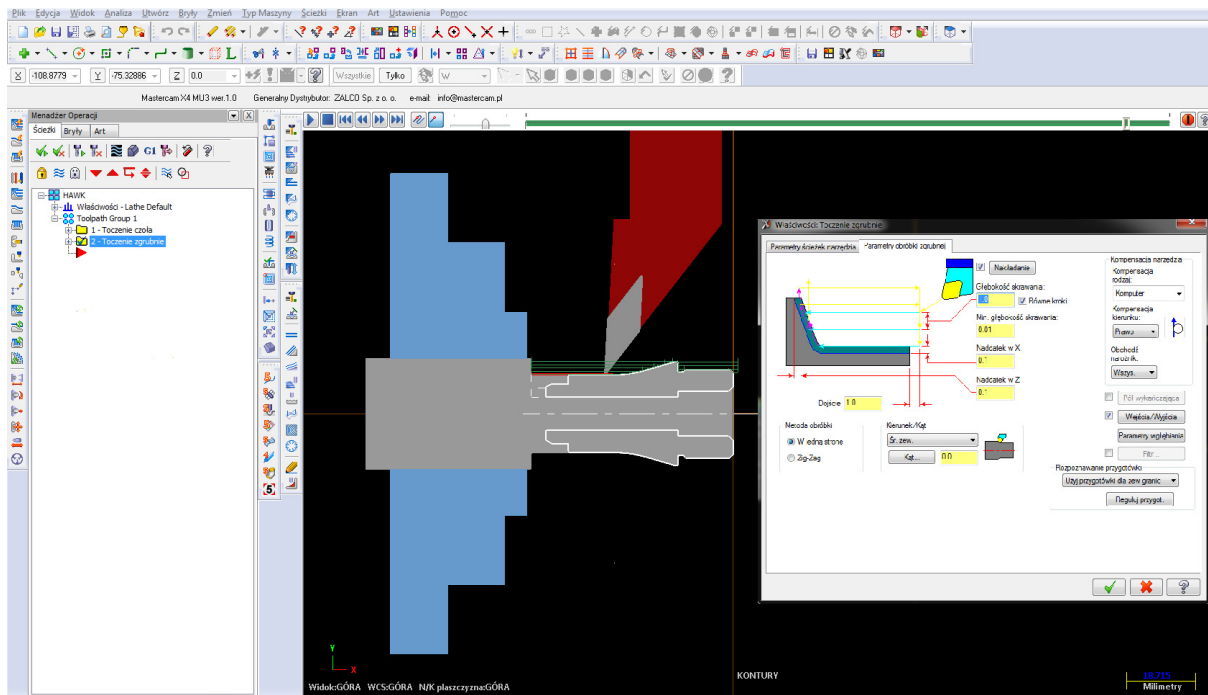
Rys. 3. Definiowanie półfabrykatu oraz uchwytu tokarskiego

Prawidłowo wykonane powyższe czynności umożliwiają wykrycie wszelkich nieprawidłowości występujących podczas procesu toczenia i gwarantują właściwe rozpoczęcie procesu przygotowania obróbki. Pierwszą operację, jaką należało wykonać, stanowi planowanie czoła. Po wyborze ścieżki toczenia czoła w programie zostało otworzone okno dialogowe umożliwiające wybór narzędzia oraz wprowadzenie właściwych parametrów obróbki, takich jak prędkości skrawania, grubość warstwy skrawanej, naddatek pozostały na przejściu wykańczające oraz wejścia i wyjścia narzędzia. Jako narzędzie wykorzystano nóż z płytką o promieniu $R = 0,8$ (rys. 4). Podczas planowania czoła należy pamiętać o tym, żeby nie nastąpiło przesunięcie narzędzia poniżej osi obrotu o wartość większą niż wymiar promienia płytki, gdyż może to doprowadzić do jej wyłamania.

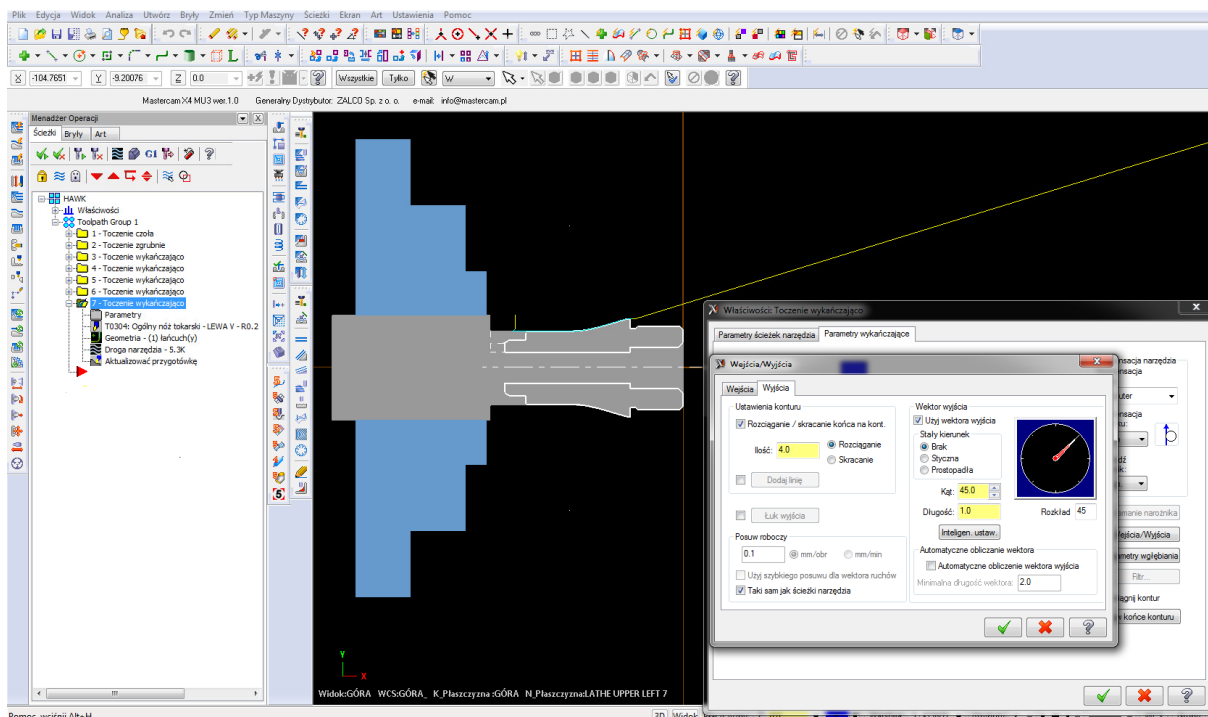


Rys. 4. Dobór odpowiedniego noża oraz parametrów operacji toczenia czoła

Kolejną czynnością, jaką należy wykonać, była obróbka zgrubna tulei. Stosując cykl obróbki zgrubnej, po zaznaczeniu odpowiedniego konturu, przy użyciu noża z płytką o promieniu $R = 0,4$ wykonując kolejne przejścia, podczas których zbierano warstwy o grubości 1 mm, usunięto zbędny materiał. W cyklu obróbki zgrubnej, na podstawie zdefiniowanego półfabrykatu oraz grubości warstwy skrawanej program sam dobiera niezbędną liczbę przejść (rys. 5).

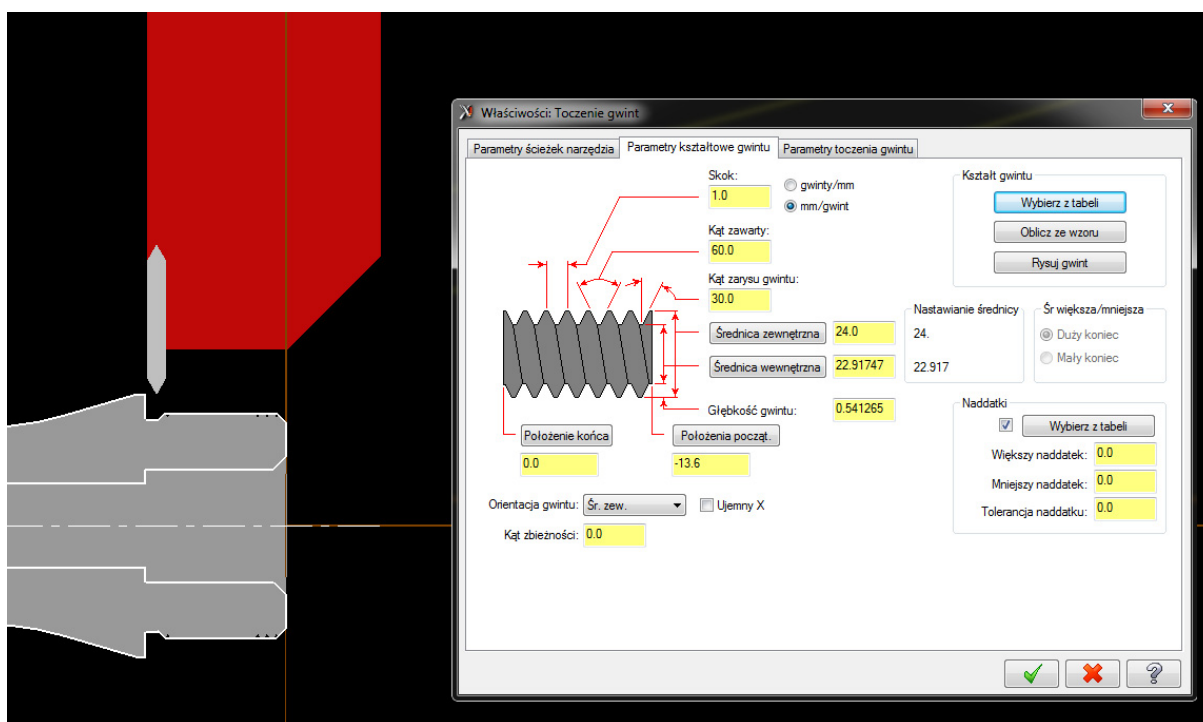


Rys. 5. Cykl obróbki zgrubnej



Rys. 6. Toczenie wykańczające z widokiem okna definiowania wejść i wyjść narzędzia

Następnie przeprowadzoną czynność stanowi toczenie wykańczające czoła i powierzchni zewnętrznych tulei. W tym przypadku posłużono się nożem z płytką o promieniu $R = 0,2$, a warstwa skrawana miała grubość około $0,1$ mm. Podczas operacji toczenia wykańczającego bardzo istotne jest prawidłowe określenie sposobu rozpoczęcia i zakończenia pracy narzędzia. Program Mastercam posiada dużo możliwości sformułowania właściwego początku i końca operacji, co zostało zilustrowane na rys. 6. Bardzo często używaną opcją jest wejście i wyjście narzędzia po łuku, co zapobiega powstawaniu tzw. wary, pozwala uzyskać gładką powierzchnię przy wyjściu i wejściu oraz wpływa na dłuższą żywotność płytki. Rozdzielenie konturu na mniejsze fragmenty podczas obróbki wykańczającej zapewnia prawidłowe obrobienie miejsc trudno dostępnych i wymagających toczenia z dwóch kierunków, osiowego i promieniowego, takich jak np. rowki i podcięcia. Podczas przygotowywania procesu technologicznego, po każdym zabiegu, system przedstawia bieżący stan obróbki w postaci półfabrykatu obrazującego aktualny stan pracy. Dzięki temu programista ma możliwość monitorowania swoich działań i może przyjąć odpowiednią strategię dalszej obróbki.



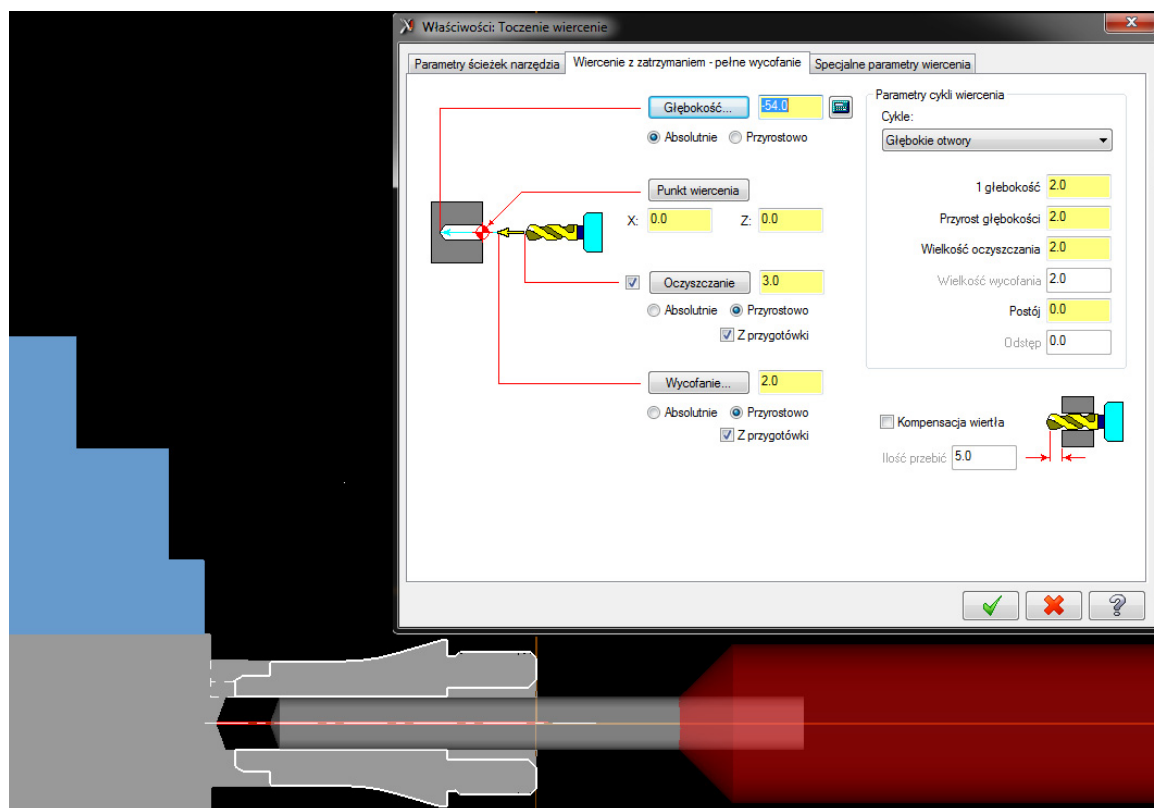
Rys. 7. Wykonanie gwintu $M24 \times 1$

W następnej kolejności posługując się odpowiednio dobranym nożem do gwintów zewnętrznych, wytoczono gwint drobnozwojny $M24 \times 1$ (rys. 7). Podczas przygotowywania ścieżki obsługujący może własnoręcznie wpisać wymagane parametry gwintu lub skorzystać z gotowej tabeli gwintów, w jaką jest wyposażony system. Konieczne jest również podanie, w ilu przejściach ma zostać wykonana czynność nacinania gwintu.

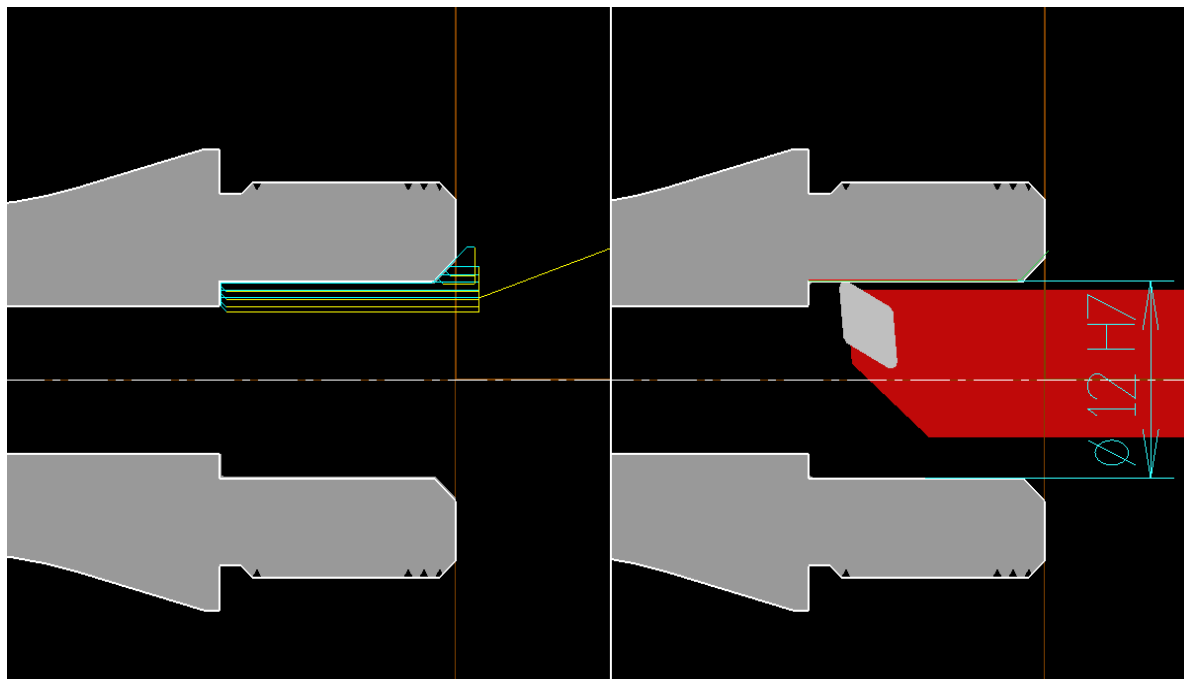
W dalszym etapie pracy korzystając z cyklu wiercenia, wykonano otwór o średnicy 9 mm. Czynność tę oraz parametry wiercenia przedstawiono na rysunku 8. Wykonanie otworu pozwoliło na przeprowadzenie wytaczania zgrubnego i wykańczającego pogłębienia $\varnothing 12 H7 \times 15$. Do tego celu wykorzystano omawiane powyżej ścieżki toczenia zgrubnego i wykańczającego, z tą różnicą że przy wytaczaniu musi zostać zaznaczona opcja – *średnica wewnętrzna* oraz wejścia i wyjścia noża muszą zostać dobrane w ten sposób, by uniemożliwiły kolizję z obrabianym materiałem. Ponieważ średnica pogłębienia jest tolerowana, kontur należy narysować w środku granicy tolerancji, a operator posługując się

tz. kompensacją narzędzia i odpowiednim przyrządem pomiarowym, wykona ją z właściwą odchyłką, spełniającą tolerancję.

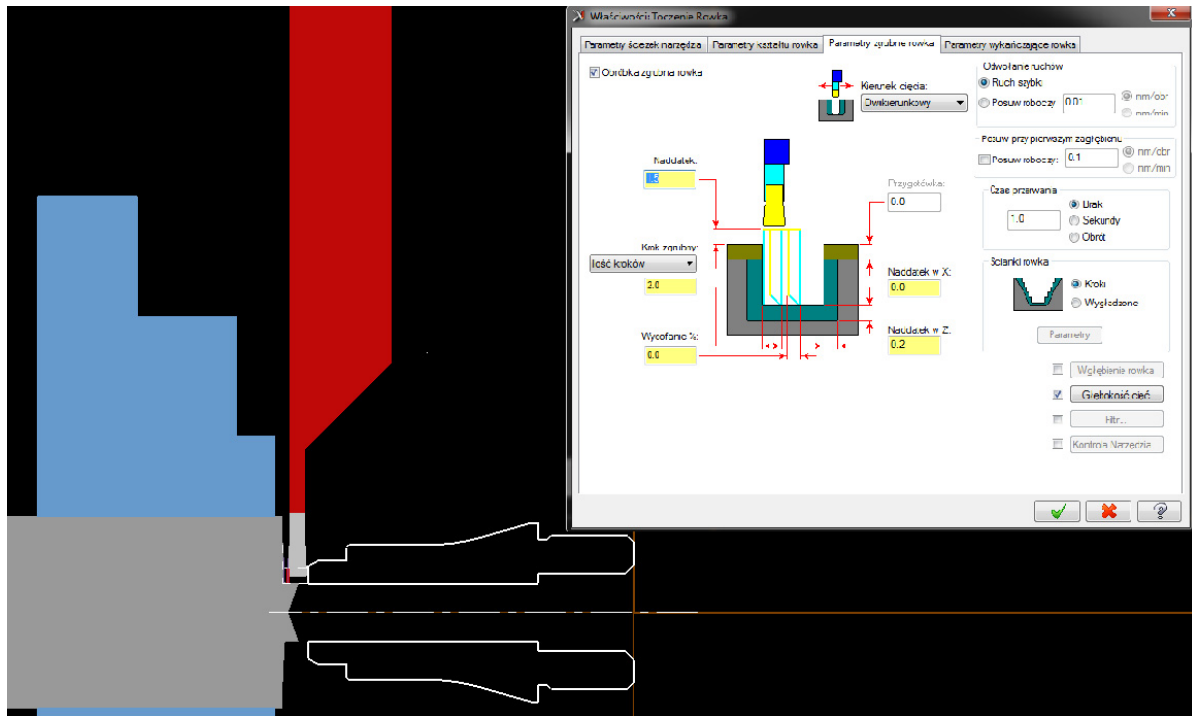
Operację wytaczania zgrubnego i wykańczającego przedstawiono na rysunku 9.



Rys. 8. Wiercenie otworu $\varnothing 9$

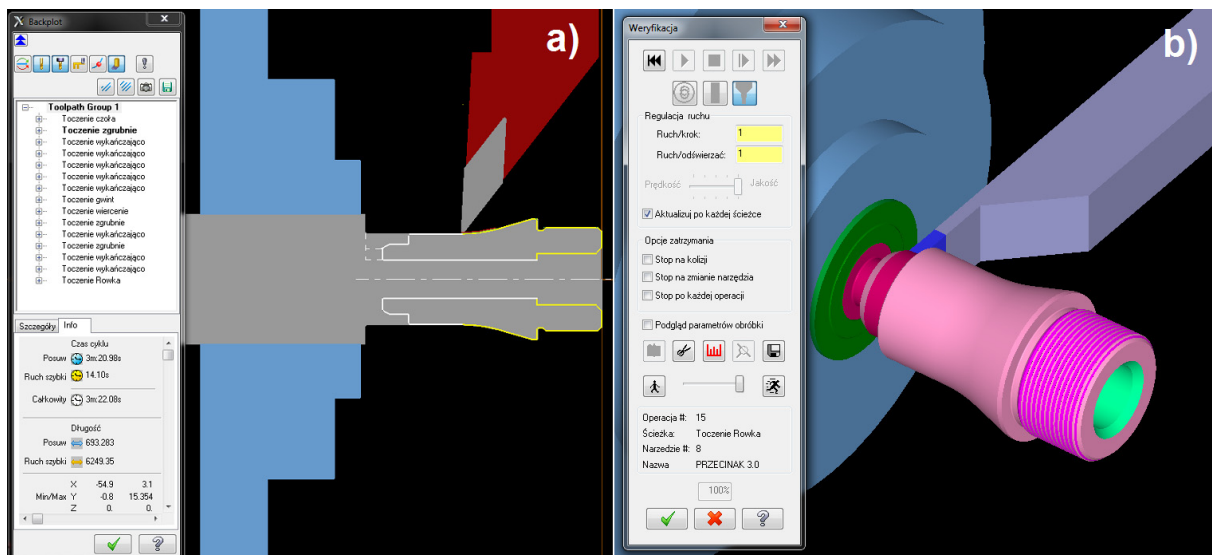


Rys. 9. Operacje wytaczania zgrubnego i wykańczającego



Rys. 10. Odcięcie tulei

Ostatni zabieg stanowi proces odcięcia tulei (rys. 10). Stosując funkcję toczenia rowka i posługując się przecinakami o promieniu płytki R 3, odcięto wykonany element od pozostałego materiału. Opcja toczenia rowka, oprócz podstawowych parametrów, posiada wiele czynników pozwalających na opisanie zarówno sposobu obróbki, jak i samej geometrii rowka.



Rys. 11. Symulacja trajektorii narzędzia (a) i weryfikacja operacji toczenia (b)

Po zakończeniu procesu projektowania technologii przeprowadzono symulację i weryfikację obróbki. Posługując się opcją *Backplot*, przeanalizowano wszystkie ruchy narzędzia i określono przybliżony czas, potrzebny na wykonanie całej tulei. Funkcja weryfikacji wykorzystana została do wstępnej oceny dokładności wymiarowo-kształtowej wykonywanego elementu (rys. 11).

Następnie po stwierdzeniu poprawności przebiegu całości obróbki wygenerowany został program sterujący na obrabiarkę CINCINNATI HAWK 200 (rys. 12):

:G90 G40

(MSG, PROGRAM: - T_F44-6_STOZEK_WEWN_NEW)

(MSG, UTWORZONY: 22-03-2014 O 21:49)

(MSG, *** by HUBERT ***)

(MSG, Narzedzie 2, korekcja 2)

(MSG, LFACE LEWY PWLNL R0.8 płytka WNMG 08 04 08)

:G0G62T2M6

N100G92S2000

N102G96S200M3

N104G0X34.Z.35M8D2

N106G95G1X-1.6F.2

N108G0Z1.35

N110X34.

N112Z.1

N114G1X-1.6F.2

N116G0Z1.1

N118M9

N120M5

N122G0X190.Z250.

N124M01

(MSG, Narzedzie 3, korekcja 3)

(MSG, LROUGH LEWA V - R0.4 płytka VNMG 16 04 04)

:G0G62T3M6

N126G92S2000

N128G96S150M3

N130G0X30.042Z1.2M8D3

N132G1X28.042F.15

N134Z-15.131F.15

N136G3X28.2Z-15.4P.5F.15

N138G1Z-16.4F.15

N140Z-54.9F.15

N142X30.F.15

N144X30.707Z-54.546F.15

N146G0Z1.2

N148X28.085

N150G1X26.085F.15

N152Z-14.9F.15

N154X27.2F.15



Rys. 12. Obrabiarka wykorzystana do procesu obróbki widocznej, wykonanej tulei

3. PODSUMOWANIE

Wykorzystując oprogramowanie CAD/CAM służące do komputerowego wspomagania projektowania i wytwarzania, inżynierowie technolodzy mogą w profesjonalny sposób przygotowywać i planować produkcję, która bardzo często charakteryzuje się wysokim stopniem zaawansowania. Systemy CAD/CAM umożliwiają, po wprowadzeniu określonych zmian, wykorzystanie już istniejących projektów, co w znaczny sposób przyspiesza przygotowanie produkcji [1]. Dzięki przedstawionym powyżej analizom i symulacjom procesów obróbki na przykładzie tulei wykazano, że prawdopodobieństwo osiągnięcia zamierzonych efektów produkcyjnych, jak również ekonomicznych, znacznie wzrasta, co również pozwala na spełnienie rosnących oczekiwań odbiorców. Należy również pamiętać o obszernej wiedzy, jaką muszą posiadać inżynierowie-programiści w zakresie nie tylko opracowania konstrukcji przedmiotów, ale również technologii ich wytwarzania, zasad programowania, sterowania oraz sposobu organizacji produkcji [3].

LITERATURA

- [1] Chlebus E.: *Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji*, WNT, Warszawa, 2000.
- [2] Honczarenko J.: *Obrabiarki sterowane numerycznie*, WNT, Warszawa, 2008.
- [3] Olszak W.: *Obróbka skrawaniem*, WNT, Warszawa, 2008.
- [4] www.mag-rys.com.pl
- [5] www.mastercam.pl
- [6] www.solidworks.pl