

**Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej**

**Laboratorium
Programowanie Obrabiarek CNC**

Przewodnik do ćwiczenia

Nr 6S

**Programowanie tokarki
w systemie ShopTurn**

Opracował:
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

Poznań, 16 stycznia 2021

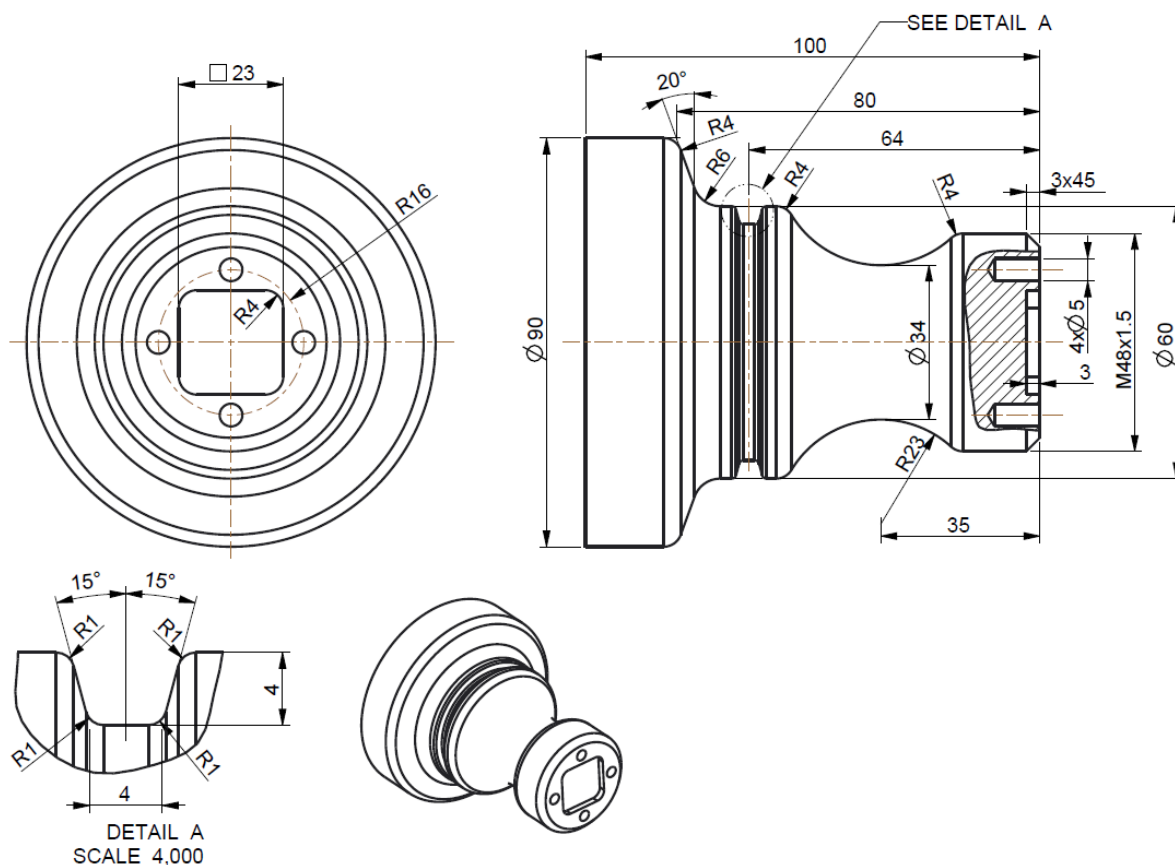
1. Przygotowanie

Przed wykonaniem danego ćwiczenia należy:

- zapoznać się z Przewodnikiem OS – instalacja i uruchomienie programu SinuTrain,
- zainstalować lub mieć dostęp do zainstalowanego programu SinuTrain. Dla tego ćwiczenia wymagane jest zdefiniowanie tokarki według szablonu: „**Lathe with driven tool**”,
- zapoznać się z doбором narzędzi – Przewodnik NT
- zapoznać się z instrukcją do ćwiczenia 6 – ShopTurn,

2. Układ współrzędnych

Przed rozpoczęciem pisania programu należy na rysunku nanieść początek układu współrzędnych WCS (symbol) oraz oznaczyć osie współrzędnych, tak aby było widoczne gdzie jest $X=0$ i $Z=0$. Dla tej części najlepiej przyjąć początek układu współrzędnych na czole gotowego wałka w osi obrotu.



Rysunek przedmiotu

W zadaniu tym przewidziano naddatek na powierzchni czołowej o wartości 2 mm do zebrania w pierwszej operacji (planowanie).

3. Wprowadzenie danych programu

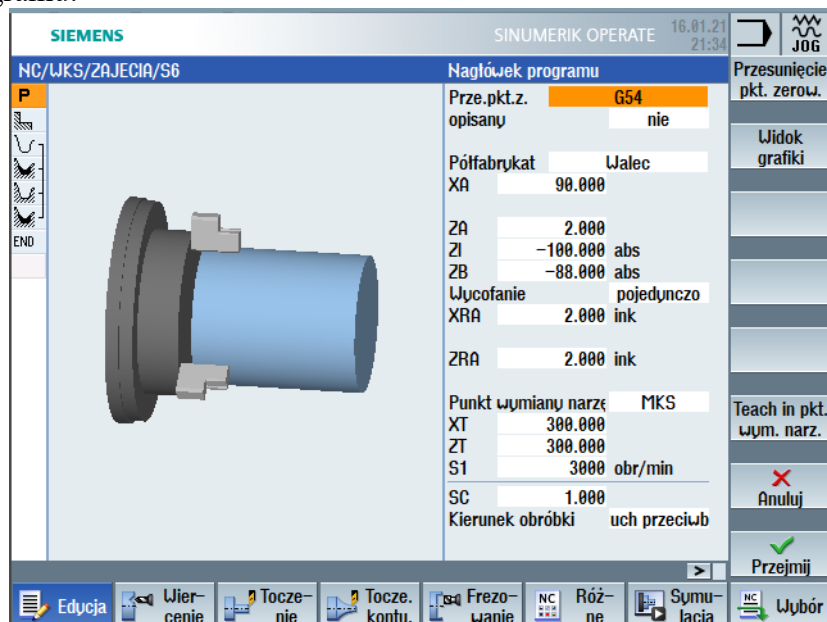
Przed opracowaniem programu należy przygotować dane do programu:

- dobór narzędzia - dla obróbki tego typu kształtu należy dobrać narzędzia i parametry:
 - nóż do obróbki zgrubnej powierzchni walcowej i czołowej: np.
 - oprawka: SCLCL,
 - płytki typu: CC_T 09T308
 - nóż do obróbki kształtującej (wybrania) i wykańczającej:
 - oprawka: SDJCL,
 - płytki typu: DC_T 11T304,
 - nóż do toczenia gwintów:
 - oprawka: PER
 - płytki: 270705 HU7315 do skoku zgodnie z rysunkiem
- nóż do rowków:
 - oprawka: 155.19..
 - płytki: 273310 HB7310 B=2.1,
- wiertło Ø5,
- frez Ø6.
- zapisać dobrane dane narzędzi do tabelki narzędziowej zamieszczając również szkic narzędzia, jak to narzędzie jest zamocowane w głowicy,
- zdefiniować narzędzia w tabeli narzędziowej układu sterowania zgodnie z tabelą,
- opracować nowy program w systemie ShopTurn,

4. Opracowanie programu

4.1. Definicja nagłówka programu

Po utworzeniu nowego programu typu ShopTurn od razu wyświetlane jest okno edycji nagłówka programu:



Edycja nagłówka programu

W tym oknie wprowadza się następujące dane:

Przesunięcie punktu zerowego – wybór punktu zerowego G54-G57 (klawisz „Select”),
Opisany – opisany w przestrzeni obróbkowej obrabiarki – najlepiej wybrać „nie”,

Półfabrykat – rodzaj półfabrykatu: Walec,

XA – średnica zewnętrzna walca: $\varnothing 90$

ZA – współrzędna Z czoła półfabrykatu: 2 mm

ZI – współrzędna Z lewego czoła półfabrykatu: np. -100 mm ABS,

ZB – współrzędna Z powierzchni czołowej szczęk: np. -87 ABS,

Wycofanie – określenie płaszczyzn bezpiecznych – dla tego typu wałka: pojedynczo i wartości np.:

XRA – płaszczyzna bezpieczna w osi X w odległości od materiału: np. 2 mm INK,

ZRA – płaszczyzna bezpieczna w osi Z w odległości od materiału: np. 2 mm INK,

Punkt wymiany narzędzia: MKS – zdefiniowany w układzie maszyny - najlepiej,
WKS – zdefiniowany w układzie przedmiotu,

XT – współrzędna X punktu wymiany narzędzia, np. XT=200 mm,

ZT – współrzędna Z punktu wymiany narzędzia, np. ZT=300 mm,

S1 – ograniczenie maksymalnej prędkości obrotowej wrzeciona: np. 3000 obr/min,

SC – odległość bezpieczeństwa: np. 2 mm

Kierunek obróbki (przy frezowaniu) – współbieżnie/przeciwbieżnie.

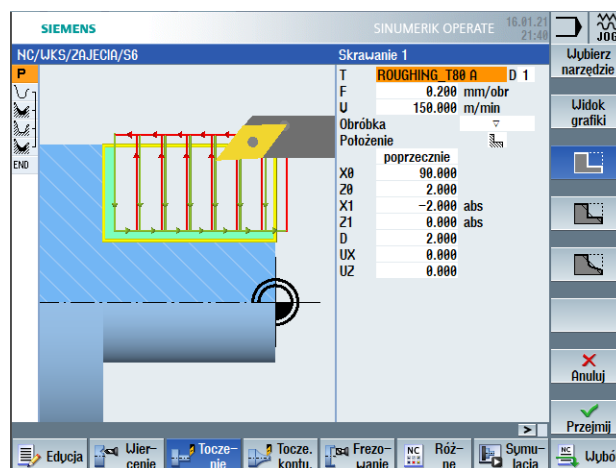
Jeśli wszystkie dane są wprowadzone formalnie poprawnie dostępny jest klawisz „Przejmij”. Jeśli nie to błędne pola są podświetlone i w dolnej linii ekranu wyświetlany jest opis błędu.

Obróbka danego przedmiotu ma być wykonana za pomocą systemu ShopTurn dlatego też obróbka poszczególnych kształtów polega na wykonaniu określonych czynności:

- wybranie danej operacji z dolnego menu: wiercenie/toczenie/frezowanie itp.,
- wprowadzenie wszystkich danych danego cyklu, łącznie z danymi narzędzia do danej karty cyklu.

4.2. Planowanie czoła

Do planowania czoła możemy wykorzystać funkcję toczenia czopa. Aby wybrać tę funkcję należy wybrać w dolnym menu funkcję „Toczenie”, następnie z bocznego menu „Skrawanie” oraz ponownie z bocznego menu jedna z 3 ikon kształtu czopa. Wybieramy pierwszą od góry.



Edycja operacji planowania czoła

W tym oknie wprowadza się następujące dane:

- T – narzędzie – wciskając klawisz „Wybierz narzędzie” można wybrać zdefiniowane narzędzie z tabeli narzędziowej,
- D – numer adresu korekcji zużycia długości i promienia narzędzia – zwykle D=1,
- F – wartość posuwu narzędzia w jednostce mm/obr
- V lub S – prędkość skrawania [m/min] lub prędkość obrotowa – zmiana klawiszem „Select”,
- Obróbka – rodzaj obróbki: (∇ - zgrubna, $\nabla\nabla\nabla$ - wykańczająca,) w tym przypadku zgrubna,
- Położenie – położenie kształtu czopa – zmiana klawiszem „Select” – wybrać właściwy,
– poprzecznie/wzdłużnie – kierunek skrawania – dla planowania najlepiej poprzecznie,
- X0, Z0 – współrzędne narożnika półfabrykatu (niebieskie kółko na rysunku powyżej) –w naszym przypadku X0=Ø90, Z0=2
- X1 – dolna współrzędna X – ponieważ płytka ma promień zaokrąglenia musimy przejechać oś obrotu np. o 2 mm, a więc X1=-2
- Z1 – współrzędna z lewej strony czopa: Z1=0,
- D – grubość warstwy skrawanej (a_p): np. D=2 mm,
- UX – naddatek na obróbkę wykańczającą w osi X: UX = 0mm,
- UZ – naddatek na obróbkę wykańczającą w osi Z: np. UZ=0 mm – bez obróbki wykańczającej.

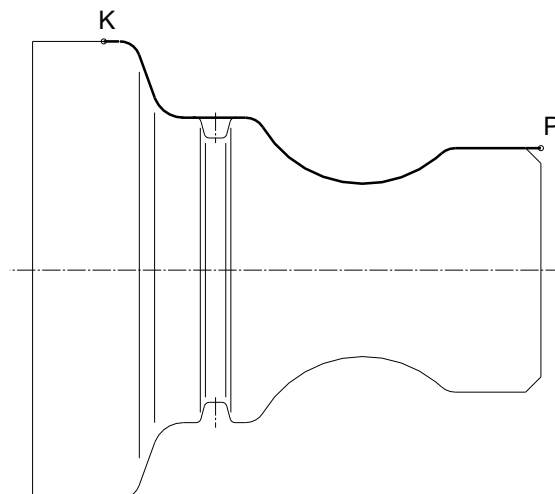
4.3.Obróbka kształtowa zarysu

Programowanie toczenia bardziej złożonych kształtów polega na zdefiniowaniu kontury a następnie zdefiniowaniu technologii. Funkcje toczenia konturów wybiera się klawiszem „Toczenie konturu” w dolnym menu.

4.3.1. Definicja konturu

Aby zdefiniować kontur do obróbki należy wybrać funkcję „Toczenie konturu” z dolnego menu a następnie z bocznego menu klawisz „Nowy kontur”. Na początku należy wprowadzić unikalną nazwę konturu a następnie współrzędne początku konturu.

W przypadku danego kształtu przedmiotu musimy zdefiniować kontur od punktu P do K oznaczony pogrubioną linią.



Jako początek konturu dla danego przedmiotu możemy wybrać punkt o współrzędnych $X=048$, $Z=0$ oraz określić „Przejście na początku konturu” jako „Fazę” i wielkość fazy 3 mm. Strzałka obok wartości fazy pokazuje kierunek przed fazą (strzałka w górę). Wówczas automatycznie zostanie wykonana faza na początku konturu.

Elementami konturu mogą być linia prosta pozioma, linia prosta pionowa, dowolna linia prosta oraz linia łukowa. Edytor konturu jest też kalkulatorem konturu, to znaczy w niektórych przypadkach nie musimy wprowadzać wszystkich danych (na przykład nie znamy ich w sposób jawny) a mogą być one wyliczone na podstawie położenia następnych elementów.

W naszym przypadku pierwszym elementem konturu jest linia prosta pozioma, którą wybieramy z bocznego menu. Dla tej linii prostej nie znamy współrzędnej końcowej Z ale wiemy, że dana linia przechodzi w łuk z promieniem, dlatego też wprowadzamy tylko:

Przejście do następnego elementu: Faza/Promień – wybieramy faza

FS/R – wartość fazy lub zaokrąglenia – wprowadzamy wartość 3.

Akceptujemy tę wartość klawiszem Input (Enter) i wciskamy po prawej stronie żółty klawisz „Przejmij”.

Następnym elementem konturu jest łuk. W przypadku tego łuku wprowadzamy:

- kierunek łuku zgodnie z kierunkiem definiowania konturu,

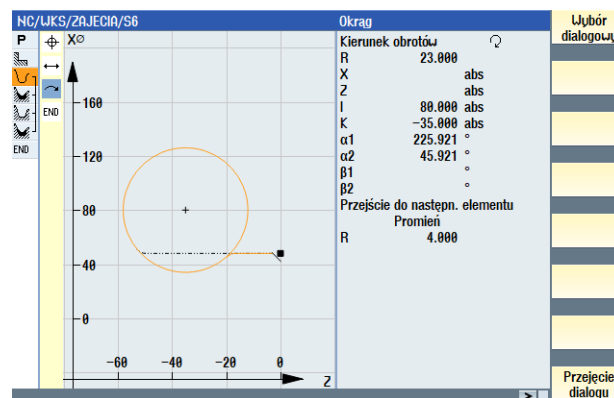
R – promień łuku: $R=023$,

Ze względu na specyficzne działanie programu najlepiej kolejne parametry wprowadzać w następującej kolejności:

K – współrzędna środka łuku w osi Z, najlepiej wybrać jednostkę ABS wówczas $K=-35$ ABS,

I – współrzędna środka łuku w osi X, najlepiej wybrać jednostkę ABS wówczas $I=80$ ABS (jeśli jest jednostka ABS to wartość oznacza średnicę, na której znajduje się środek łuku).

Po wprowadzeniu tej wartości i zatwierdzeniu klawiszem Input (enter) dla tego przedmiotu zostanie wyświetlony dialog jak na poniższym rysunku:

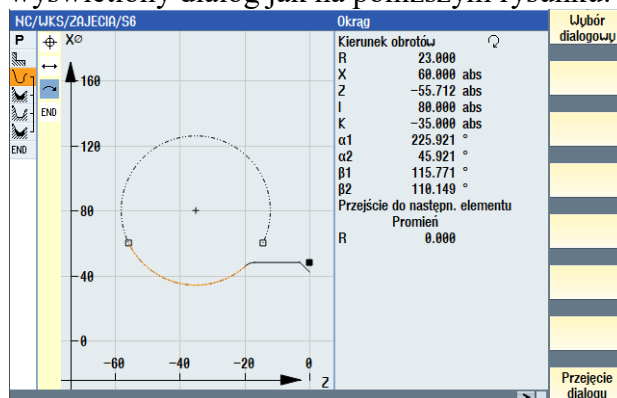


Teraz system pyta się jak ma zakończyć poprzednią linię poziomą. Przy pomocy górnego klawisza „Wybór dialogowy” zmieniamy rozwiązanie w taki sposób aby brązowa pozioma linia konturu kończyła się na łuku z prawej strony (tak jak na rysunku). Następnie zatwierdzamy tę wartość dolnym klawiszem „Przejęcie dialogu”.

Po zatwierdzeniu możemy wprowadzać kolejne parametry:

X – współrzędna końcowa łuku (jeśli zakończenie łuku zrobimy jako zaokrąglenie krawędzi, „Przejście...” to współrzędna X wynosi: $X=60$ ABS.

Po wprowadzeniu tej wartości i zatwierdzeniu klawiszem Input (enter) dla tego przedmiotu zostanie wyświetlony dialog jak na poniższym rysunku:



Teraz system pyta się jak ma zakończyć łuk. Przy pomocy górnego klawisza „Wybór dialogowy” zmieniamy rozwiązanie w taki sposób aby brązowa linia konturu kończyła się z lewej strony (tak jak na rysunku). Następnie zatwierdzamy tę wartość dolnym klawiszem „Przejęcie dialogu”.

Po zatwierdzeniu możemy wprowadzać kolejne parametry:

R – wartość zaokrąglenia – $R=4$.

Pozostałe parametry nie wprowadzamy, zostaną obliczone automatycznie.

Kolejnym elementem konturu jest linia prosta pozioma (pomijamy rowek). W tym przypadku również nie znamy współrzędnej Z (nie wprowadzamy). Wiemy tylko, że ta linia przechodzi w następną linię z promieniem $R=6$

Kolejny element konturu to linia dowolna. W tym przypadku znamy:

X – współrzędną końcową linii – $X=90$ ABS,

Z – współrzędną końcową linii – $Z=-80$ ABS,

$\alpha 1$ – kąt linii (zgodnie ze schematem) – $\alpha 1 = 110$

R – promień przejścia do następnego elementu $R=4$

Aby poprawnie zostało wykonane ostatnie zaokrąglenie musimy jeszcze dopisać linie poziomą o takiej współrzędnej końcowej aby możliwe było wykonanie zaokrąglenia (matematycznie) oraz aby nie doprowadzić do kolizji narzędzia z uchwytem. W nagłówku programu przyjęto, że czoło uchwyty będzie na współrzędnej $Z=87$, dlatego też utworzymy linie poziomą, dla której:

Z – współrzędna końcowa linii – $Z=-83$ ABS.

Po wprowadzeniu całego konturu zatwierdzamy go szarym klawiszem „Przejmij”.

4.3.2. Definicja obróbki zgrubnej

Po zdefiniowaniu konturu musimy zdefiniować technologię, na początek obróbkę zgrubną. W tym celu wybieramy w dolnym menu klawisz „Toczenie konturu”, jeśli nie jest wybrany, a następnie z bocznego menu „Skrawanie”. Okno to jest bardzo podobne do okna toczenia czopa ale musimy zwrócić uwagę na szczególne parametry:

- wprowadzanie – wybieramy „kompletne”,
- narzędzie – wybieramy narzędzie i parametry do obróbki zgrubnej – tak jak do planowania,
- Obróbka – wybieramy zgrubna ∇ ,
- kierunek obróbki – wybieramy wzdłużnie,
- rodzaj konturu – kontur zewnętrzny,
- D – grubość warstwy skrawanej – dobrane a_p dla tego narzędzia,
- ikonami obok D wybieramy sposób ruchu narzędzia – najlepiej pozostawiamy domyślne ustawienia,
- UX – naddatek na obróbkę wykańczającą w osi X – wartość a_p dla wykańczaka,
- UZ – to samo w osi Z,
- DI – wartość 0 – bez łamania wióra, wartość różna od 0 - ruch przerywany – łamanie wióra. Najlepiej pozostawić 0, natomiast jeśli wiór jest długi, wstęgowy można go łamać np. co 10 mm, DI=10,
- BL - opis rzeczywistego półfabrykatu – w naszym przypadku walec,
- XD, ZD – naddatek półfabrykatu – możemy wprowadzić np. 1 mm,
- Podcięcie – czy ma toczyć podcięcie. Wybrane narzędzie do obróbki zgrubnej nie jesteśmy w stanie tego zrobić (kształt narzędzia to uniemożliwia), nie uszkodzi materiału ale zbyt dużo nie usunie materiału z zagłębienia. Najlepiej wprowadzić: Nie,
- FR – posuw przy wcinaniu w podcięcie (jeśli wybrano Tak) – może być taki sam jak główny albo nieco mniejszy,
- Ograniczenie – wybieramy: Nie.

4.3.3. Definicja obróbki resztkowej

Ponieważ po poprzedniej operacji pozostał materiał w podcięciu musimy teraz go usunąć. W tym celu wybieramy w dolnym menu klawisz „Toczenie konturu”, jeśli nie jest wybrany, a następnie z bocznego menu „Skrawanie pozostałego materiału” (ta opcja nie jest dostępna w wersji obrabiarki DEMO). Okno definicji obróbki resztkowej jest bardzo podobne do okna toczenia zgrubnego ale musimy zwrócić uwagę na szczególne parametry:

- narzędzie – wybieramy narzędzie, które potrafi wybrać materiał z tego zagłębienia, możemy wybrać nóż do obróbki wykańczającej ale parametry do obróbki zgrubnej,
- Obróbka – wybieramy zgrubna ∇ ,
- kierunek obróbki – wybieramy wzdłużnie,
- rodzaj konturu – kontur zewnętrzny,
- D – grubość warstwy skrawanej – dobrane a_p dla tego narzędzia do obróbki zgrubnej,
- ikonami obok D wybieramy sposób ruchu narzędzia – najlepiej pozostawiamy domyślne ustawienia,
- UX – naddatek na obróbkę wykańczającą w osi X – wartość a_p dla wykańczaka – taka sama wartość jak dla obróbki zgrubnej,
- UZ – to samo w osi Z,
- DI – wartość różna od 0 - ruch przerywany – łamanie wióra,
- Podcięcie – czy ma toczyć podcięcie. Wybieramy: Tak
- FR – posuw przy wcinaniu w podcięcie – może być taki sam jak główny albo nieco mniejszy,
- Ograniczenie – wybieramy: Nie.

4.3.4. Definicja obróbki wykańczającej

Aby zdefiniować obróbkę wykańczającą konturu wybieramy w dolnym menu klawisz „Toczenie konturu”, jeśli nie jest wybrany, a następnie z bocznego menu „Skrawanie”. Okno to jest bardzo podobne do okna toczenia zgrubnego ale musimy zwrócić uwagę na szczególne parametry:

- wprowadzanie – wybieramy „kompletnie”,
- narzędzie – wybieramy narzędzie i parametry do obróbki wykańczającej,
- Obróbka – wybieramy wykańczająca ▽▽▽,
- kierunek obróbki – wybieramy wzdłużnie,
- rodzaj konturu – kontur zewnętrzny,
- Naddatek – czy ma pozostawić jakiś naddatek, wybieramy: Nie
- Podcięcie – czy ma toczyć podcięcie. Wybieramy: Tak
- Ograniczenie – wybieramy: Nie.

4.4. Toczenie gwintu

Aby zdefiniować toczenie gwintu wybieramy w dolnym menu klawisz „Toczenie”, następnie z bocznego menu „Gwint” oraz rodzaj gwintu, z bocznego menu, np. „Gwint podłużny”. W oknie tym wprowadzamy:

- wprowadzanie – wybieramy „kompletnie”,
- narzędzie – wybieramy narzędzie do toczenia gwintów,
- Tabela – jeśli gwint jest standardowy to możemy go wybrać z tabeli. W naszym wypadku gwint nie jest standardowy dlatego wybieramy „bez”
- P – skok gwintu, zgodnie z rysunkiem
- S/V – dla toczenia gwintów najlepiej jest wybrać stałą prędkość obrotową, a więc S i wartość np. 800 obr/min.
- Obróbka – najlepiej wybrać obróbka zgrubna i wykańczająca ▽+▽▽▽,
- sposób zagłębiania w materiał – najlepiej wybieramy: Degresywny – stały przekrój wióra,
- rodzaj gwintu – Gwint zewnętrzny,
- X0, Z0 – współrzędna początku gwintu (niebieskie kółko): X0=40, Z0=0, pomijamy fazę),
- Z1 – długość gwintu, dla tego rysunku gwint musi skończyć się w zagłębieniu a więc: np. Z1=-25 ABS
- LW – długość dojścia: np. 2
- LR – długość wyjścia skośnego: np. 2
- H1 – głębokość gwintu – obliczone na podstawie tabeli lub dobrane z normy, dla danego skoku gwintu,
- DP/αP – kąt zagłębiania, najlepiej wybrać αP i kąt zagłębiania: 30°,
- ikona obok: najlepiej naprzemiennie
- D1/ND – głębokość dosuwu lub liczba przejść, najlepiej wybrać liczba przejść („Select”) i wprowadzić zgodnie z danymi narzędzi,
- U – naddatek na obróbkę wykańczającą: np. 0.05 mm,
- NN – liczba przejść wygładzających: np. 2,
- VR – wartość wycofania: np. 2 mm
- wielozwojny: nie,
- α0 – kąt początkowy – dowolnie może być 0.

Po wykonaniu symulacji można ewentualnie skorygować długość gwintu obserwując żółte linie pokazujący gwint na symulacji lub wciskając klawisz „Widok graficzny” w czasie edycji karty toczenia gwintu. Gwint na symulacji nie zawsze ładnie wygląda, taka specyfika programu.

4.5. Wiercenie otworów

W przypadku tokarki z napędzanymi narzędziami możliwe jest wiercenie otworów. Wiertła muszą być zdefiniowane w tabeli narzędziowej. Układ, położenie, wiertła w magazynie musi być taki jak w czasie pracy na obrabiarce.

4.5.1. Definicja cyklu wiercenia

Aby wywiercić otwór cyklem należy wybrać z dolnego menu „Wiercenie” następnie z bocznego menu np. „Wiercenie głębokiego otworu”. W tym cyklu wprowadza się następujące dane:

- wprowadzanie – wybieramy „kompletnie”,
- narzędzie – wybieramy odpowiednie narzędzie – wiertło oraz wprowadzamy parametry obróbki,
- czoło/pobocznicą – dla tego przedmiotu wybieramy czoło,
- z przodu/z tyłu – wybieramy z przodu,
- łamanie wióra/usuwanie wióra – według uznania,
- wierzchołek/trzon – zależnie od sposobu zwymiarowania głębokości otworu, w tym przypadku: trzon,
- X1 - głębokość otworu – w tym przypadku -10 Ink,
- FD1 - wartość procentowa posuwu dla pierwszego zagłębienia – można pozostawić domyślną,
- D - głębokość pojedynczego zagłębienia: najczęściej Ø wiertła,
- DF - wartość procentowa kolejnych zagłębień – pozostawić domyślną,
- V1 - minimalna głębokość dosuwu,
- V2 - wartość odsunięcia przy łamaniu wióra,
- DT - czas zatrzymania na dnie otworu: najlepiej 0.

Po zdefiniowaniu cyklu wiercenia należy zdefiniować współrzędne otworów.

4.5.2. Definicja pozycji otworów

Aby zdefiniować pozycje otworów cyklem należy wybrać z dolnego menu „Wiercenie”, jeśli nie jest wybrane, następnie z bocznego menu np. „Pozycje” oraz również z bocznego menu układ otworów. W tym przypadku wybieramy pełen okrąg. W tym cyklu wprowadza się następujące dane:

- czoło/pobocznicą – wybieramy czoło,
- z przodu/z tyłu – wybieramy z przodu,
- Z0 – pozycja Z otworów: Z0=0,
- $\alpha 0$ – kat pierwszego otworu: np. 0,
- R – promień rozmieszczenia otworów: R=16,
- N – liczba otworów: 4

4.6. Frezowanie kieszeni na czole

Aby frezować kieszeń należy wybrać z dolnego menu „Frezowanie” następnie z bocznego menu „Kieszeń” oraz „Kieszeń prostokątna”. W tym cyklu wprowadza się następujące dane:

- wprowadzanie – wybieramy „kompletnie”,
- narzędzie – wybieramy odpowiednie narzędzie (średnicę oraz położenie) - oraz wprowadzamy parametry obróbki,
- czoło/pobocznicą – wybieramy czoło,
- z przodu/z tyłu – wybieramy z przodu,
- obróbka – wybieramy zgrubna,
- pozycja pojedyncza,
- X_0 , Y_0 – współrzędne środka kieszeni na czole wałka: $X_0=0$, $Y_0=0$,
- Z_0 – współrzędna górnej powierzchni kieszeni: $Z_0=0$,
- W - wysokość kieszeni: 23 mm,
- L – długość kieszeni: 23mm,
- R – promień zaokrąglenia kieszeni: $R=4$,
- α_0 – kąt obrócenia kieszeni: $\alpha_0=0$,
- Z_1 – głębokość kieszeni: $Z_1=-3$ ink
- DXY – szerokość skrawania a_e – może być w mm lub % średnicy, np. $DXY=40\%$
- DZ – grubość warstwy skrawanej a_p ,
- UXY – naddatek na powierzchniach bocznych na obróbkę wykańczającą, np. 0
- UZ – naddatek na dnie na obróbkę wykańczającą, np. 0,
- wgłębianie: najlepiej spiralne
- EP – wartość zagłębiania dla jednego pełnego ruchu kołowego, np. 0.5 mm
- ER – promień ruchu kołowego przy zagłębianiu $ER \leq R$ narzędzia,

4.7. Toczenie rowka

Aby zdefiniować toczenie rowka należy wybrać z dolnego menu „Toczenie” następnie z bocznego menu „Rowek” oraz typ rowka (2 opcja). W tym cyklu wprowadza się następujące dane:

- narzędzie – wybieramy odpowiednie narzędzie – narzędzie do toczenia poprzecznego. Szerokość narzędzia musi być mniejsza od długości płaskiej części dna rowka. W tym przypadku może być szerokość narzędzia 2.1 mm,
- parametry obróbki,
- obróbka – wybieramy obróbka zgrubna i wykańczająca
- położenie – pierwsza ikona tak jak na rysunku, drugą ikoną wybieramy znaną współrzędną położenia rowka. W naszym przypadku znamy współrzędne narożników rowka dolnego lewego i dolnego prawego. Wybieramy jeden z tych, np. dolny lewy,
- X_0 – współrzędna (średnica) wybranego narożnika, np. $X_0=52$,
- Z_0 – współrzędna Z wybranego narożnika, np. $Z=-66$
- B_1/B_2 – szerokość rowka na górze lub na dole, znamy na dole (bez zaokrągleń) $B_1=4$
- T_1 – wysokość rowka – najlepiej $T_1=4$ INK
- α_1 i α_2 – kąty ścianek rowka: $\alpha_1=15^\circ$, $\alpha_2=15^\circ$,
- FS_1/R_1 , FS_2/R_2 , FS_3/R_3 , FS_4/R_3 – wybór fazy lub zaokrąglenia narożników. W tym przypadku wprowadzamy wszystkie jako promienie o wartości $R=1$
- D – wartość pojedynczego zagłębiania, np. $D=2$
- UX , UZ – naddatki na obróbkę wykańczającą, np. 0.1
- N – liczba rowków, w naszym przypadku $N=1$

5. Zaliczenie zadana

W celu zaliczenia zadania należy dostarczyć do prowadzącego:

- rysunek przedmiotu z wrysowanym układem współrzędnych
- wypełnioną tabelą dobranych narzędzi i parametrów obróbki,
- Print Screen ekranu tabeli narzędziowej obrabiarki ze zdefiniowanymi narzędziami,
- Print Screen ekranu programu, listy cykli
- Print screen poszczególnych okien cykli (bez definicji konturu)
- Print Screen ekranu symulacji graficznej widoku kompletnej obróbki 3D.