

**Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej**

**Laboratorium
Programowanie Obrabiarek CNC**

Przewodnik do ćwiczenia

Nr 3S

**Programowanie
z wykorzystaniem cykli obróbkowych (G-code)**

Opracował:
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

Poznań, 23 marca 2020

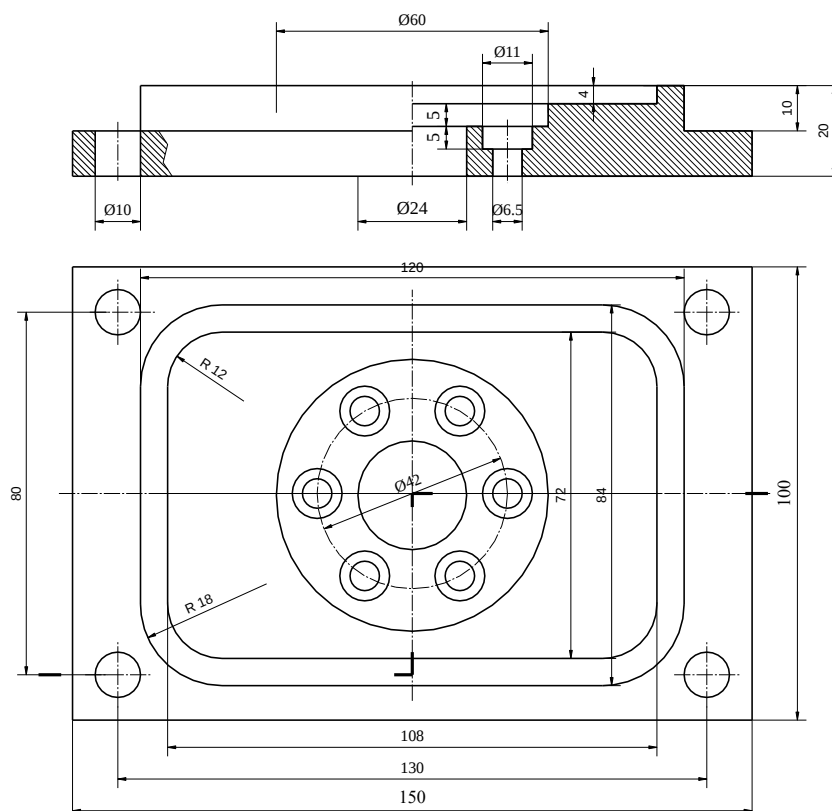
1. Przygotowanie

Przed wykonaniem danego ćwiczenia należy:

- zapoznać się z Przewodnikiem OS – instalacja i uruchomienie programu SinuTrain,
- zainstalować lub mieć dostęp do zainstalowanego programu SinuTrain,
- zapoznać się z instrukcją do ćwiczenia 1 – podstawy programowania obrabiarek,
- zapoznać się z instrukcją do ćwiczenia 3 – cykle obróbkowe.

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 $X=0$, $Y=0$ i $Z=0$. Dla tej części najlepiej wybrać środek przedmiotu na powierzchni górnej.



Rysunek przedmiotu

W zadaniu tym przewidziano naddatek na powierzchni górnej 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:
 - głowica do planowania o średnicy np. 50 mm,
 - frez składany o średnicy 32 mm do obróbki zarysu zewnętrznego (czop prostokątny),
 - frez składany o średnicy np. 16 mm do obróbki kieszeni oraz otworu Ø24,

- frez monolityczny Ø6 do obróbki gniazd pod śrubę Ø11,
 - oraz pozostałe narzędzia (wierćła, gwintowniki) zależnie od rzeczywistego rysunku.
- zapisać dobrane dane narzędzi do tabelki narzędziowej pod rysunkiem,
 - zdefiniować narzędzia w tabeli narzędziowej układu sterowania,
 - utworzyć nowy program,
 - zdefiniować półfabrykat uwzględniając naddatek na górnej powierzchni na planowanie.

4. Opracowanie programu

Po utworzeniu nowego programu należy zdefiniować półfabrykat zgodnie z rysunkiem i przyjętym układem współrzędnych, wprowadzić blok z kodami ustawczymi oraz wywołać narzędzie (jeśli nie ma zdefiniowanego to utworzyć - patrz Przewodnik 0S). Bloki te wyglądają przykładowo. Tak (WORKPIECE może wyglądać inaczej zależnie od sposobu definicji):

```
WORKPIECE(,"","RECTANGLE",64,2,-20,-80,100,150)
G90 G40 G17 G54
T="CUTTER 50" S4200 M6
G0 X0 Y0 Z100 M3
```

Obróbka danego przedmiotu ma być wykonana za pomocą cykli obróbkowych. Dlatego też obróbka poszczególnych kształtów polega na wykonaniu określonych czynności:

- wybranie narzędzia, ustawienie prędkości obrotowej i prędkości posuwowej jeśli jest wymagane,
- ustawienie narzędzia w odpowiedniej pozycji i włączenie obrotów
- zdefiniowanie cyklu i ewentualnie wskazanie punktów obróbki, jeśli jest wymagane.

4.1. Planowanie powierzchni

Aby zdefiniować cykl planowania powierzchni należy zdefiniować odpowiedni cykl. W tym celu wybieramy z dolnego menu klawisz „Frezowanie” a następnie z bocznego menu „Frezowanie płaszczyzny”. W tym cyklu wprowadzamy:

- PL – płaszczyzna, w naszym przypadku G17 (XY) – wybierane klawiszem „Select”,
- RP – położenie płaszczyzny retrakowej, wysokiej bezpiecznej ponad imadłami i mocowaniami, np. 100mm,
- SC – odległość bezpieczeństwa – narzędzie dojeżdża do materiału z posuwem szybkim na odległość SC a następnie z posuwem roboczym. Zwykle SC=2 mm,
- F – prędkość posuwowa w jednostce mm/min. Uwaga domyślnie jest wprowadzona bardzo mała wartość,

Obróbka – rodzaj obróbki – wybierany klawiszem „Select”: ▽▽▽ - obróbka wykańczająca, ▽ - obróbka zgrubna,

Kierunek – można wybrać rodzaj i kierunek ścieżki narzędzia,

X0, Y0 – współrzędna lewego dolnego narożnika powierzchni obrabianego materiału (współrzędne niebieskiego kółka na podglądzie w programie). Dla przykładowego rysunku X=-75, Y=-50,

Z0 – współrzędna górnej powierzchni materiału – przyjęto naddatek 2 mm dlatego też Z0=2,

- X1 – długość krawędzi materiału wzdłuż osi X – wymiar ten może być absolutny lub inkrementalny (przyrostowy), zmiana klawiszem „Select”. W tym przypadku X1 = 150 INC lub X1-75 ABS,
- Y1 – długość krawędzi materiału wzdłuż osi Y – podobnie jak X1,
- Z1 – współrzędna Z końcowa przy planowaniu, może być absolutna lub inkrementalna. Najlepiej wprowadzić Z1=0 ABS, dla inkrementalnego Z1=-5 INC,
- DXY – szerokość skrawania a_e – można wprowadzić wartość, np. 25 mm lub w jednostce % (zmiana klawiszem „Select”) w stosunku do średnicy narzędzia np. 50%,
- DZ – grubość warstwy skrawanej a_p ,
- UZ – naddatek na obróbkę wykańczającą, gdy chcemy zostawić.

Jeśli wprowadzone wartości są wprowadzone poprawnie wówczas dostępny jest klawisz „Accept”, jeśli nie to pola błędne są podświetlone na pomarańczowo i w dolnej linii wyświetlany jest komunikat o błędzie.

Po zaakceptowaniu cykl jest gotowy do działania.

W przypadku konieczności poprawy danego cyklu należy ustawić kursor na bloku tego cyklu i wcisnąć klawisz →.

Przed symulacją należy na końcu wprowadzić blok z linią M2 inaczej będzie zgłaszany błąd podczas symulacji.

4.2.Obróbka czopa prostokątnego

Następnie można wykonać obróbkę czopa prostokątnego. W przypadku sterowania Sinumerik, w czasie obróbki z wykorzystaniem cyklu frezowanie czopa prostokątnego, narzędzie objeżdża czop na szerokości tylko raz dlatego też należy dobrać takie narzędzie (o takiej średnicy), które jest w stanie zebrać cały materiał. W tym przypadku może to być frez Ø32. Dlatego też przed obróbką tego czopa należy zmienić narzędzie np. tak.:

T=„CUTTER 32” S2000 M6
G0 X0 Y0 Z100 M3

Następnie należy zdefiniować cykl wciskając klawisz w dolnym menu „Frezowanie”, następnie z bocznego menu „Czop wieloboczny” oraz ponownie z bocznego menu „Czop prostokątny”. W tym cyklu należy wprowadzić:

- Wprowadzanie - można wybrać: kompletne – zaawansowane, pojedynczo – uproszczone,
- PL – płaszczyzna, w naszym przypadku G17 (XY) – wybierane klawiszem „Select”,
 - kierunek obróbki: współbieżnie lub przeciwbieżnie,
 - RP – położenie płaszczyzny retrakowej, np. 100mm,
 - SC – odległość bezpieczeństwa – zwykle SC=2 mm,
 - F – prędkość posuwowa w jednostce mm/min. Uwaga domyślnie jest wprowadzona bardzo mała wartość,
- Punkt odniesienia – można wybrać klawiszem „Select”, zwykle punkt w środku,
- Obróbka – rodzaj obróbki – wybierany klawiszem „Select”: ∇∇∇ - obróbka wykańczająca, ∇ - obróbka zgrubna,
- „Pozycja pojedyncza” – jedna kieszeń (niemodalne wywołanie), „Szablon pozycji (MCALL)” – wiele kieszeni (wywołanie modalne),

- X0, Y0 – współrzędne punktu odniesienia w tym przypadku X0=0, Y0=0,
 Z0 – współrzędna górnej powierzchni materiału, Z0=0,
 W – długość krawędzi materiału wzdłuż osi X – wymiar ten może być absolutny lub inkrementalny (przyrostowy), zmiana klawiszem „Select”. W tym przypadku X1 = 150 INC lub X1-75 ABS,
 W1 – szerokość półfabrykatu, W1=100 mm,
 L1 – długość półfabrykatu, L1=150 mm,
 W – szerokość czopa, W=84,
 L – długość czopa, L=120,
 R – promień naroża, R=18,
 $\alpha 0$ – kat obrotu kieszeni, $\alpha 0=0$,
 Z1 – współrzędna Z końcowa, może być absolutna lub inkrementalna. Najlepiej wprowadzić Z1=-10 INC,
 DZ – grubość warstwy skrawanej a_p ,
 DXY – szerokość skrawania a_e – można wprowadzić wartość, np. 25 mm lub w jednostce % (zmiana klawiszem „Select”) w stosunku do średnicy narzędzia np. 50%,
 UZ – naddatek na obróbkę wykańczającą, gdy chcemy zostawić.

Po zaakceptowaniu cykl jest gotowy do działania.

4.3.Obróbka kieszeni prostokątnej

Aby wykonać obróbkę kieszeni prostokątnej należy:

- wywołać odpowiednie narzędzie – należy zwrócić uwagę na promień wewnętrzny kieszeni. Promień narzędzia musi być mniejszy niż promień wewnętrzny kieszeni,
- ustawić narzędzie w pozycji początkowej i włączyć obroty wrzeciona,
- zdefiniować cykl obróbki kieszeni prostokątnej: wybrać z menu dolnego „Frezowanie” następnie z bocznego menu „Kieszeń” oraz w prawym menu zaznaczyć „Kieszeń prostokątna”,

Cykl ten definiuje się bardzo podobnie jak frezowanie czopa jednak należy zwrócić uwagę na następujące parametry:

- Wgłębianie – można wybrać:
 - prostopadłe (niezalecane) – należy podać posuw zagłębiania FZ w mm/min,
 - spiralne (heliakalne) – należy podać: EP – wartość zagłębienia przy jednym kołowym ruchu (najlepiej wprowadzić 0.25 – 1 mm), ER – promień ruchu kołowego ($ER < R$ narzędzia),
- Wybieranie materiału: Obróbka kompletna - zalecane, obróbka poprawkowa.

4.4.Obróbka kieszeni okrągłej Ø60

Aby wykonać obróbkę tej kieszeni okrągłej należy:

- wywołać odpowiednie narzędzie – jeśli jest inne,
- ustawić narzędzie w pozycji początkowej i włączyć obroty wrzeciona – jeśli była zmiana narzędzia,
- zdefiniować cykl obróbki kieszeni okrągłej: wybrać z menu dolnego „Frezowanie” następnie z bocznego menu „Kieszeń” oraz w prawym menu zaznaczyć „Kieszeń okrągła”,

Cykl ten definiuje się bardzo podobnie jak frezowanie kieszeni prostokątnej jednak należy zwrócić uwagę na następujące parametry:

- Obróbka – płaszczyznami/spiralnie – w przypadku tej kieszeni najlepiej wybrać płaszczyznami – narzędzie wybiera warstwami materiał z kieszeni,
- Z0 – współrzędna górnej powierzchni materiału tej kieszeni - w tym przypadku Z0=-4,
- Z1 – współrzędna Z końcowa, może być absolutna lub inkrementalna. Najlepiej wprowadzić Z1=-5 INC,

4.5.Obróbka kieszeni okrągłej Ø24

Kieszeń ta ma stosunkową małą średnicę ale za dużą aby wykonać wiertłem dlatego też zastosujemy funkcję frezowania otworu (stosowaną gdy $\varnothing$ otworu > $\varnothing$ narzędzia oraz R otworu < $\varnothing$ narzędzia) . Aby wykonać obróbkę tej kieszeni jako frezowanie otworu należy:

- wywołać odpowiednie narzędzie – jeśli jest inne,
- ustawić narzędzie w pozycji początkowej i włączyć obroty wrzeciona – jeśli była zmiana narzędzia,
- zdefiniować cykl obróbki kieszeni okrągłej: wybrać z menu dolnego „Frezowanie” następnie z bocznego menu „Kieszeń” oraz w prawym menu zaznaczyć „Kieszeń okrągła”,

Cykl ten definiuje się bardzo podobnie jak frezowanie kieszeni prostokątnej jednak należy zwrócić uwagę na następujące parametry:

- Obróbka – płaszczyznami/spiralnie – w przypadku tej kieszeni najlepiej wybrać spiralnie – narzędzie zagłębia się nieprzerwanie ruchem heliakalnym od górnej powierzchni aż do dna frezując również dno na płasko,
- Z0 – współrzędna górnej powierzchni materiału,
- Z1 – współrzędna Z końcowa – ponieważ jest to otwór przelotowy należy do rzeczywistej głębokości dodać ok 1 mm z powodu zaokrąglenia naroża płytek skrawających narzędzia,
- P – skok spirali – ile ma się narzędzie zagłębić przy jednym pełno-kołowym ruchu, najlepiej od 0.25 - 1 mm,

4.6.Wiercenie otworów

Otwory o mniejszych średnicach, poniżej Ø16, można wiercić wiertłami. Aby wywiercić otwór cyklem należy:

- wywołać odpowiednie narzędzie,
- ustawić narzędzie w pozycji początkowej i włączyć obroty,
- ponieważ w cyklach wiercenia nie podaje się wartości posuwu dlatego też należy go podać np. w bloku wywołania narzędzia np.:

T=„WIERTLO 6.5” S1200 F120 M6
G0 X0 Y0 Z100 M3

- zdefiniować cykl wiercenia wybierając z dolnego menu „Wiercenie” następnie z bocznego menu najlepiej „Wiercenie głębokiego otworu” oraz najlepiej zaznaczyć w bocznym menu „Wiercenie otworu głębokiego 1”. Cykl ten definiuje się podobnie jak poprzednie jednak należy zwrócić uwagę na parametry:

- Pojedyncza pozycja/Szablon pozycji (MCALL) – ponieważ mamy do wykonania więcej takich samych otworów wybieramy „Szablon pozycji (MCALL)”,
- Łamanie wiórów/usuwanie wiórów – wybrać z listy,
- Wierzchołek/Trzon – jak jest zwymiarowana głębokość otworu, część walcowa czy do wierzchołka,
- FD1 – redukcja posuwu dla pierwszego zagłębienia,
- D – wartość pierwszego zagłębienia w materiał (później następuje usuwanie wióra lub łamanie wióra) – najlepiej wprowadzić $D=\emptyset$ wiertła,
- DF – wartość procentowa kolejnych zagłębień (zmniejszenie),
- V1 – minimalna wartość zagłębienia,
- DTB – czas zatrzymania na dnie każdego zagłębienia – najlepiej 0,
- DT – czas zatrzymania na dnie całkowitej głębokości otworu – najlepiej 0

Ponieważ w tym przypadku mamy więcej otworów takich samych do wykonania dlatego też należało wybrać „Szablon pozycji”. Wówczas przed nazwą cyklu dopisane zostanie słowo MCALL, np.

MCALL CYCLE83(100,-9,2,,12,,5,90,0.6,0.6,90,0,0,1.2,1.4,0.6,1.6,10,1,11211111)

Teraz można wskazać współrzędne kolejnych otworów poprzez funkcję G0 X... Y... lub, jeśli otwory są rozmieszczone regularnie, można skorzystać z cyklu „Pozycje” wybierając z dolnego menu „Wiercenie” następnie z bocznego menu „Pozycje” i dalej z bocznego menu wzór (kołowy, siatka itp.). Po wybraniu wzoru kołowego pełnego należy wprowadzić:

- LAB – nazwa pozycji np. POZYCJE1 – do późniejszego wykorzystanie,
- PL – płaszczyzna (G17),
- X0, Y0 – współrzędne środka rozmieszczenia otworów,
- $\alpha 0$ – kat położenia pierwszego otworu,
- R – promień okręgu rozmieszczenia otworów,
- N – liczba otworów,
- Pozycjonowanie – w jaki sposób ma narzędzie przemieszczać się pomiędzy poszczególnymi otworami: po linii prostej/łukowej

POZYCJE1: HOLES2(0,0,50,30,30,8,1000,0,,1)

W ten sposób można następnie podać kolejne wzory takich samych otworów.

Jeśli wszystkie zostały już zaprogramowane należy zakończyć modalne wywołanie cyklu wiercenia przez wpisanie z klawiatury słowa:

MCALL

W podobny sposób można wywiercić pozostałe otwory.

4.7.Frezowanie gniazd pod śrubę Ø11

Tego typu otwory należy frezować ponieważ mają płaskie dno (rzadko stosuje się na obrabiarkach CNC pogłębianie). Do frezowania tych kieszeni można zastosować frez Ø6. W celu obróbki tych kieszeni najlepiej zastosować cykl frezowania otworu tak jak otworu Ø24 ale zaznaczając „Szablon pozycji (MCALL)”.

Jako pozycje nie trzeba definiować cyklu od nowa można powtórzyć POZYCJE1 poprzednio zdefiniowane. Wywołanie powtórzenia pozycji uzyskujemy wciskając w dolnym menu „Wiercenie” następnie z bocznego menu „Powtórz pozycje” i wpisujemy w pole LAB nazwę pozycji np. POZYCJE1. Należy również pamiętać o zamknięciu modalnego wywołania cyklu. Bloki takiej obróbki wyglądają następująco:

```
MCALL POCKET4(100,-9,2,-5,11,0,0,1,0,0,500,0.1,0,1011,40,6.5,-4,0,2,0,1,2,10100,111,111)
REPEATB POZYCJE1 ;#SM
MCALL
```

Na końcu programu należy pamiętać o odjeździe narzędzia na bezpieczna wysokość i zakończeniu programu funkcja M2 lub M30.

5. Zaliczenie zadana

W celu zaliczenia zadania należy dostarczyć do prowadzącego:

- rysunek przedmiotu z wrysowanym układem współrzędnych oraz wypełnioną tabelą narzędzi i parametrów obróbki,
- wydruk programu obróbkowego skopiowanego z programu SinuTrain (Ctrl+A oraz Ctrl+C i wstawić do sprawozdania Ctrl+V),
- Print Screen ekranu symulacji graficznej widoku kompletnej obróbki.