

Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej

Laboratorium
Programowanie Obrabiarek CNC II

Nr 4

Programowanie obróbki zarysu dowolnego
w układzie sterowania Heidenhain TNC407

Opracował: Dr inż. Wojciech Ptaszyński

Poznań 27 lutego 2019

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawami programowania cykli obróbki zarysów dowolnych w układzie sterowania TNC firmy Heidenhain.

2. Wprowadzenie

W celu ułatwienia programowania zabiegów standardowych takich np. jak.: głębokie wiercenie, gwintowanie gwintownikiem, frezowanie gniazd prostych (prostokątnych oraz okrągłych) oraz usuwania materiału z dowolnych obszarów zamkniętych wprowadzono w układach sterowania typu TNC cykle obróbkowe.

Najważniejsze cykle obróbkowe w układzie TNC 407 to:

Cykle proste

Nr cyklu	Nazwa	Funkcja
1	PECKING	Wiercenie głębokie,
2	TAPPING	Gwintowanie gwintownikiem,
17	RIGID TAPPING	Gwintowanie „sztywne”,
18	THREAD CUTTING	Frezowanie gwintów,
3	SLOT MILLING	Frezowanie rowków wpustowych,
4	POCKET MILLING	Frezowanie kieszeni prostokątnych,
5	CIRCULAR POCKET MILLING	Frezowanie kieszeni okrągłych,

Cykle SL II – obróbka dowolnych zarysów

Nr cyklu	Nazwa	Funkcja
14	CONTOUR GEOMETRY	Definiowanie zarysu do obróbki,
21	PILOT DRILLING	Nawiercanie przed obróbką,
22	ROUGH-OUT	Obróbka zgrubna zarysu,
23	FLOR FINISHING	Obróbka wykańczająca na dnie zarysu,
24	SIDE FINISHING	Obróbka wykańczająca boków,
25	CONTOUR TRAIN	Frezowanie zarysu otwartego (ścieżki)

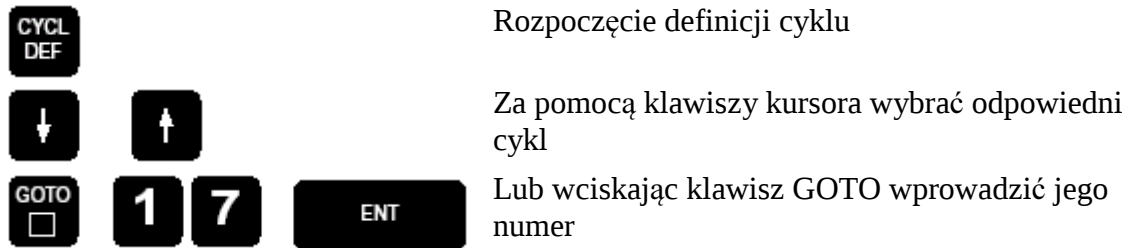
Transformacja układu współrzędnych

Nr cyklu	Nazwa	Funkcja
7	DATUM SHIFT	Przesunięcie układu współrzędnych,
8	MIRROR IMAGE	Odbicie lustrzane,
10	ROTATION	Obrót,
11	SCALING FACTOR	Skalowanie w osiach X i Y
26	AXIS-SPECIFIC SCALING	Skalowanie dowolne

Cykle specjalne

Nr cyklu	Nazwa	Funkcja
9	DWELL TIME	Zatrzymanie czasowe,
12	PGM CALL	Wywołanie programu,

Każdy cykl przed użyciem musi być zdefiniowany. Wybór cyklu do definicji można dokonać wciskając kolejno następujące klawisze:



W czasie wyboru oraz edycji danych cyklu należy czytać komunikaty w górnej ramce ekranu.

Cykle definiujące obróbkę w celu wykonania muszą być uruchomione (wywołane). Zależnie od rodzaju cyklu są dwa sposoby ich uruchomienia:

a) uruchamiane po zdefiniowaniu (nie wymagają wywołania):

- Cykle transformacji współrzędnych,
- Cykl DWELL TIME
- Cykle SL takie jak CONTOUR GEOMETRY i CONTOUR DATA

b) uruchamiane poprzez wywołanie funkcji:

- CYCL CALL - osobny blok programu.
- M99 - w funkcji „M”

Uwaga:

- w poszczególnych cyklach sterowania TNC407 współrzędne ruchu w osi narzędzia („Z”) wprowadza się inkrementalnie, ale bez literki „I”,
- znak przy parametrze DEPTH określa kierunek ruchu: „-” – przeciwnie, „+” zgodnie ze zwrotem osi,
- w cyklach, w których nie podaje się współrzędnych płaszczyzny obróbki (cykle od 1 do 19), płaszczyzna obróbki określana jest przez aktualne położenie narzędzia w osi Z w czasie wywołania cyklu i parametr SETUP określony w danym cyklu (płaszczyzna obróbki znajduje się poniżej aktualnego położenia narzędzia o wartość SETUP).

Przykład

- | | |
|--------------------------------|--|
| 5 L Z+2 FMAX | - wstępne ustawienie narzędzia, |
| 6 CYCL DEF 1.0 PECKING | - rozpoczęcie definicji cyklu wiercenia, |
| 7 CYCL DEF 1.1 SET UP +2 | - odległość bezpieczna od płaszczyzny obróbki |
| 8 CYCL DEF 1.2 DEPTH -15 | - współrzędna dna otworu liczona od płaszczyzny obróbki, |
| 9 CYCL DEF 1.3 PECKG +10 | - wartość jednego zagłębienia wiertła |
| 10 CYCL DEF 1.4 F200 | - posuw wiercenia $v_f = 200$ mm/min |
| 11 CYCL DEF 1.5 DWELL TIME 0.2 | - zatrzymanie na dnie otworu na 0.2 s, |
| 12 CYCL CALL M3 | - wywołanie cyklu wiercenia (wykonanie otworu) |

...

Współrzędna płaszczyzny obróbki w tym przypadku wynosi Z=0.

Posuw w cyklach podaje się w mm/min a zatrzymanie czasowe (dwell time) w sekundach.

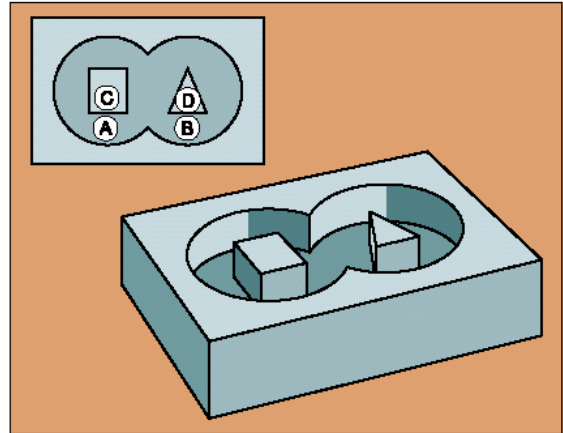
3. Cykle frezowania dowolnych konturów

3.1. CONTOUR GEOMETRY (14) – definicja obszaru obróbki

W cyklu 14 CONTOUR GEOMETRY wykazuje się kontury, zapisane w podprogramy, z których ma powstać gotowy obszar do obróbki.

Cykl 14 CONTOUR GEOMETRY jest aktywny po zdefiniowaniu.

Zarysy A i B to kieszenie (rysunek obok), C i D to wyspy.



Przykład

```
4 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOM
5 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1/2/3/4
```

...

```
36 L Z+200 R0 FMAX M2
```

```
37 LBL 1 ;OKRAG A
```

```
38 CC X+30 Y+30
```

```
39 L X+5 Y+30 RL
```

```
40 C X+5 Y+30 DR+
```

```
41 LBL 0
```

```
42 LBL 2 ;OKRAG B
```

```
43 CC X+70 Y+30
```

```
44 L X+95 Y+30 RL
```

```
45 C X+95 Y+30 DR+
```

```
46 LBL 0
```

```
47 LBL 3 ;KWADRAT C
```

```
48 L X+20 Y+20 RL
```

```
49 L Y+40
```

```
50 L X+40
```

```
51 L Y+20
```

```
52 L X+20
```

```
53 LBL 0
```

```
54 LBL 4 ;TROJKAT D
```

```
55 L X+60 Y+20 RL
```

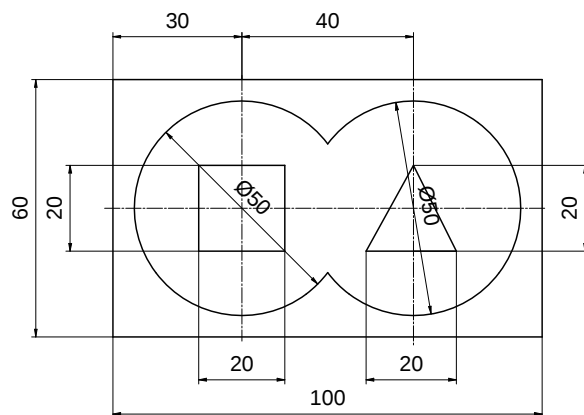
```
56 L X+70 Y+40
```

```
57 L X+80 Y+20
```

```
58 L X+60 Y+20
```

```
LBL 0
```

...



3.2. CONTOUR DATA (20) - Dane konturu

W cyklu CONTOUR DATA definiuje się parametry zarysu takie jak: położenie płaszczyzny górnej, głębokość oraz naddatki na obróbkę wykańczającą. Wszystkie parametry wprowadza się w adresach Q. W cyklu tym wprowadza się następujące parametry:

- Q1 - głębokość frezowania (przyrostowo) – odległość dna zarysu od jego powierzchni górnej,
- Q2 - nakładanie się torów, Q2=1 oznacza szerokość skrawania równą promieniowi narzędzia (zalecane),
- Q3 - naddatek na obróbkę wykańczającą z boku,
- Q4 - naddatek na obróbkę wykańczającą dna,
- Q5 - współrzędna powierzchni obrabianego przedmiotu (absolutnie),
- Q6 - bezpieczna wysokość (przyrostowo) – odstęp pomiędzy narzędziem a powierzchnią przedmiotu w chwili rozpoczęcia obróbki – ruchu roboczego.
- Q7 – druga bezpieczna wysokość (absolutnie) – odstęp bezpieczeństwa od powierzchni przedmiotu w czasie przemieszczania narzędzia do następnego elementu konturu,
- Q8 - promień zaokrąglenia wewnętrznych narożników. Promień ten powinien być większy od promienia narzędzia lub 0. Jeśli wprowadzono 0 wówczas promień zaokrąglenia narożników wewnętrznych będzie taki sam jak promień narzędzia,
- Q9 - Kierunek skrawania – Q9=+1 – współbieżnie, Q9=-1 – przeciwbieżnie.

Parametry z tego cyklu są aktywne dla cykli od 21 do 24

Cykl ten jest aktywny zaraz po zdefiniowaniu i nie trzeba go wywoływać.

3.3. PILOT DRILLING (21) Nawiercanie

Aby uniknąć problemów z pionowym zagłębianiem się narzędzia w materiał można wykorzystać specjalny cykl wstępnego nawiercania, który wykona nawiercania w miejscach zagłębiania się narzędzia. W cyklu tym wprowadza się następujące parametry:

- Q10 - głębokość dosuwu Q10 (przyrostowo) – głębokość jednego zagłębiania,
- Q11 - posuw wiercenia mm/min,
- Q13 - numer narzędzia do obróbki zgrubnej.

W cyklu tym uwzględniane są naddatki na obróbkę wykończającą. W przypadku wąskich szczelin, gdy wiertło ma większą średnicę od frezu do obróbki zgrubnej nawiercanie może nie być wykonane.

Cykl ten wymaga wywołania funkcją CYCL CALL lub słowem M99. Przed wywołaniem cyklu we wrzecionie musi być zamocowane właściwe wiertło.

3.4. ROUGH-OUT (22) - Obróbka zgrubna

Do obróbki zgrubnej dowolnego zarysu wykorzystuje się cykl 22 ROUGH-OUT. Parametrami tego cyklu są:

- Q10 – grubość warstwy skrawanej,
- Q11 – posuw narzędzia przy zagłębianiu,
- Q12 – posuw narzędzia przy frezowaniu.

Po wywołaniu tego cyklu TNC pozycjonuje narzędzie na drugiej płaszczyźnie bezpieczeństwa nad pierwszym punktem zagłębiania a następnie z ruchem szybkim

przemieszcza się na płaszczyznę bezpieczeństwa (retrakową) określoną parametrem Q6 w cyklu 20. Narzędzie po zagłębieniu się na pierwszą głębokość z posuwem Q11 frezuje z posuwem Q12 zarys według obliczonej ścieżki. Po zakończeniu obróbki na pierwszym poziomie zagłębia się na następną głębokość itd.. Na koniec TNC przemieszcza narzędzie na drugą bezpieczną wysokość.

W sterowaniu TNC 407 możliwe jest tylko pionowe zagłębianie się narzędzia w materiał. Dlatego też zalecane jest odpowiednie zmniejszenie posuwu zagłębiania w stosunku do posuwu frezowania. Najczęściej zalecaną wartością posuwu zagłębiania jest 25% posuwu frezowania.

3.5. Obróbka wykańczająca

Do obróbki wykańczającej dostępne są dwa cykle

- FLOR FINISHING - obróbka wykańczająca dna,
- SIDE FINISHING - obróbka wykańczająca boków.

W cyklu SIDE FINISHING TNC przemieszcza narzędzie na pierwszą głębokość w pobliżu zarysu z uwzględnieniem naddatku a następnie stycznie dosuwa narzędzie do obrabianej powierzchni i usuwa pozostawiony naddatek. W cyklu tym są następujące parametry:

- Q9 – sposób skrawania: +1 – przeciwbieżnie, -1 – współbieżnie,
- Q10 – wartość jednego zagłębienia. Najczęściej przy obróbce wykańczającej obrabiana jest cała wysokość ścianki, o ile długość krawędzi narzędzia na to pozwala.
- Q11 – posuw zagłębiania,
- Q12 – posuw frezowania
- Q14 – naddatek na kolejną obróbkę wykańczającą. Gdy wprowadzono $Q14 = 0$ wówczas obróbka wykańczająca będzie w jednym przejściu.

W cyklu FLOR FINISHING TNC przemieszcza narzędzie prostopadle do obrabianej powierzchni a następnie usuwa pozostawiony naddatek. W cyklu tym są następujące parametry:

- Q11 – posuw zagłębiania,
- Q12 – posuw frezowania.

Oba cykle muszą być wywołane funkcją CYCL CALL lub M99

3.6. CONTOUR TRAIN (25) - Obróbka ścieżki

Przy pomocy tego cyklu można obrabiać „otwarte” kontury (ścieżki). Początek konturu i jego koniec nie leżą w tym samym punkcie. Cykl ten wykazuje, w porównaniu do obróbki otwartego konturu z blokami pozycjonowania, znaczne zalety:

- TNC nadzoruje obróbkę w kilku przejściach,
- jeśli promień narzędzia jest za duży, to kontur może być wtórnie obrobiony innym mniejszym narzędziem,
- obróbkę można wykonywać na całej długości ruchem współbieżnym lub przeciwbieżnym niezależnie od kierunku definicji konturu. Rodzaj frezowania pozostanie zachowany nawet, jeśli nastąpi odbicie lustrzane konturów,
- można także wprowadzić wartości naddatków, aby w kilku przejściach roboczych dokonywać obróbki zgrubnej i wykańczającej.

Cykl ten ma następujące parametry:

- Q1 – całkowita głębokość frezowania liczona od powierzchni bazowej (przyrostowo),
- Q3 - naddatek dla obróbkę wykańczającą z boku (przyrostowo),
- Q5 - współrzędna powierzchni bazowej obrabianego przedmiotu (absolutnie),
- Q7 - bezpieczna wysokość (absolutnie) - bezwzględna wysokość, na której nie może dojść do kolizji z obrabianym przedmiotem
- Q10 – grubość warstwy skrawanej (przyrostowo). Wymiar, o jaki narzędzie zostaje każdorazowo zagłębione w materiał.
- Q11 - posuw narzędzia przy zagłębianiu,
- Q12 - posuw narzędzia przy frezowaniu.
- Q15 - rodzaj frezowania: -1 przeciwbieżnie, +1 – współbieżnie, 0 – frezowanie naprzemienne przy kilku przejściach tam i z powrotem.

Cykl ten wymaga wywołania.

4. Przebieg ćwiczenia

- a) opracować program obróbki zarysu dowolnego w układzie sterowania wykorzystując wcześniej opracowane kontury oraz cykle obróbki dowolnych zarysów,
- b) przeprowadzić symulację graficzną programu,
- c) przygotować obrabiarkę do obróbki: uruchomić obrabiarkę, zamocować przedmiot, przygotować narzędzia, ustalić punkt zerowy przedmiotu z wykorzystaniem narzędzia tzw zerowego, zmierzyć długości pozostałych narzędzi,
- d) wykonać obróbkę przedmiotu w obecności prowadzącego zajęcia
- e) przepisać program na kartkę do sporządzenia sprawozdania.

5. Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno zawierać:

- datę ćwiczenia nr grupy i podgrupy,
- nazwiska osób biorących udział w ćwiczeniu,
- rysunek przedmiot z zaznaczonym układem współrzędnych,
- wydruk programu z opisem zastosowanych cykli i funkcji,
- wnioski.

6. Przygotowanie do ćwiczeń

Przed przystąpieniem do ćwiczeń wymagana jest znajomość układów współrzędnych i wymiarowania, dobierania parametrów obróbki, rodzajów cykli do obróbki zarysów dowolnych oraz ich podstawowych parametrów.

7. Literatura

1. Instrukcje do ćwiczenia: Podstaw programowania w układzie TNC
2. Instrukcja do ćwiczenia: Obróbka na frezarce CNC