

**Politechnika Poznańska
Instytut Technologii Mechanicznej**

**Laboratorium
Programowanie obrabiarek CNC**

Nr 3

**Obróbka otworów
z wykorzystaniem cykli obróbkowych**

Opracował:
Dr inż. Wojciech Ptaszyński

Poznań, 2008-02-11

1. Cykle stałe we frezarkach

1.1. Wprowadzenie

Cykle stałe są to na stałe zaprogramowane i przechowywane w pamięci układu sterującego sekwencje operacji, które mogą być wywołane poprzez pojedyncze funkcje przygotowawcze. Są one stosowane do zmniejszenia czasu programowania powtarzających się operacji. W zapisie standardowym programu NC cykлом przypisano funkcje przygotowawcze od G73 do G89 (tabela 1). Są to cykle wiercenia, rozwiercania, wytaczania i gwintowania. Funkcje cykli są funkcjami modalnymi dzięki temu ułatwiają wykonywanie większej liczby takich samych otworów. W pierwszym bloku podaje się parametry wykonywania otworu oraz współrzędne pierwszego otworu natomiast w następnych blokach programu wystarczy podać tylko współrzędne X i Y następnego otworu. Zakończenie działania cyklu wykonuje się funkcją przygotowawczą G80.

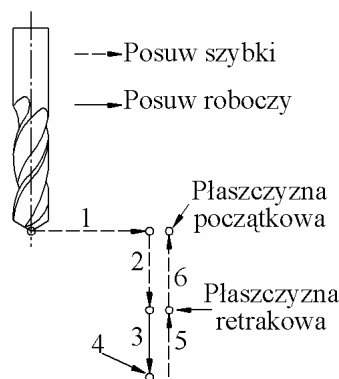
Tabela 1. Funkcje przygotowawcze w cyklach

Nr funkcji	Nazwa
G81	Wiercenie, nawiercanie
G82	Wiercenie z przerwą czasową na dnie
G83	Wiercenie z odwiórowaniem
G73	Wiercenie z łamaniem wióra
G74	Gwintowanie lewego gwintu z uchwytem kompensującym
G84	Gwintowanie prawego gwintu z uchwytem kompensującym
G85	Rozwiercanie
G86	Wytaczanie z zatrzymaniem wrzeciona przy wycofaniu
G88	Wytaczanie z ręcznym wycofaniem narzędzia z otworu
G76	Wytaczanie wykańczające
G87	Wytaczanie w ruchu powrotnym
G89	Wytaczanie z przerwą czasową na dnie
G80	Wykasowanie cyklu
G98	Wycofanie narzędzia na płaszczyznę początkową
G99	Wycofanie narzędzia na płaszczyznę retrakową

W tej grupie funkcji istnieje jedna specjalna funkcja G80, która wyłącza cykl (kasuje funkcję modalną wywołania cyklu).

Ogólnie cykle wykonują następujące sześć operacji (rys. 1):

- 1 – pozycjonowanie z posuwem szybkim w osiach X i Y na podane współrzędne,
- 2 – szybki przesuw do punktu R (płaszczyzny retrakowej – bezpiecznej), najczęściej punkt ten znajduje się 2 mm nad materiałem,
- 3 – wiercenie, rozwiercanie lub gwintowanie z posuwem roboczym do współrzędnej Z,
- 4 – wykonanie operacji na dnie otworu, np. zatrzymanie czasowe,
- 5 – powrót do punktu R z posuwem szybkim lub roboczym zależnie od cyklu,
- 6 – powrót do płaszczyzny wywołania.



Rys. 1. Działanie cyklu

W niektórych przypadkach nie jest wymagane wycofywanie narzędzia na płaszczyznę początkową, dlatego też są do dyspozycji dwie funkcje przygotowawcze:

- G98 – po wykonaniu obróbki narzędzie wraca na płaszczyznę początkową,
- G99 – po wykonaniu obróbki narzędzie wycofywane jest tylko do płaszczyzny retrakowej.

Zastosowanie funkcji G99 skraca czas wykonania programu, gdyż po wykonaniu jednego otworu narzędzie nie przemieszcza się na płaszczyznę początkową a tylko na płaszczyznę retrakową, na której przemieszcza się nad następny otwór. Należy jednak zwrócić uwagę czy nie wystąpi kolizja narzędzia z wystającymi elementami przedmiotu i zamocowania.

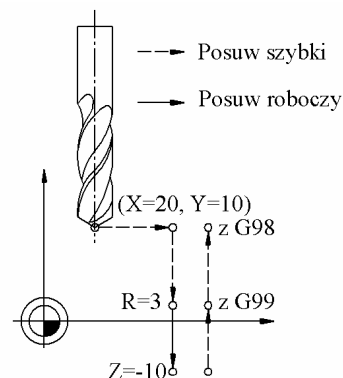
Cykle stałe mogą być programowane z funkcjami przygotowawczymi G90 lub G91. Gdy użyta jest funkcja G90 zarówno płaszczyzna retrakowa jak i punkt dna otworu (Z) traktowane są jako współrzędne absolutne w osi Z. Natomiast, gdy użyta jest funkcja G91 (wymiarowanie przyrostowe), punkt R wymiarowany jest od aktualnej współrzędnej Z (płaszczyzny początkowej) a współrzędna Z dna otworu wymiarowana jest przyrostowo od punktu R.

1.2. Wiercenie, nawiercanie G81

Cykl ten jest wykorzystywany do wiercenia, nawiercania, rozwiercania otworów w jednym przejściu narzędzia. Po wywołaniu tego cyklu wykonywane są kolejno następujące czynności:

- przemieszczenie narzędzia z posuwem szybkim nad punkt określony współrzędnymi X i Y,
- przemieszczenie narzędzia z posuwem szybkim na płaszczyznę retrakową, której współrzędna podana jest w adresie R,
- zagłębianie narzędzia z posuwem roboczym w materiał na współrzędną określoną w adresie Z,
- wysunięcie narzędzia z posuwem szybkim na płaszczyznę retrakową lub wywołania zależnie od wybranej funkcji G99 lub G98.

Format zapisu funkcji G81 wygląda następująco (rys. 2.):



Rys. 2. Cykl wiercenia G81

G81 X... Y... Z... R... F...

gdzie: X, Y – współrzędne otworu na płaszczyźnie roboczej,
Z – współrzędna Z dna otworu,
R – współrzędna Z płaszczyzny retrakowej,
F – wartość posuwu wiercenia.

Przykład:

G81 G98 X20 Y10 Z-10 R3 F200

1.3. Wiercenie z przerwą czasową na dnie G82

Cykl ten jest podobny do cyklu G81, ale w tym przypadku, gdy narzędzie osiągnie współrzędną dna otworu, posuw jest zatrzymany na określony czas zapisany w adresie P. Cykl ten szczególnie jest przydatny w operacjach pogłębiania otworów, gdy zależy nam, aby dno otworu było dokładnie wykonane.

Format zapisu cyklu G81 wygląda następująco:

G82 X... Y... Z... R... P... F...

gdzie: X, Y – współrzędne otworu na płaszczyźnie roboczej,

Z – współrzędna Z dna otworu,

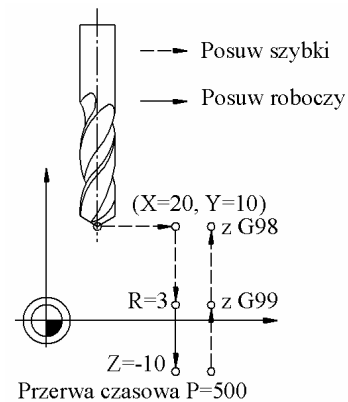
R – współrzędna Z płaszczyzny retrakowej,

P – przerwa czasowa na dnie w [ms]

F – wartość posuwu wiercenia.

Przykład:

G82 G98 X20 Y10 Z-10 R3 P500 F200

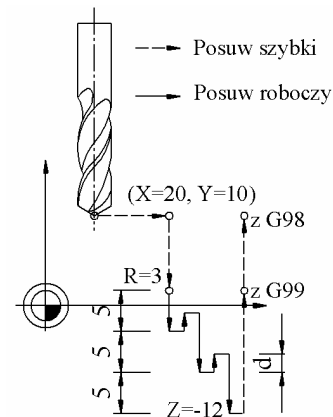


Rys. 3. Cykl wiercenia G82

1.4. Wiercenie z łamaniem wióra G73

Ten cykl jest wykorzystywany do wiercenia głębokich otworów, gdy występuje konieczność złamania wióra w celu lepszego go odprowadzenia. Po wywołaniu tego cyklu wykonywane są następujące czynności:

- przemieszczenie narzędzia z posuwem szybkim nad otwór o współrzędne X i Y,
- przemieszczenie narzędzia z posuwem szybkim na płaszczyznę retrakową,
- zagłębia narzędzia w materiał z posuwem roboczym na pierwszą głębokość określoną w adresie Q,
- wysunięcie narzędzia z otworu o wartość d, która jest ustawiona w parametrach obrabiarki,
- następnie powtarzane są dwie poprzednie czynności, aż zostanie osiągnięta współrzędna dna otworu podana w adresie Z,
- wysunięcie narzędzia na płaszczyznę retrakową lub wywołania zależnie od wywołanej funkcji G99 lub G98.



Rys. 4. Cykl wiercenia z łamaniem wióra G73

Format zapisu tego cyklu wygląda następująco:

G73 X... Y... Z... Q... R... F...

gdzie: X, Y – współrzędne otworu na płaszczyźnie roboczej,
Z – współrzędna Z dna otworu,
Q – wartość jednego zagłębienia,
R – współrzędna Z płaszczyzny retrakowej,
F – wartość posuwu wiercenia.

Przykład:

G73 G98 X20 Y10 Z-12 Q5 R3 Q5 F200

1.5. Wiercenie z odwiórowaniem G83

Ten cykl jest wykorzystywany do wiercenia głębokich otworów, gdy występuje konieczność odwiórowania (usunięcia wióra z otworu) w celu zapobieżenia złamania wiertła. Po wywołaniu tego cyklu wykonywane są następujące czynności:

- przemieszczenie narzędzia z posuwem szybkim nad otwór o współrzędne X i Y,
- przemieszczenie narzędzia z posuwem szybkim na płaszczyznę retrakową,
- zagłębienie narzędzia w materiał z posuwem roboczym na pierwszą głębokość określoną w adresie Q,
- wysunięcie narzędzia z posuwem szybkim na płaszczyznę retrakową w celu usunięcia wióra,
- przemieszczenie narzędzia z posuwem szybkim w otwór na współrzędną pierwszego zagłębienia z zachowaniem odstępu bezpieczeństwa o wartości d, która jest ustawiona w parametrach maszyny,
- następnie powtarzane są trzy poprzednie czynności, aż zostanie osiągnięta współrzędna dna otworu podana w adresie Z,
- wysunięcie narzędzia na płaszczyznę retrakową lub wywołania zależnie od wywołanej funkcji G99 lub G98.

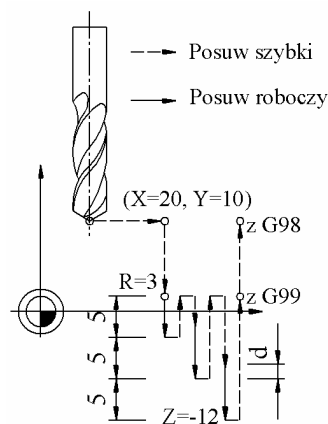
Format zapisu tego cyklu wygląda następująco:

G83 X... Y... Z... Q... R... F...

gdzie: X, Y – współrzędne otworu na płaszczyźnie roboczej,
Z – współrzędna Z dna otworu,
Q – wartość jednego zagłębienia,
R – współrzędna Z płaszczyzny retrakowej,
F – wartość posuwu wiercenia.

Przykład:

G83 G98 X20 Y10 Z-12 R3 Q5 F200



Rys. 5. Cykl wiercenia z odwiórowaniem G83

1.6. Gwintowanie z uchwytem kompensującym G74, G84

Cykl ten jest wykorzystywany do gwintowania otworów na obrabiarkach, które nie zostały przygotowane do gwintowania sztywnego (wymagane ścisłe powiązanie ruchu obrotowego wrzeciona z posuwem). Do prawidłowego nacięcia gwintu na obrabiarce przy pomocy tego cyklu wymagane jest zastosowanie specjalnego uchwyty kompensującego do gwintowania. Ponieważ może nie być zachowane ścisłe powiązanie ruchu obrotowego z posuwowym zgodnie z linią śrubową, dlatego też ewentualna niedokładność powiązania tych ruchów, kompensowane jest przez specjalny uchwyt, który przenosi pełen moment obrotowy, ale umożliwia niewielkie przemieszczanie się swobodne narzędzia w osi obrotu. Do gwintowania przewidziano dwa podobne cykle:

- G74 – cykl nacinania gwintu lewego,
- G84 – cykl nacinania gwintu prawego.

Po wywołaniu tych cykli wykonywane są kolejno następujące czynności:

- przemieszczenie narzędzia z posuwem szybkim nad otwór o współrzędnymi X i Y,
- przemieszczenie narzędzia z posuwem szybkim na płaszczyznę retrakową, której współrzędna podana jest w adresie R,
- włączenie obrotów wrzeciona prawych w przypadku nacinania gwintu prawego i lewych dla gwintu lewego,
- zagłębianie narzędzia z posuwem roboczym w otwór na współrzędną określoną w adresie Z,
- włączenie przeciwnych obrotów wrzeciona,
- wysunięcie narzędzia z posuwem roboczym płaszczyznę retrakową
- włączenie właściwych obrotów wrzeciona,
- jeśli była wywołana funkcja G98 to narzędzie przesuwane jest na płaszczyznę wywołania.

W tym cyklu bardzo ważne jest dokładne obliczenie wymaganego posuwu, który zależy jest od prędkości obrotowej wrzeciona i skoku gwintu i można go obliczyć ze wzoru:

$$v_f = n \cdot p \text{ [mm/min]}$$

gdzie: n – prędkość obrotowa wrzeciona [obr/min],

p – skok gwintu [mm].

Cykl ten może być wykonany kilkakrotnie dla danego otworu w celu wygładzenia gwintu. Format zapisu cyklu wygląda następująco:

G84 X... Y... Z... R... F... L..

gdzie: X, Y – współrzędne otworu na płaszczyźnie roboczej,

Z – współrzędna Z końca gwintu,

R – współrzędna Z płaszczyzny retrakowej,

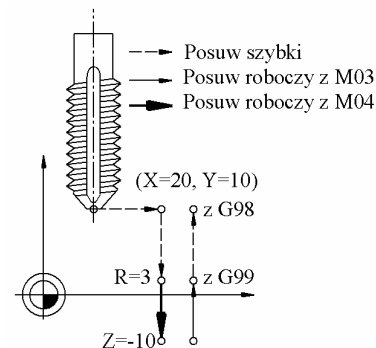
F – wartość posuwu wiercenia,

L – liczba wywołań cyklu.

Przykład:

- prędkość obrotowa wrzeciona $n = 200$ obr/min,
- skok gwinty $p = 1.5$ mm,
- $v_f = n \cdot p = 200 \cdot 1.5 = 300$ [mm/min]

G84 G98 X20 Y10 Z-10 R3 L2 F300



Rys. 6. Cykl gwintowania G84

1.7. Rozwiercanie G85, G89

Cykle te są przeznaczone do wykonywania operacji rozwiercania i wytaczania otworów. W tych cyklach zarówno ruch wstępny jak i wysuwanie narzędzia z otworu odbywa się z ruchem posuwowym przy włączonych obrotach wrzeciona. Różnica pomiędzy cyklem G85 i G89 polega na tym, że w cyklu G89, po osiągnięciu współrzędnej dna otworu, posuw jest zatrzymany na czas podany w adresie P.

Po wywołaniu tych cykli wykonywane są kolejno następujące czynności:

- przemieszczenie narzędzia z posuwem szybkim nad punkt określony współrzędnymi X i Y,
- przemieszczenie narzędzia z posuwem szybkim na płaszczyznę retrakową, której współrzędna podana jest w adresie R.
- zagłębianie narzędzia z posuwem roboczym w otwór na współrzędną określoną w adresie Z,
- zatrzymanie posuwu na czas podany w adresie P – tylko dla cyklu G89,
- wysunięcie narzędzia z posuwem roboczym na płaszczyznę retrakową,
- jeśli aktywna jest funkcja G98 to narzędzie jest przemieszczane z posuwem szybkim na płaszczyznę wywołania.

Format zapisu tego cyklu wygląda następująco:

G85 X... Y... Z... R... P... F...

gdzie: X, Y – współrzędne otworu na płaszczyźnie roboczej,

Z – współrzędna Z końca gwintu,

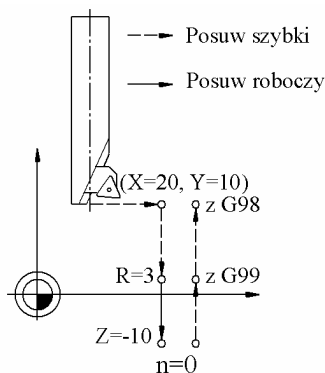
R – współrzędna Z płaszczyzny retrakowej,

P – czas zatrzymania posuwu na dnie otworu (tylko dla cyklu G89),

F – wartość posuwu wiercenia.

Przykład:

G85 G98 X20 Y10 Z-10 R2 F100



Rys. 7. Cykl rozwiercania G85