

Metody frezowania

Frezowanie współbieżne

Właściwości:

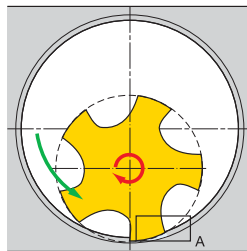
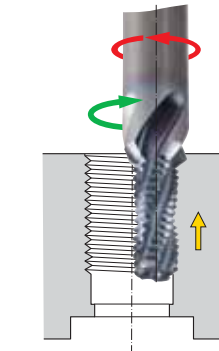
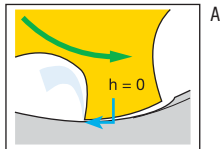
Obrót narzędzia w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara

Ruch narzędzia w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara

Obróbka gwintu „do góry”

Gwint prawy

Frezowanie współbieżne występuje wtedy, gdy krawędź skrawająca wychodzi z materiału z wiórem o grubości $h = 0$



Frezowanie przeciwbieżne

Właściwości

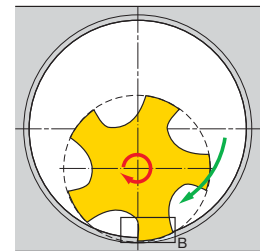
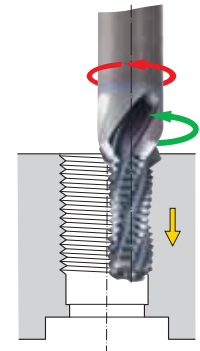
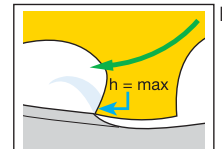
Obrót narzędzia w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara

Ruch narzędzia w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara

Obróbka gwintu „do dołu”

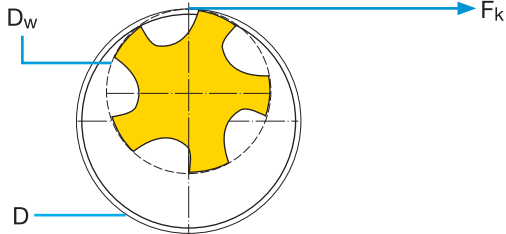
Gwint prawy

Frezowanie przeciwbieżne występuje wtedy, gdy krawędź skrawająca wychodzi z materiału z wiórem o grubości $h = \text{maks}$



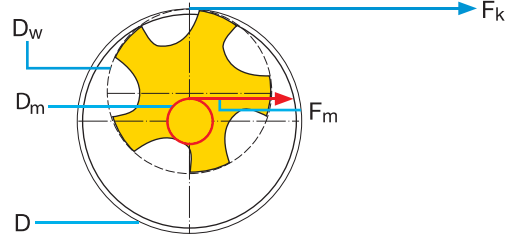
Posuw na konturze narzędzia F_k

$$F_k = n \cdot f_z \cdot Z \text{ [mm/min]}$$

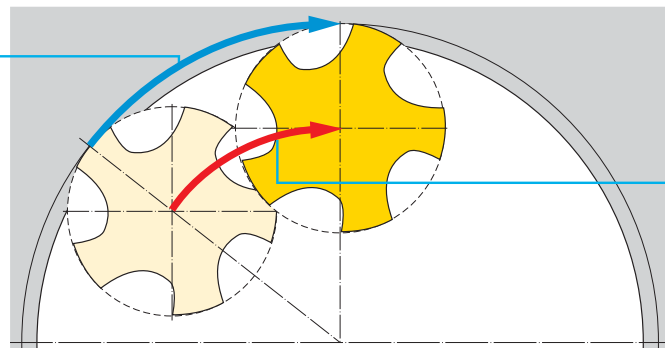


Posuw w osi narzędzia F_m

$$F_m = \frac{F_k \cdot (D - D_w)}{D} \text{ [mm/min]}$$



Posuw na konturze narzędzia (F_k)



Posuw w osi narzędzia (F_m)

D_w = średnica narzędzia [mm]

n = obr./min [min^{-1}]

f_z = posuw na ostrze [mm]

Z = liczba ostrzy narzędzia

D = nominalna średnica gwintu = średnica konturu zewnętrznego [mm]

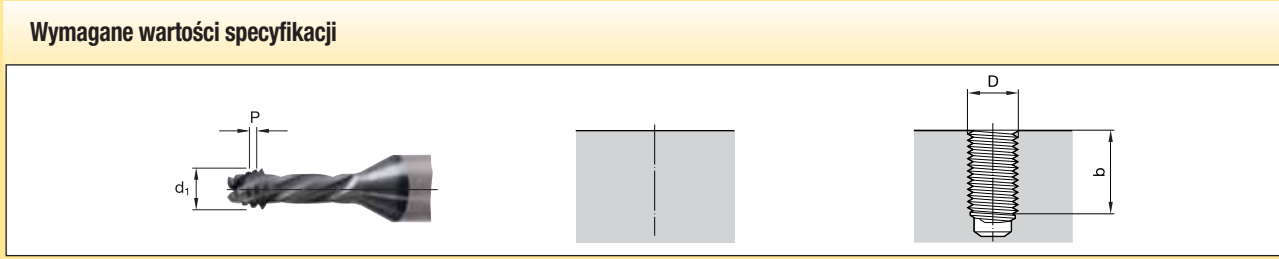
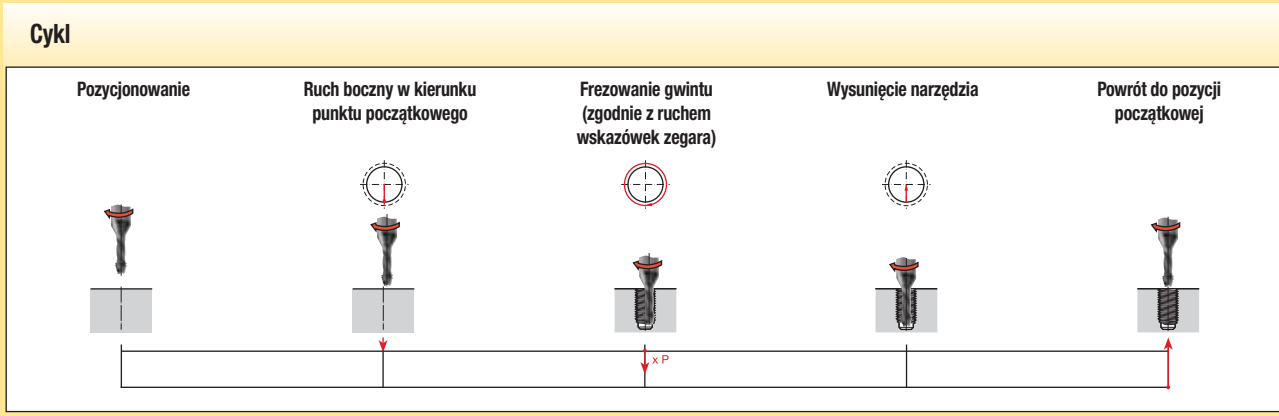
D_m = średnica ruchu osi narzędzia ($D - D_w$) [mm] $F_k = n \cdot f_z \cdot Z$ [mm/min]

Gwintowniki

Wykonanie gwintu narzędziem TM741 • Gwint prawy

Przygotowanie Brak

Zasada procesu Frezowanie otworu i gwintu, wykonanie pogłębień stożkowych (frezowanie przeciwbieżne)



Przykład

| | | |
|--|--|--|
| <p>Rozmiar — M10-6H Średnica gwintu D10 mm Podziałka P1,5 mm Średnica otworu pod gwint D₁8,5 mm</p> <p>Materiał — stal hartowana, 50 HRC</p> <p>Gatunek — KCU36</p> | <p>Narzędzie — TM741, gwint prawy Oznaczenie katalogoweTM741M100X150R2DHA Liczba ostrzy Z4 Średnica narzędzia d₁7,75 mm* Kompensacja promienia narzędzia k¹0,08 mm** Programowany promień narzędzia²3,795 mm*** Głębokość gwintu b20 mm Szybkość skrawania v_c100 m/min Posuw (frezowanie) f_z0,04 mm/ostrze Liczba obrotów⁵17</p> | $N = \frac{v_c \cdot 1000}{d_1 \cdot \pi} \quad S = 4109$ $v_f = f_z \cdot Z \cdot n \quad F = 657 \text{ (na konturze narzędzia)}$ $N = \frac{v_f \text{ kontur} \cdot (D - d_1)}{D} \quad F = 148 \text{ (w osi narzędzia)}$ |
|--|--|--|

* (mierzona w części skrawającej) ** 0,01xD; należy dostosować odpowiednio do zastosowania *** (1/2 d₁ - k)

Programowanie zgodne z normą DIN 66025 (frezowanie przeciwbieżne, po konturze, przyrostowo)

| | | |
|--|--|--|
| Pozycjonowanie narzędzia | ãN 10 G 54 G 90 G 00 X... Y... | Z 1.500 S 4109 T01 ² M03 ⁵ |
| Programowanie przyrostowe | N 20 G 91 | |
| Ruch boczny w kierunku punktu początkowego | N 30 G 42 G 01 X 0 Y-5 F 657 (na konturze narzędzia) | [F 148] ⁴ (oś narzędzia) |
| Frezowanie gwintu | N 40 G 02 X 0 Y 0 Z-1.500 | I 0 J 5.000 |
| Powtórzenie frezowania gwintu | ... ⁵ | |
| Wysunięcie narzędzia | N 50 G 40 G 01 X 0 Y 5 | |
| Wycofanie narzędzia do pozycji początkowej | N 70 G 90 G 00 Z 2 | |

Czas skrawania t₁ 51,6 sekundy

UWAGI:

¹ Promień narzędzia mierzony na zarysie ostrzy części gwintującej należy pomniejszyć o wartość kompensacji promienia frezu. Jest to wymagane w celu uzyskania głębokości skrawania odpowiadającej położeniu środka pola tolerancji gwintu 6H/ISO2. Należy jednak pamiętać, że jest to również uzależnione od odchylenia promieniowego narzędzia (wytrzymałości materiału na rozciąganie, długości narzędzia).

² Programowany promień frezu jest zazwyczaj uwzględniony w pamięci narzędzia.

³ Głębokość gwintu b musi być podzielna przez podziałkę gwintu P.

⁴ Wartości posuwu w nawiasach należy użyć w przypadku systemów sterowania nie zapewniających przeliczenia wartości posuwu na osi narzędzia.

⁵ Zadanie N40 należy powtórzyć zgodnie z krotnością zwojów. Liczba powtórzeń N = głębokość gwintu b/podziałka P (z zaokrągleniem w górę do najbliższej liczby całkowitej).

Gwintowniki

Wykonanie gwintu narzędziem TM741 • Gwint lewy

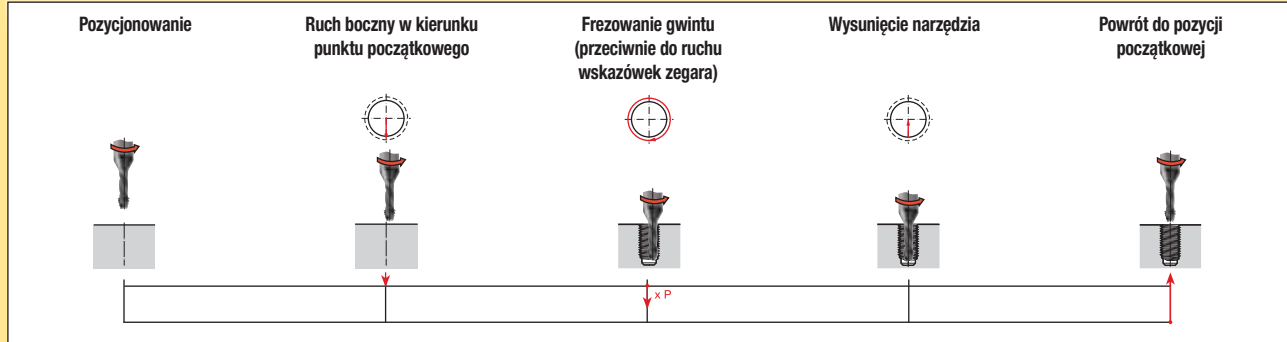
Przygotowanie

Brak

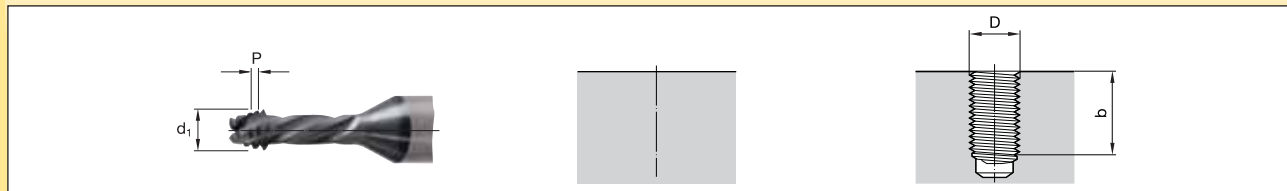
Zasada procesu

Frezowanie gwintu i otworu, wykonanie pogłębień stożkowych (frezowanie współbieżne)

Cykl



Wymagane wartości specyfikacji



Przykład

Rozmiar — M10-6H

Średnica gwintu D10 mm
Podziałka P1,5 mm
Średnica otworu pod gwint D₁8,5 mm

Materiał — stop tytanu TiAl6V4

Gatunek — KCU36

Narzędzie — TM741 gwint lewy

Oznaczenie katalogoweTM741M100X150L2DHA
Liczba ostrzy Z4
Średnica narzędzia d₁7,75 mm*
Kompensacja promienia narzędzia k¹0,08 mm**
Programowany promień narzędzia ²3,795 mm***
Głębokość wiercenia/pogłębiania stożkowego l_c ..20 mm
Szybkość skrawania v_c100 m/min
Posuw (frezowanie) f_z0,03 mm/ostrze
Liczba obrotów ⁵17

*(mierzona w części skrawającej)

** (0,01xD)

*** (1/2 d₁ - k)

$$N = \frac{v_c \cdot 1000}{d_1 \cdot \pi} \quad S = 4109$$

$$v_f = f_z \cdot Z \cdot n \quad F = 493 \text{ (na konturze narzędzia)}$$

$$v_f = \frac{v_f \text{ kontur} \cdot (D - d_1)}{D} \quad F = 111 \text{ (w osi narzędzia)}$$

Programowanie zgodne z normą DIN 66025 (frezowanie współbieżne, po konturze, przyrostowo)

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| Pozycjonowanie narzędzia | N 10 G 54 G 90 G 00 X... Y... | Z 1.500 S 4109 T01 ² M04 |
| Programowanie przyrostowe | N 20 G 91 | |
| Ruch boczny w kierunku punktu początkowego | N 30 G 42 G 01 X 0 Y-5 F 493 (na konturze narzędzia) [F 111] ⁴ (w osi narzędzia) | |
| Frezowanie gwintu | N 40 G 02 X 0 Y 0 Z-1.500 I 0 J 5.000 | |
| Powtórzenie frezowania gwintu | ... ⁵ | |
| Wysłunięcie narzędzia | N 50 G 40 G 01 X 0 Y 5 | |
| Wycofanie narzędzia do pozycji początkowej | N 70 G 90 G 00 Z 2 | |

Czas skrawania t_h

68,8 sekundy

UWAGI:

¹ Promień narzędzia mierzony na zarysie ostrzy części gwintującej należy pomniejszyć o wartość kompensacji promienia frezu. Jest to wymagane w celu uzyskania głębokości skrawania odpowiadającej środku pola tolerancji gwintu 6H/ISO2. Należy jednak pamiętać, że jest to również uzależnione od odchylenia promieniowego narzędzia (wytrzymałości materiału na rozciąganie, długości narzędzia).

² Programowany promień frezu jest zazwyczaj uwzględniony w pamięci narzędzia.

³ Głębokość gwintu b musi być podzielna przez podziałkę gwintu P.

⁴ Wartości posuwu w nawiasach należy użyć w przypadku systemów sterowania nie zapewniających przeliczenia wartości posuwu na osi narzędzia.

⁵ Zadanie N40 należy powtórzyć zgodnie z krotnością zwojów. Liczba powtórzeń N = głębokość gwintu b/podziałka P (z zaokrągleniem w górę do najbliższej liczby całkowitej).

Wykonanie gwintu narzędziem TM731

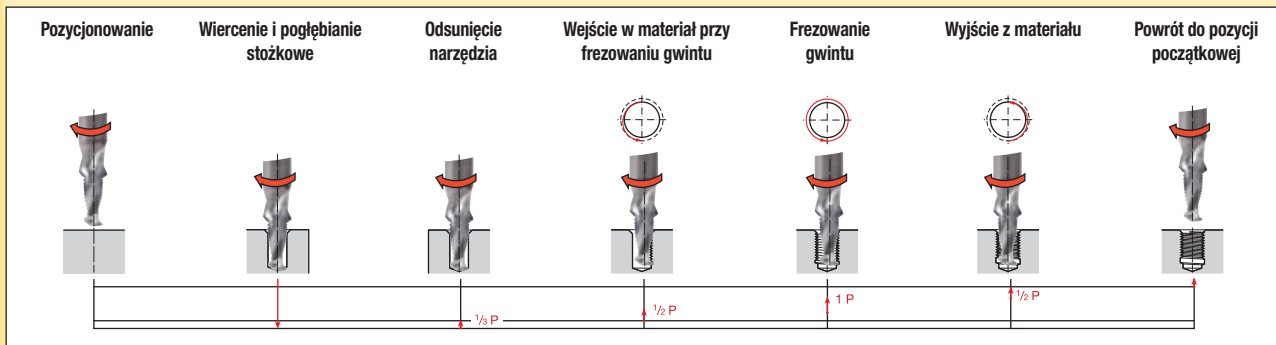
Przygotowanie

Brak

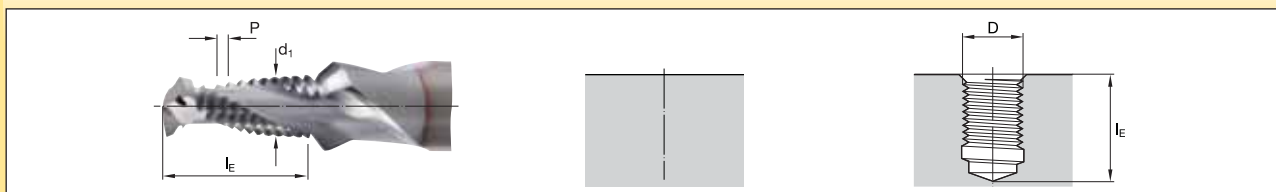
Zasada procesu

Wiercenie, pogłębianie stożkowe, frezowanie gwintu (frezowanie współbieżne)

Cykl



Wymagane wartości specyfikacji



Przykład

Rozmiar — M10-6H
Średnica gwintu D10 mm
Podziałka P1,5 mm
Średnica otworu pod gwint D₁8,5 mm
Materiał — żeliwo szare
Gatunek — KCU32

Narzędzie — TM731
Oznaczenie katalogoweTM731M100X150R2DHA
Liczba ostrzy Z2
Średnica narzędzia d₁8,2 mm*
Kompensacja promienia narzędzia k¹0,1 mm**
Programowany promień narzędzia ²4 mm***
Głębokość wiercenia/pogłębiania stożkowego l_E ..19,11 mm
Szybkość skrawania v_c250 m/min
Posuw (wiercenie, pogłębianie stożkowe) f_b ..0,25 mm/U
Posuw (frezowanie) f_z0,1 mm/ostrze

$$N = \frac{v_c \cdot 1000}{d_1 \cdot \pi} \quad S = 9709$$

$$v_b = f_b \cdot n \quad F = 2427 \text{ (wiercenie, pogłębianie stożkowe)}$$

$$v_f = f_z \cdot Z \cdot n \quad F = 1942 \text{ (na konturze narzędzia)}$$

$$v_f = \frac{v_f \text{ kontur} \cdot (D - d_1)}{D} \quad F = 350 \text{ (w osi narzędzia)}$$

*(mierzona w części skrawającej)

** (0,01xD)

*** (1/2 d₁ - k)

Programowanie zgodne z normą DIN 66025 (frezowanie współbieżne, po konturze, przyrostowo)

| | | | | | | | | | | |
|---|------|------|---------|---|--|------|----------|--|------------------|------------------|
| Pozycjonowanie narzędzia | N 10 | G 54 | G 90 | G 00 | X... | Y... | Z 2 | S 9709 | T01 ² | M03 ¹ |
| Wiercenie i pogłębianie stożkowe | N 20 | G 91 | G 01 | Z-21.110 | F 2427 (wiercenie, pogłębianie stożkowe) | | | | | |
| Odsunięcie narzędzia | N 30 | G 01 | Z 0.500 | | | | | | | |
| Ruch boczny w kierunku punktu początkowego | N 40 | G 41 | Y-4.250 | F 971 (frezowanie, 1/2 dla konturu narzędzia) | [F 175] ³ (1/2 dla osi narzędzia) | | | | | |
| Wejście w materiał po łuku | N 50 | G 03 | X 0 | Y 9.250 | Z 0.750 | I 0 | J 4.625 | | | |
| Frezowanie gwintu | N 60 | G 03 | X 0 | Y 0 | Z 1.500 | I 0 | J -5.000 | F1942 [F 350] ³ (w osi narzędzia) | | |
| Wyjście z materiału po łuku | N 70 | G 03 | X 0 | Y-9.250 | Z 0.750 | I 0 | J- 4.625 | | | |
| Wysunięcie narzędzia | N 80 | G 00 | G 40 | X 0 | Y 4.250 | | | | | |
| Wycofanie narzędzia do pozycji początkowej | N 90 | G 90 | Z 2 | | | | | | | |

Czas skrawania t_n

2,3 sekundy

UWAGI:

¹ Promień narzędzia mierzony na zarysie ostrzy części gwintującej należy pomniejszyć o wartość kompensacji promienia frezu. Jest to wymagane w celu uzyskania głębokości skrawania odpowiadającej środku pola tolerancji gwintu 6H/ISO2. Należy jednak pamiętać, że jest to również uzależnione od odchylenia promieniowego narzędzia (wytrzymałości materiału na rozciąganie, długości narzędzia).

² Programowany promień frezu jest zazwyczaj uwzględniony w pamięci sterującej narzędziem.

³ Wartości posuwu w nawiasach należy użyć w przypadku systemów sterowania nie zapewniających przeliczenia wartości posuwu na osi narzędzia.

Wykonanie gwintu narzędziem TM721

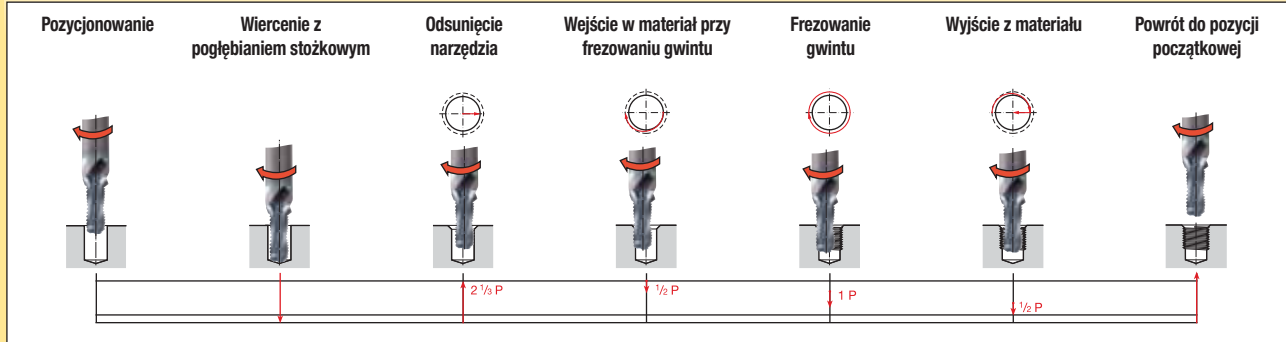
Przygotowanie

Wywierony otwór wstępny (wiercenie otworu pod gwint)

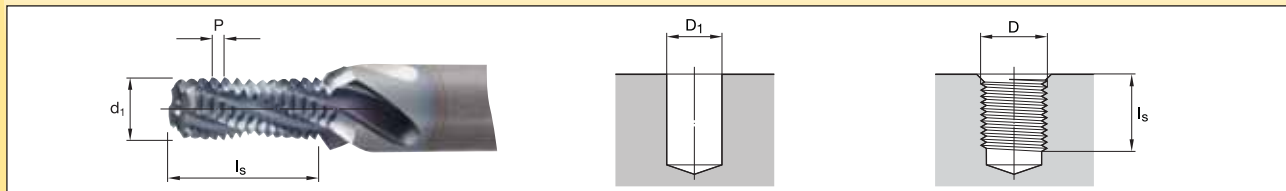
Zasada procesu

Pogłębienie stożkowe, frezowanie gwintu (frezowanie przeciwbieżne)

Cykl



Wymagane wartości specyfikacji



Przykład

Rozmiar — M10-6H
Średnica gwintu D10 mm
Podziałka P1,5 mm
Średnica otworu pod gwint D₁.....8,5 mm

Materiał — stop odlewniczy aluminium

Gatunek — KCU32

Narzędzie — TM721
Oznaczenie katalogoweTM721M100X150R2DHA
Liczba ostrzy Z3
Średnica narzędzia d₁8,2 mm*
Kompensacja promienia narzędzia k¹0,1 mm**
Programowany promień narzędzia²4 mm***
Głębokość gwintu z pogłębieniem stożkowym l_s21,2 mm
Szybkość skrawania v_c250 m/min
Posuw (pogłębienie stożkowe) f_s0,3 mm/U
Posuw (frezowanie) f_z0,09 mm/ostrze

*(mierzona w części skrawającej)

** (0,01xD)

*** (1/2 d₁ - k)

$$N = \frac{v_c \cdot 1000}{d_1 \cdot \pi} \quad S = 9709$$

$$v_s = f_s \cdot n \quad F = 2913 \text{ (pogłębienie stożkowe)}$$

$$v_f = f_z \cdot Z \cdot n \quad F = 2622 \text{ (na konturze narzędzia)}$$

$$v_f = \frac{v_f \text{ kontur} \cdot (D - d_1)}{D} \quad F = 472 \text{ (w osi narzędzia)}$$

Programowanie zgodne z normą DIN 66025 (frezowanie przeciwbieżne, po konturze, przyrostowo)

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|----------|-------------------------------|---|--|---------|--|------------------|-----|
| Pozycjonowanie narzędzia | N 10 | G 54 | G 90 | G 00 | X... | Y... | Z 2 | S 9709 | T01 ² | M03 |
| Wejście narzędzia na pełną głębokość gwintu | N 20 | G 91 | Z-21.200 | | | | | | | |
| Wiercenie z pogłębieniem stożkowym | N 30 | G 01 | Z-2 | F 2913 (pogłębienie stożkowe) | | | | | | |
| Odsunięcie narzędzia | N 40 | G 00 | Z 3.450 | | | | | | | |
| Ruch boczny w kierunku punktu początkowego | N 50 | G 42 | G01 | X 4.250 | F 1311 (frezowanie, 1/2 dla średnicy narzędzia) | [F 236] ³ (frezowanie, 1/2 dla osi narzędzia) | | | | |
| Wejście w materiał po łuku | N 60 | G 02 | X-9.25 | Y 0.000 | Z-0.750 | I-4.625 | J 0 | | | |
| Frezowanie gwintu | N 70 | G 02 | X 0 | Y 0 | Z-1.500 | I 5 | J 0.000 | F2622 [F 472] ³ (w osi narzędzia) | | |
| Wyjście z materiału po łuku | N 80 | G 02 | X 9.25 | Y 0.000 | Z-0.750 | I 4.625 | J 0 | | | |
| Wysunięcie narzędzia | N 90 | G 40 | G 01 | X-4.25 | | | | | | |
| Wycofanie narzędzia do pozycji początkowej | N 100 | G 90 | G 00 | Z 2 | | | | | | |

Czas skrawania t_n

1,4 sekundy

UWAGI:

¹ Promień narzędzia mierzony na zarysie ostrzy części gwintującej należy pomniejszyć o wartość kompensacji promienia frezu. Jest to wymagane w celu uzyskania głębokości skrawania odpowiadającej położeniu środka pola tolerancji gwintu 6H/ISO2. Należy jednak pamiętać, że jest to również uzależnione od odchylenia promieniowego narzędzia (wytrzymałości materiału na rozciąganie, długości narzędzia).

² Programowany promień frezu jest zazwyczaj uwzględniony w pamięci sterującej narzędziem

³ Wartości posuwu w nawiasach należy użyć w przypadku systemów sterowania nie zapewniających przeliczenia wartości posuwu na osi narzędzia.