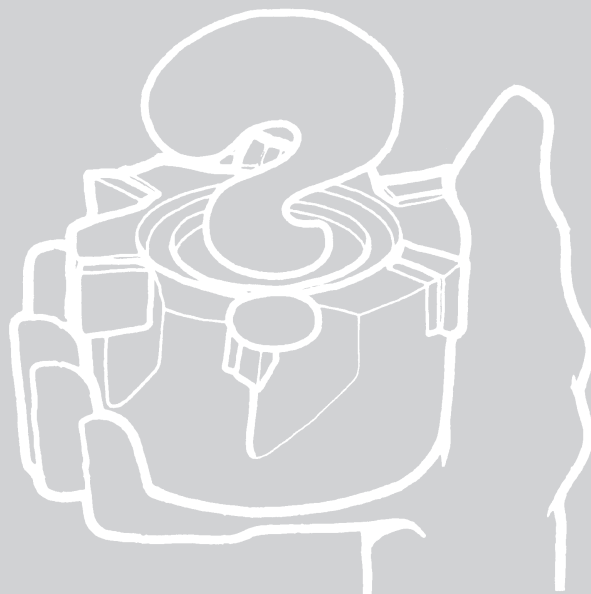


INFORMACJE TECHNICZNE

str.	rozdział:
F 78	Zastosowanie narzędzi do toczenia
F 93	Zastosowanie narzędzi do przecinania
F 94	Zastosowanie narzędzi do frezowania
F 100	Zastosowanie płytek do frezowania w narzędziach innych producentów
F 106	Zastosowanie frezów tarczowych NFTs..
F 108	Zestawienie materiałów obrabialnych
F 110	Rodzaje zużycia ostrza



Zastosowanie narzędzi do toczenia

Zasady doboru parametrów skrawania

Dobór parametrów skrawania dla określonej operacji uzależniony jest głównie od rodzaju obrabianego materiału, rodzaju obróbki, narzędzia, typowymiaru płytki oraz rodzaju i stanu obrabiarki.

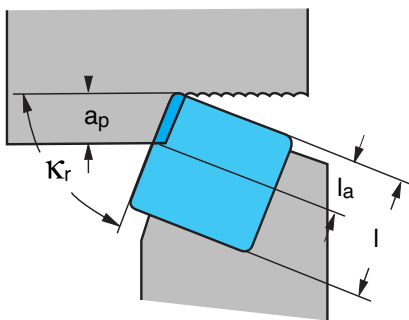
Znajomość materiału obrabianego i jego własności, ma duże znaczenie w doborze optymalnych parametrów skrawania i gatunku węgliku spiekanego. Przy występującej olbrzymiej ilości materiałów obrabianych podanie dokładnych parametrów skrawania dla każdego z nich jest niemożliwe. W związku z tym wszelkiego rodzaju zalecenia obejmujące parametry skrawania mogą mieć jedynie charakter wstępnych informacji, które wymagają każdorazowo dopasowania do konkretnej operacji.

Należy pamiętać, że w celu uzyskania najkorzystniejszego okresu trwałości ostrza, zachowując zadaną wydajność skrawania, dokonuje się doboru parametrów skrawania w kolejności odwrotnej do ich wpływu na intensywność zużycia ostrza.

Tak więc ustala się możliwie dużą głębokość skrawania (a_p), dobiera się możliwie duży posuw (p) i do tych parametrów dobiera się odpowiednią prędkość skrawania (v_c), (najczęściej odpowiadającą ekonomicznemu okresowi trwałości ostrza).

Chcąc dobrać optymalne parametry skrawania dla konkretnej operacji należy:

- ❑ dla danego materiału wybrać z tabel odpowiedni gatunek węglik spiekanego
- ❑ wybrać w zależności od operacji typowymiar płytki kierując się przy wyborze poniższymi zasadami:
 - określić maks. głębokość skrawania (a_p)
 - określić kąt przystawienia narzędzia (κ_r)



l_a = efektywna długość krawędzi skrawającej

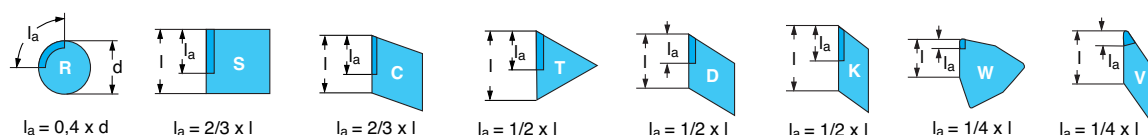
Zastosowanie narzędzi do toczenia

Zasady doboru parametrów skrawania

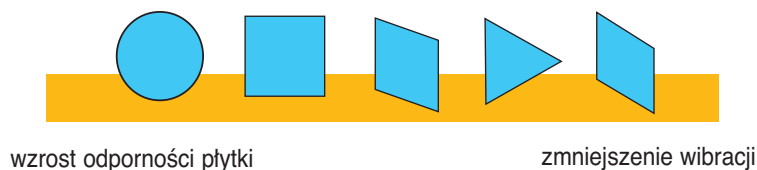
Kąt przystawienia K_r (°)		Głębokość skrawania a_p (mm)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
		Efektywna długość krawędzi skrawającej l_a (mm)										
90		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
105	75	1,5	2,1	3,1	4,1	5,2	6,2	7,3	8,3	9,3	11	16
120	60	1,2	2,3	3,5	4,7	5,8	7	8,2	9,3	11	12	18
135	45	1,4	2,9	4,3	5,7	7,1	8,5	10	12	13	15	22
150	30	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30
165	15	4	8	12	16	20	24	27	31	35	39	58

- dobrać głębokość skrawania tak, aby usunąć naddatek w najmniejszej liczbie przejść

- efektywną długość krawędzi skrawających dla poszczególnych rodzajów płytek przedstawiono poniżej



- celem zwiększenia odporności płytki wielostrzałowej należy stosować płytki z maks. możliwym kątem wierzchołkowym, pamiętając jednak, iż w miarę wzrastania tego kąta następuje wzrost wibracji



- dla obróbki zgrubnej wybrać największy z możliwych promień naroża celem zastosowania możliwie dużego posuwu

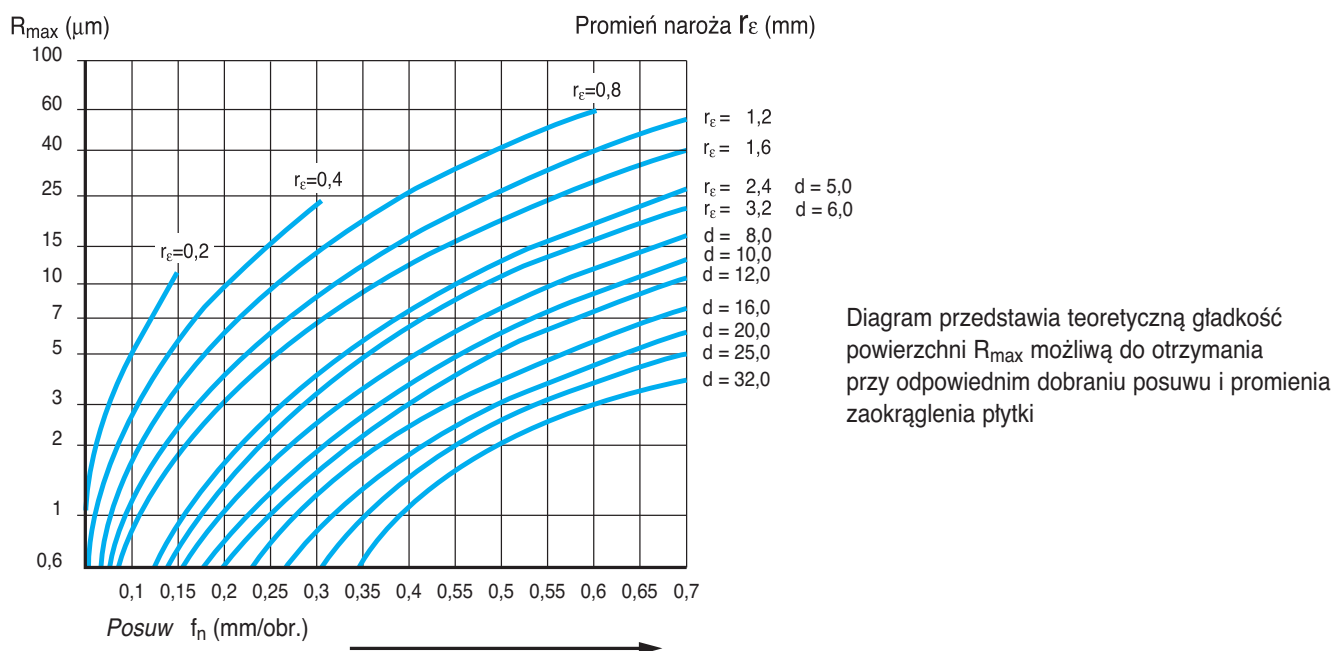
Promień naroża r_f (mm)	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4
Max. zalecany posuw f_n (mm/obr.)	0,2–0,27	0,4–0,5	0,5–0,8	0,7–1,0	1,0–1,6

Dla obróbki zgrubnej zaleca się stosowanie płytek z promieniem naroża 1,2–1,6

Zastosowanie narzędzi do toczenia

Zasady doboru parametrów skrawania

- ❑ jeżeli przedmiot obrabiany ma tendencję do wibracji, promień naroża należy zmienić na mniejszy
- ❑ standardowo posuw nie powinien przekraczać 1/2 promienia zaokrąglenia, jeżeli jednak decydujemy się na zastosowanie posuwu o wartości 2/3 promienia zaokrąglenia płytki, to powinny być spełnione następujące warunki:
 - ❑ płytka musi być jednostronna
 - ❑ kąt przystawienia mniejszy niż 90°
 - ❑ materiał powinien wykazywać dobrą obrabialność
- ❑ w obróbce dokładnej dobrać możliwie największy posuw zapewniający dopuszczalną chropowatość powierzchni po obróbce



- ❑ ustalić wstępnie prędkość skrawania w oparciu o zalecane parametry skrawania,
- ❑ sprawdzić wymaganą moc skrawania z mocą obrabiarki,

$$P_c = \frac{V_c \times a_p \times f_n \times k_{c0,4}}{60 \times 10^3} \left[\frac{0,4}{f_n \times \sin K_r} \right]^{0,29} \quad [\text{kW}]$$

- ❑ przeprowadzić próbę skrawania, ewentualnie dokonać korekty **p, g, vc** tak, aby nie była przekroczona moc obrabiarki oraz aby trwałość ostrza wynosiła ok. 15 minut

Zastosowanie narzędzi do toczenia

Zasady doboru parametrów skrawania

Wskazówki praktyczne związane z doбором parametrów:

- ❑ płytki z ujemnym kątem natarcia w większości przypadków nadają się do obróbki zgrubnej
- ❑ zapotrzebowanie mocy dla płytek z ujemnym kątem natarcia jest o około 10–15% wyższe niż w przypadku płytek z kątem dodatnim
- ❑ przyjmuje się ogólną zasadę, aby maksymalna wielkość posuwu nie przekraczała 2/3 promienia zaokrąglenia naroża płytki
- ❑ głębokość skrawania dobiera się tak, aby w systemie **P** mocowania płytki nie przekroczyć 0,5 długości krawędzi skrawającej, w systemie **C** 0,7, a w systemie **S** $0,25 \div 0,5$
- ❑ jakość powierzchni obrobionej zależy głównie od posuwu i promienia zaokrąglenia naroża (przy założeniu, że zamocowany przedmiot jest stabilny, braku drgań, a obrabiarka jest w należyłym stanie)
- ❑ w miarę wzrostu szerokości wyprasowanego łamacza wióra wzrasta zakres posuwów, przy których uzyskuje się łamanie wiórów
- ❑ wraz ze wzrostem głębokości i prędkości skrawania wzrasta zapotrzebowanie na moc obrabiarki

Parametry podane w tabelach wymagają każdorazowo sprawdzenia przez technologa w zakładzie oraz dopasowania do konkretnego stanowiska.

Wzory pomocnicze:

$$V_c = \frac{\pi \times D_m \times n}{10^3} \quad [\text{m/min}] \quad \text{Prędkość skrawania}$$

$$n = \frac{V_c \times 10^3}{\pi \times D_m} \quad [\text{obr/min}] \quad \text{Prędkość obrotowa}$$

$$Q = v_c \times a_p \times f_n \quad [\text{cm}^3/\text{min}] \quad \text{Ilość usuniętego materiału}$$

$$T_c = \frac{l_m}{f_n \times n} \quad [\text{min}] \quad \text{Czas obróbki}$$

$$R_{\max} = \frac{f_n^2}{r_\epsilon} \times 125 \quad [\mu\text{m}] \quad \text{Gładkość powierzchni}$$

D_m	Średnica obrabiana (mm)
v_c	Prędkość skrawania (m/min)
n	Prędkość obrotowa (obr/min)
T_c	Czas obróbki (min)
Q	Ilość usuniętego materiału (cm ³ /min)
l_m	Długość powierzchni obrabianej (mm)
P_c	Zapotrzebowanie mocy (kW)
k_{c 0,4}	Siła skrawania dla wióra 0,4 mm (N/mm ²)
f_n	Posuw na obrót (mm/obr)
K_r	Kąt przystawienia (stopnie)
R_{max}	Max wysokość profilu nierówności (dla obliczeń gładkości pow.) (μm)
r_ε	Promień naroża płytki (mm)
a_p	Głębokość skrawania (mm)

Zastosowanie narzędzi do toczenia

Zalecane parametry skrawania

	Materiał	*	Twardość HB	NTP15	NTP25	NTP35	NTM25	NTM35	NTK05	NTK25
				Posuw (mm/obr)						
				0,1-0,8	0,15-0,8	0,2-1,0	0,2-0,6	0,2-0,6	0,1-0,4	0,5
				Prędkość skrawania (m/min)						
P	Stal węglowa konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia									
	C 0,2%	2000	135	430-230	380-185	280-150				
	C 0,4%	2100	180	385-200	370-175	245-90				
	C 0,7%	2180	230	150-80		200-70				
	Stal niskostopowa									
M	– wyżarzona / <i>annealed</i>	2100	180	350-170	300-150	180-90				
	– ulepszona / <i>hardened</i>	2775	300	220-110	185-100	135-90				
	Stal szybkotnąca		250	220-110	200-125	100-55				
	– wyżarzona									
	Staliwo									
K	– niestopowe	1800	200	240-130	215-115	120-65				
	– niskostopowe	2100	200	210-110	180-110	110-55				
	– wysokostopowe	2500	225	175-85	160-75	85-50				
	Stal nierdzewna									
	– ferrytyczno-martenzytyczna	2300	200				150-90	110-80		
N	– utwardzana wydzieleniowo	3500	330					60-40		
	– austenityczna	2450	180				120-80	100-80		
	Żeliwo szare	1100	180						350-210	225-110
	Żeliwo szare o wyższej wytrzymałości	1300	220						275-170	180-90
	Żeliwo sferoidalne ferrytyczne	1050	150						175-135	140-65
S	Miedź	600	60							
	Mosiądz	700	100							
	Brąz	1750	90							
	Stopy aluminium									
	– nie obrobione cieplnie	700	60							
H	– obrobione cieplnie	950	100							
	Stopy żaroodporne, stopy tytanu		250							

P
M
K

Stal
Stal nierdzewna
Żeliwo

N
S
H

Stopy nieżelazne, aluminium
Stopy żaroodporne, stopy tytanu
Materiały hartowane

HC – gatunek pokrywany (PVD, CVD)
HW – gatunek niepokrywany

Zastosowanie narzędzi do toczenia

Zalecane parametry skrawania

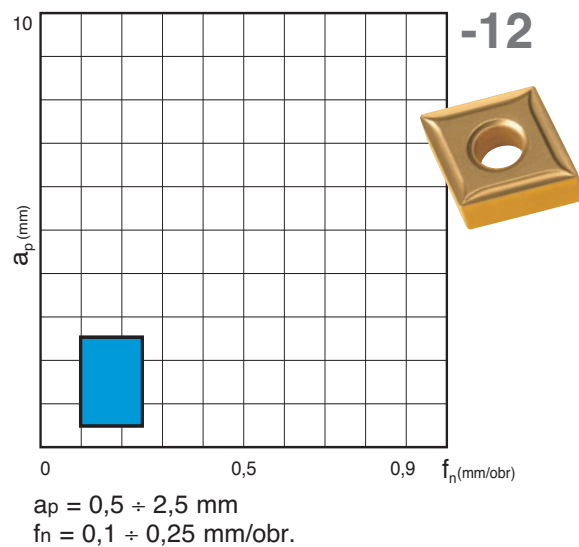
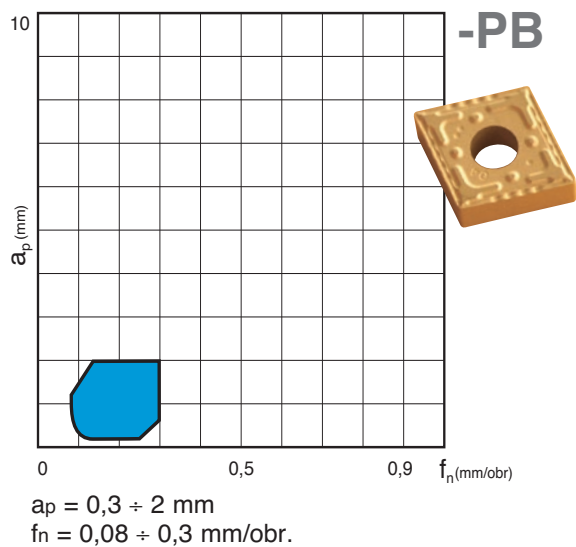
KX20	N325	N335	N435	S10S	S20S	SM25T	S30S	H10S	H20S	2003	N
Posuw (mm/obr)											
0,04-0,2	0,15-0,8	0,2-0,6	0,1-0,5	0,1-0,6	0,15-1,2	0,1-0,4	0,2-2,0	0,3	0,8	0,04-0,2	0,1-0,4
Prędkość skrawania (m/min)											
	380-200 370-180 250-150	280-200 250-120 200-90	230-110 200-90 180-70	380-200 310-150 250-120	300-200 250-90 200-80	280-180 220-90 170-60	220-70 190-60 150-50				
	300-170 180-100	250-100 150-100	180-90 130-60	250-120 170-80	200-80 110-50	150-80 100-40	150-50 90-30				
		120-70		120-50	100-40	90-40	90-30				
		150-80 120-60 90-50		155-120 155-110 125-90	150-70 110-50 90-40	140-70 90-40 60-35	140-50 95-40 70-40				
	180-110 90-50 160-100	160-110 70-45 150-100	150-70 110-50 130-70								
								210-80	95-60		
								170-60	70-40		
								165-60			
250-800								450-230	260-140	250-800	250-800
250-800								240-220	220-150	250-800	250-800
150-400								340-220	220-150	150-400	150-400
300-3000								2000-1200 550-300	1200-750 330-200	300-3000	300-3000
30-60										30-60	20-50

* wartość współczynnika Kc 0,4 N/mm²

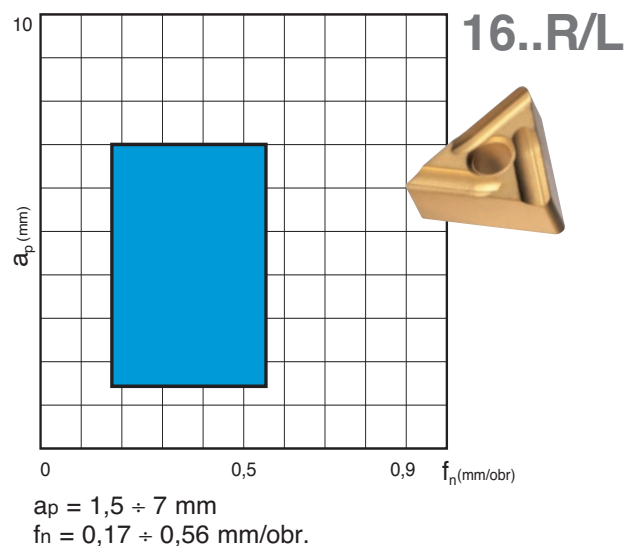
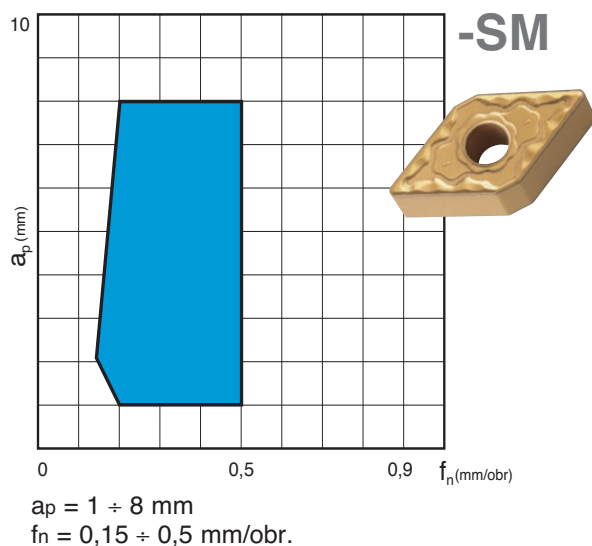
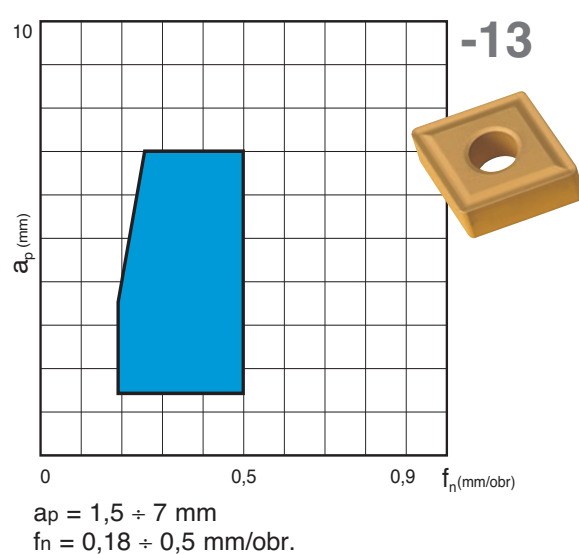
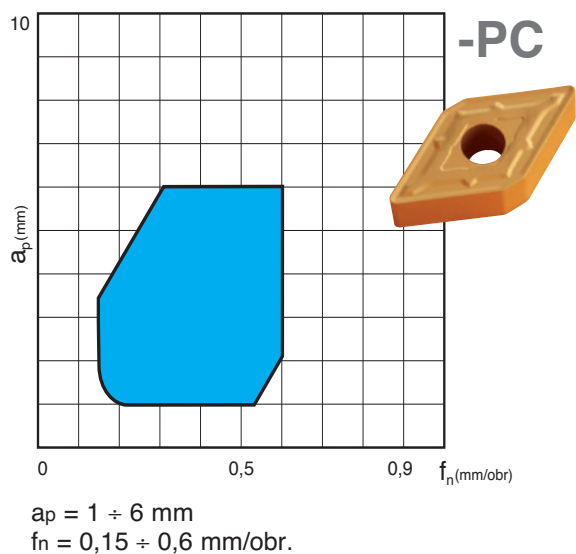
Zastosowanie narzędzi do toczenia

Zakresy łamania wióra łamaczy płytek wieloostrzowych

Stal zwykła – obróbka wykańczająca

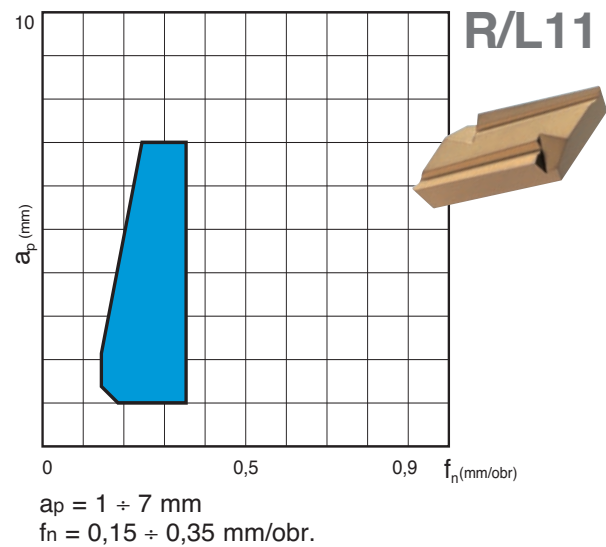
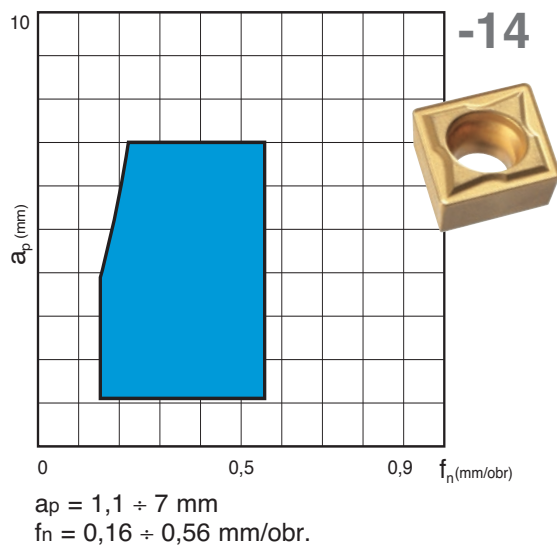
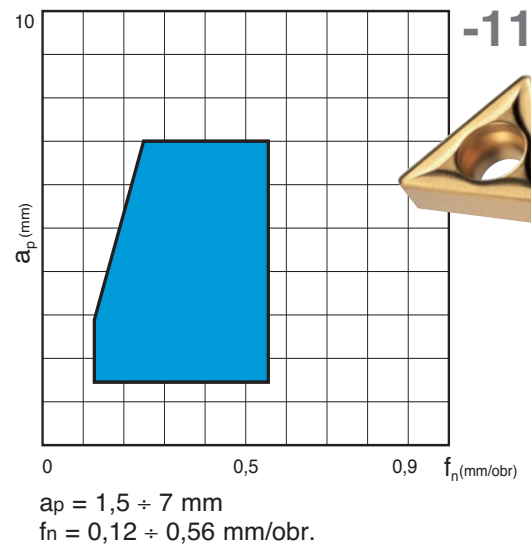
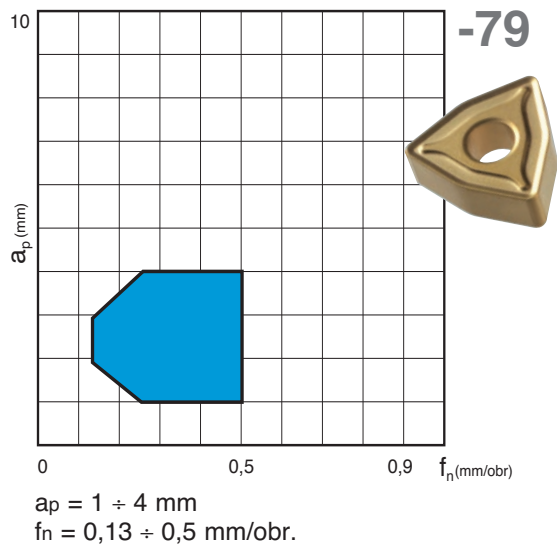


Stal zwykła – obróbka średniokładna



Zastosowanie narzędzi do toczenia

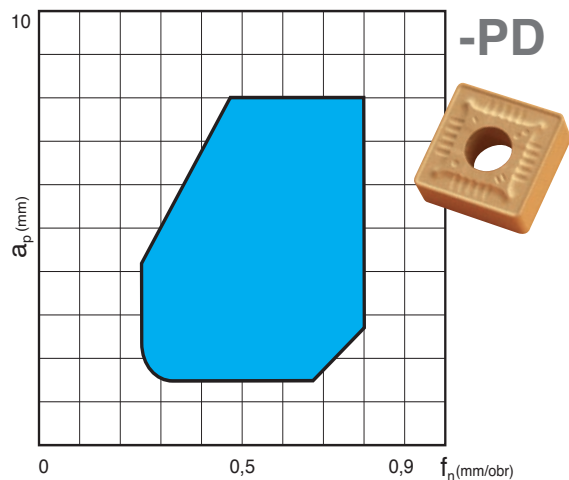
Zakresy łamania wióra łamaczy płytek wieloostrzowych



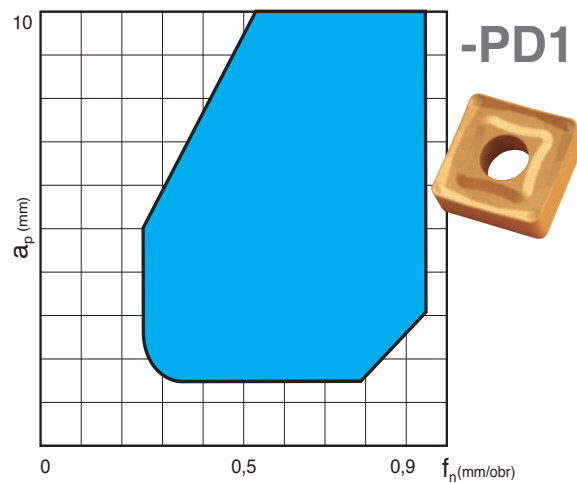
Zastosowanie narzędzi do toczenia

Zakresy łamania wióra łamaczy płytek wieloostrzowych

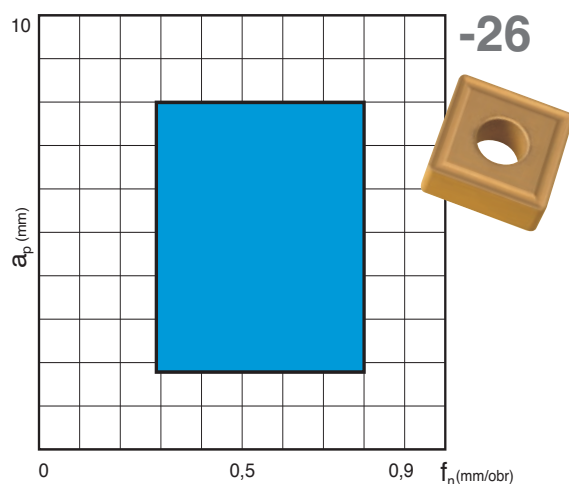
Stal zwykła – obróbka zgrubna i ciężka



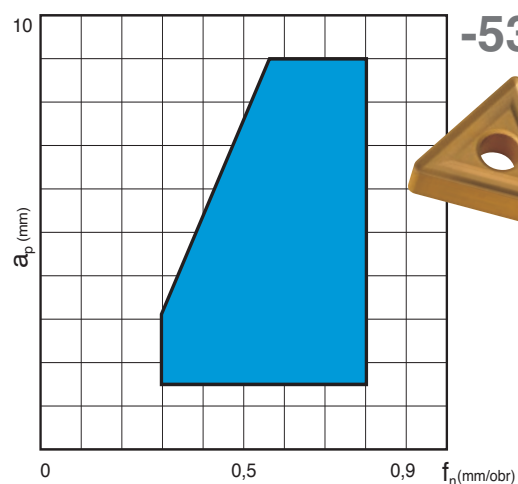
$a_p = 1,5 \div 8 \text{ mm}$
 $f_n = 0,25 \div 0,8 \text{ mm/obr.}$



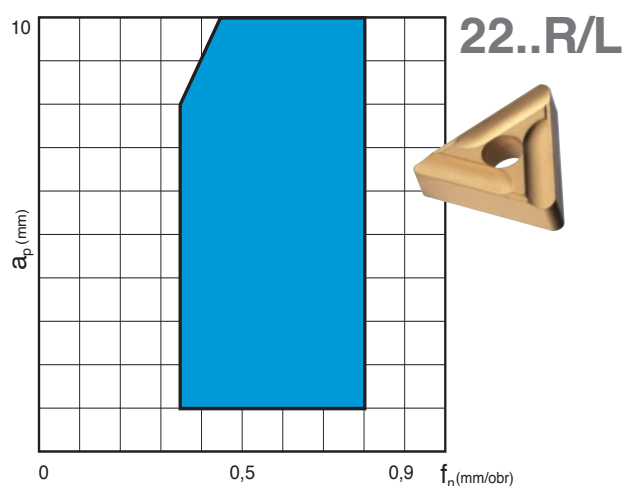
$a_p = 1,5 \div 10 \text{ mm}$
 $f_n = 0,25 \div 0,95 \text{ mm/obr.}$



$a_p = 1,8 \div 8 \text{ mm}$
 $f_n = 0,29 \div 0,8 \text{ mm/obr.}$



$a_p = 1,5 \div 9 \text{ mm}$
 $f_n = 0,3 \div 0,8 \text{ mm/obr.}$

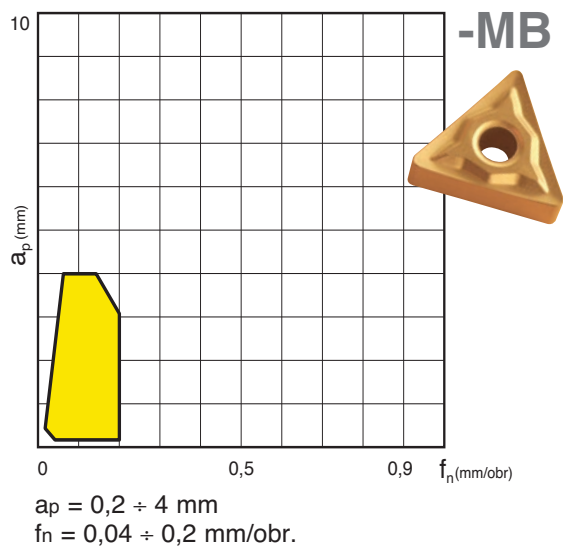


$a_p = 1 \div 10 \text{ mm}$
 $f_n = 0,34 \div 0,8 \text{ mm/obr.}$

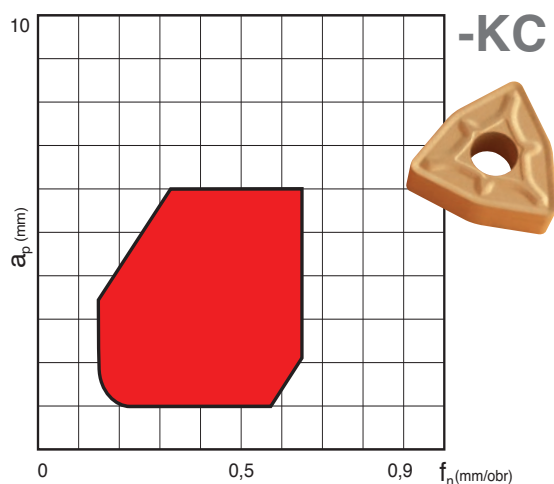
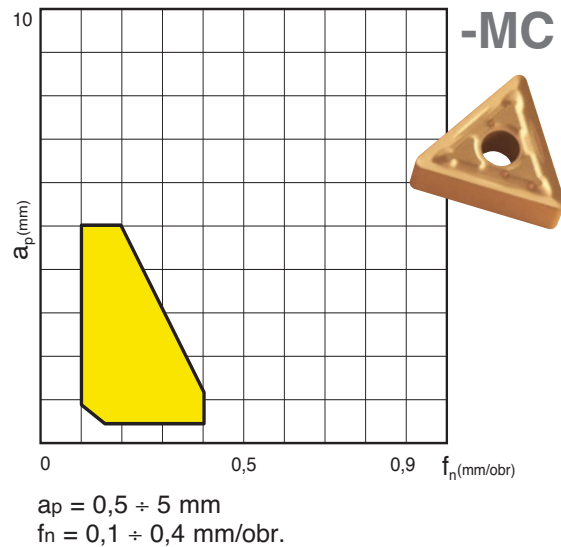
Zastosowanie narzędzi do toczenia

Zakresy łamania wióra łamaczy płytek wieloostrzowych

Stal nierdzewna – obróbka wykańczająca

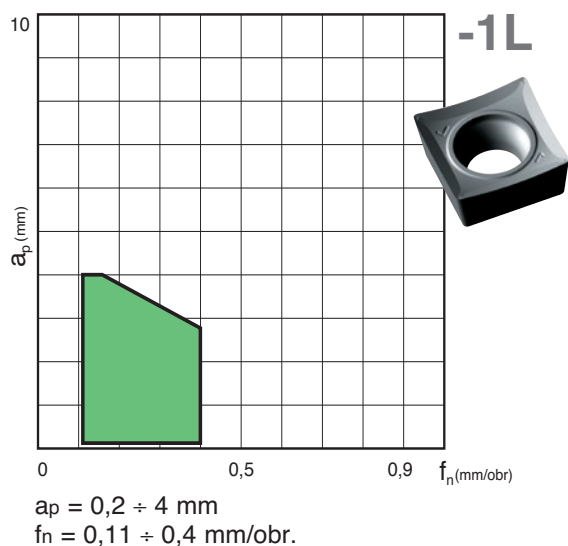


Stal nierdzewna – obróbka średniokładna

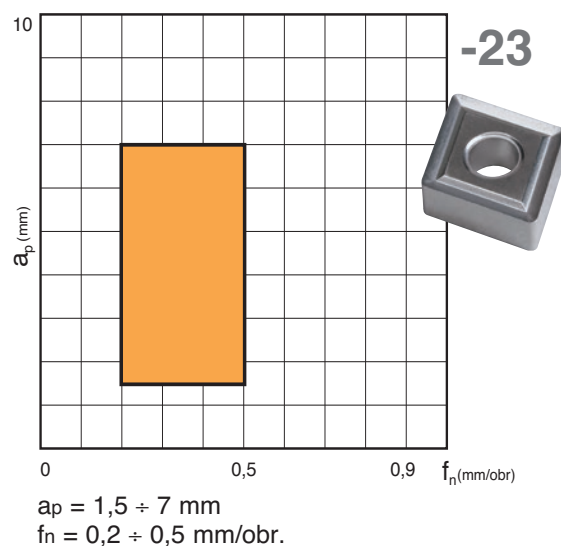


Żeliwo – obróbka średniokładna i zgrubna

Aluminium – obróbka wykańczająca i średniokładna



Stopy żaroodporne



P

W systemie mocowania **P** stosowane są płytki z otworem cylindrycznym z płaską powierzchnią natarcia lub z prasowanym łamaczem wiórów. Noże w tym systemie wykorzystywane są głównie w operacjach toczenia zewnętrznego (obróbka zgrubna i wykańczająca) oraz do wytaczania dużych otworów.

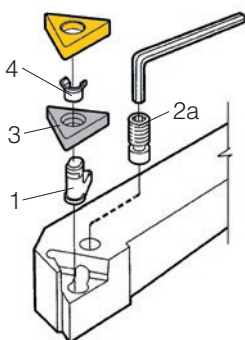
System mocowania **P** występuje w dwóch odmianach:

- płytki mocowane za pomocą klina (zastosowanie głównie do obróbki wykańczającej przy operacjach toczenia zewnętrznego i wytaczania),
- płytki mocowane za pomocą dźwigni (najlepszy wybór do obróbki zgrubnej przy toczeniu zewnętrznym i wytaczaniu oraz do obróbki wykańczającej).

P



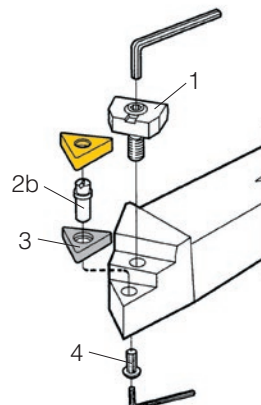
- 1 Dźwignia kątowa
2a Śruba
3 Płytki podporowa
4 Tuleja sprężysta



P



- 1 Klin
2b Kołek
3 Płytki podporowa
4 Śruba



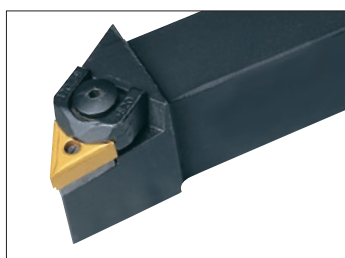
M

W systemie mocowania **M** stosowane są płytki z otworem cylindrycznym z płaską powierzchnią natarcia lub z prasowanym łamaczem wiórów. Noże w tym systemie wykorzystywane są głównie w operacjach toczenia zewnętrznego (obróbka zgrubna i wykańczająca) oraz do wytaczania dużych otworów.

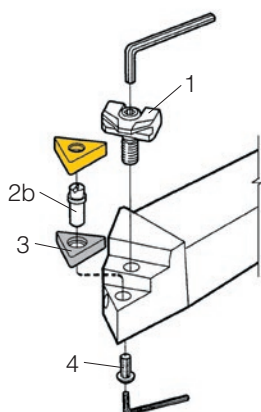
System mocowania **M** występuje w dwóch odmianach:

- płytki mocowane za pomocą klina z górnym dociskiem (do obróbki zgrubnej i wykańczającej przy toczeniu zewnętrznym),
- płytki mocowane za pomocą górnego elementu dociskowego (przeznaczona dla płytki VNMG do obróbki kształtowej).

M



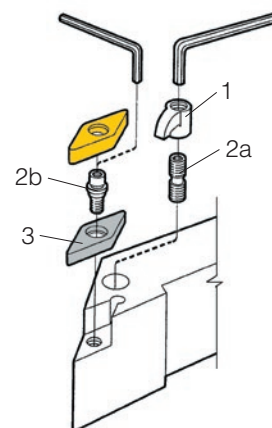
- 1 Klin z górnym dociskiem
- 2b Kołek
- 3 Płytki podporowa
- 4 Śruba



M



- 1 Górny element dociskowy
- 2a Śruba
- 2b Kołek
- 3 Płytki podporowa



F

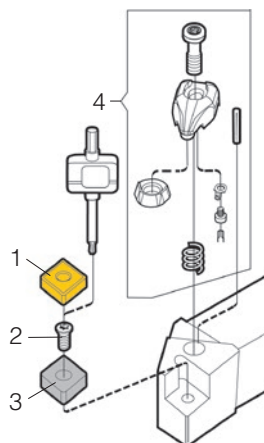
RC

System mocowania **RC** (Rigid Clamping) przeznaczony jest dla płytek z otworem cylindrycznym wykonanych z węgla spiekanego, ceramiki i CBN. Zapewnia stabilne i bezpieczne mocowanie płytki w gnieździe narzędzia oraz gwarantuje doskonałą powtarzalność położenia wierzchołka płytki, a tym samym utrzymanie wąskich tolerancji wykonania detalu. Zalecany szczególnie w przypadku obróbki materiałów i operacji którym towarzyszą duże i zmienne siły skrawania.

RC



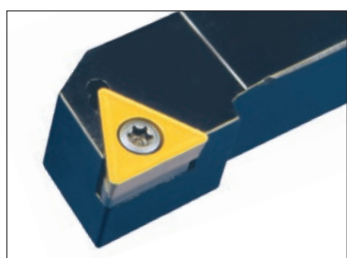
- 1 Płytką
- 2 Śruba podkładki
- 3 Płytką podporowa
- 4 Zestaw mocujący



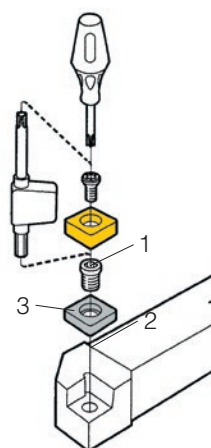
S

System mocowania **S** przeznaczony jest dla płytek z otworem stożkowo-łukowym. Bardzo duża dokładność mocowania płytki w gnieździe oprawki pozwala na stosowanie noży do obróbki wykańczającej zarówno przy toczeniu, jak i przy wytaczaniu otworów.

System ten stosowany jest głównie dla płytek i noży małogabarytowych, dlatego zalecany jest do maszyn z niedużą przestrzenią roboczą (np. maszyny CNC, automaty tokarskie itp.).

S

- 1 Śruba płytki
- 2 Śruba podkładki
- 3 Płytki podporowa



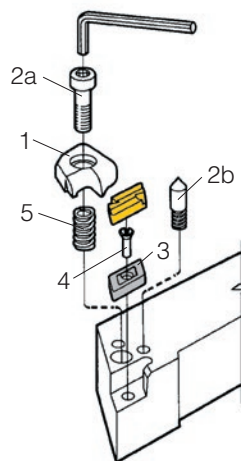
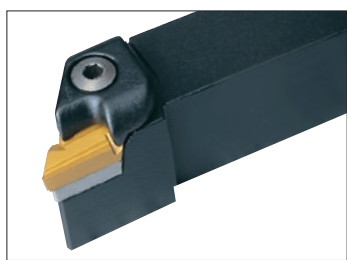
C

System mocowania **C** przeznaczony jest dla płytek bezotworowych. Noże tokarskie w tym systemie posiadają dwa rodzaje geometrii gniazda płytki:

- dodatnią dla płytek z pozytywnym kątem przyłożenia $\alpha_n = 11^\circ$ (SPUN, TPUN itd.),
- ujemną dla płytek z kątem przyłożenia $\alpha_n = 0^\circ$.

Narzędzia z geometrią dodatnią przeznaczone są do obróbki wykańczającej oraz do toczenia detali o małym przekroju z tendencją do tworzenia drgań. Noże z ujemną geometrią znajdują zastosowanie do obróbki zgrubej.

Odmianą systemu **C** jest oprawka nożowa dla płytki KNUX przeznaczona głównie do obróbki kształtowej. Może być również stosowana do operacji wytaczania.

C

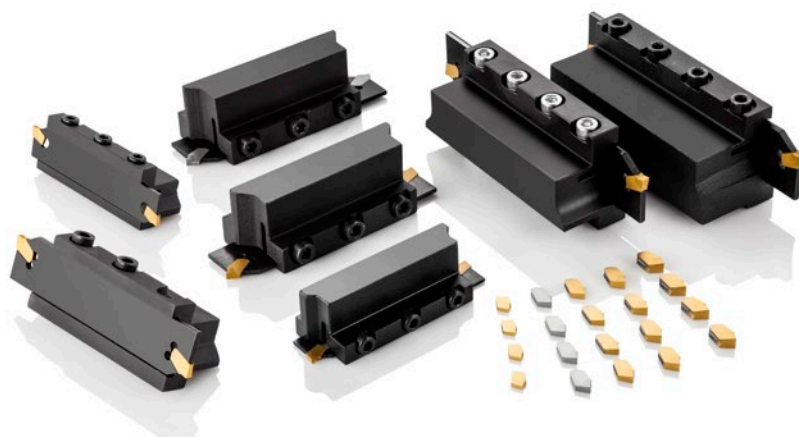
- 1 Docisk
- 2a Śruba
- 2b Kulek ze sprężyną
- 3 Płytką podporowa
- 4 Tuleja sprężysta
- 5 Sprężyna

Zastosowanie narzędzi do przecinania

Przecinaki listwowe stosowane są do przecinania materiałów o zróżnicowanej twardości: stali, staliwa, żeliwa. W skład narzędzia wchodzi:

- listwa,
- imak blokowy,
- płytki z węgla spiekanego.

Nowoczesna konstrukcja listwy oraz zastosowanie specjalnego stopera, zapobiega nadmiernemu wsuwaniu się płytki do gniazda listwy, co znacznie podnosi jej efektywność i wydajność pracy, chroniąc zarazem przed zbyt szybkim zużyciem.



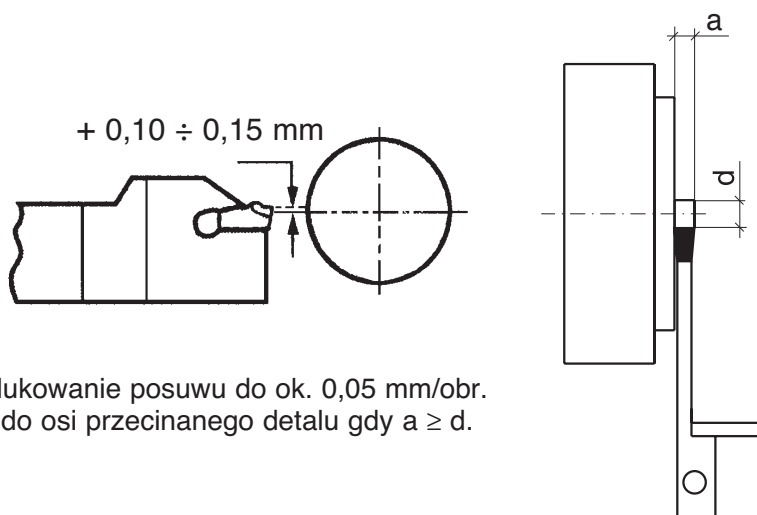
Uwagi praktyczne:

- płytkę należy zamontować w gnieździe przy użyciu plastikowego młotka,
- jako minimalny należy przyjąć posuw, przy którym uzyskuje się wiór spiralny,
- zalecaną głębokość wcinania określa się wzorem:

$$a_p = 7 \times a$$

gdzie: a_p - głębokość wcięcia
 a - szerokość płytki

- przy przecinaniu pełnych prętów krawędź ostrza płytki skrawającej powinna znajdować się $0,10 \div 0,15$ mm ponad osią obrabianego materiału,



- zalecane jest zredukowanie posuwu do ok. $0,05$ mm/obr. przy zbliżaniu się do osi przecinanego detalu gdy $a \geq d$.

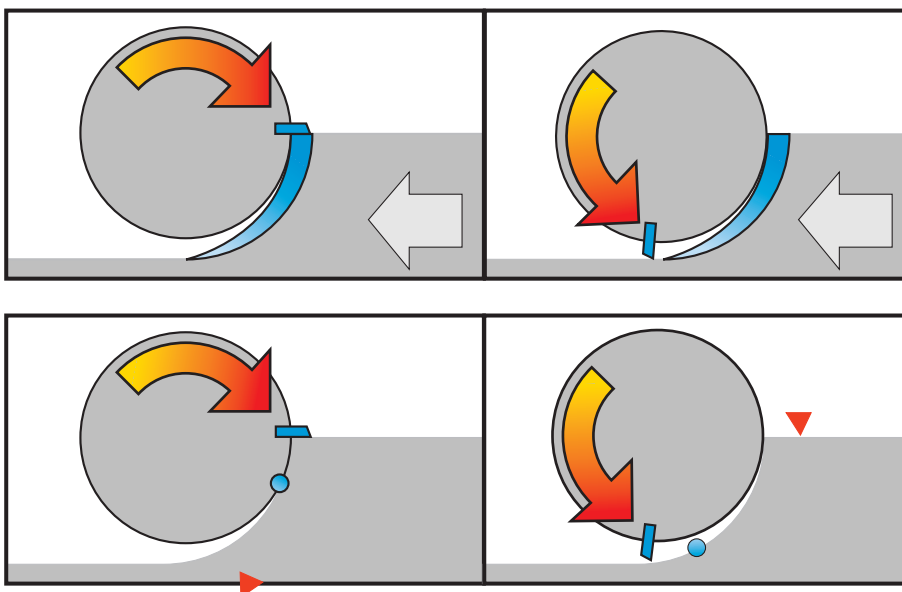
Frezowanie współbieżne i przeciwbieżne

Frezowanie przeciwbieżne (rys. 1) charakteryzuje się tym, że przedmiot obrabiany wykonuje ruch posuwowy w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów freza. Grubość warstwy skrawanej rośnie od wartości 0 przy wejściu ostrza w materiał do wartości równej zadanemu posuwowi fz. Jest to zjawisko niekorzystne z kilku powodów:

- na początku płytka zamiast skrawać, nagniata materiał utwardzając go,
- tworzy się wysoka temperatura spowodowana tarcim płytki o materiał obrabiany,
- narzędzie ma tendencję do „odrywania” materiału obrabianego od stołu obrabiarki, co wiąże się z koniecznością stosowania bardzo pewnego mocowania.

Wyżej wymienione wady powodują szybsze zużywanie się płytki wieloostrowej, a tym samym obniżają efektywność obróbki. Ten rodzaj frezowania zalecany jest do obróbki dokładnej oraz powinien być stosowany na obrabiarkach pozbawionych możliwości dokładnej kasacji luzów wzdłużnych stołu frezarki.

Frezowanie współbieżne (rys. 2) charakteryzuje się tym, że przedmiot obrabiany wykonuje ruch posuwowy w kierunku zgodnym z ruchem obrotowym freza. Grubość warstwy skrawanej maleje od zadanej wartości fz do 0 w związku z czym nie występują problemy opisane w metodzie przeciwbieżnej. Dlatego frezowanie współbieżne zalecane jest do większości operacji frezerskich, przy czym może być stosowane tylko na obrabiarkach, na których istnieje możliwość prawidłowej kasacji luzów wzdłużnych stołu.



Rys. 2

Rys. 1

Dobór głowicy frezowej

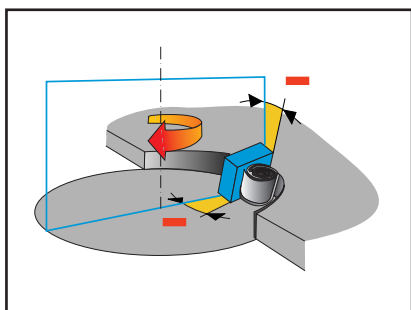
Na prawidłowy przebieg procesu frezowania ma wpływ m.in. odpowiedni dobór głowicy frezowej. Poniżej podajemy kilka informacji, które powinny Państwu ułatwić podjęcie decyzji:

Wyróżniamy dwa podstawowe typy głowic:

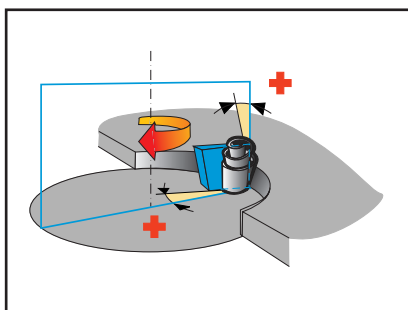
- głowice drobnoostrzowe –
stosowane są do obróbki żeliwa i średniodokładnej obróbki stali,
- głowice zwykłe –
stosowane są do obróbki zgrubnej i dokładnej stali oraz w przypadkach, gdy tendencje do powstawania drgań zagrażają pozytywnemu wynikowi obróbki.

Głowice charakteryzują się następującymi rodzajami geometrii:

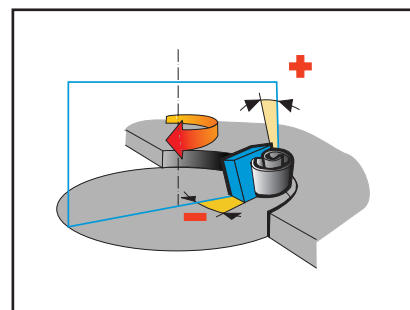
- głowica podwójnie negatywna (kąty natarcia γ_f promieniowy i γ_p osiowy są ujemne - patrz rys. 3) – przeznaczona jest dla płytek z zerowym kątem przyłożenia. **Zaleca się stosowanie do obróbki twardych materiałów.**
- głowica podwójnie pozytywna (kąty γ_f i γ_p dodatnie - patrz rys. 4) - **zalecana jest do obróbki detali kruchych, niestabilnych i mających tendencje do utwardzania się w czasie obróbki.** Ponadto przydatna jest do obrabiarek małej mocy.
- głowica pozytywno-negatywna (kąt γ_p dodatni, kąt γ_f ujemny - patrz rys. 5) - **zalecana jest do frezowania z dużymi głębokościami skrawania oraz do frezowania wgłębnego.**



Rys. 3



Rys. 4



Rys. 5

Zastosowanie narzędzi do frezowania

Zasady doboru parametrów skrawania

Oprócz kątów natarcia istotnym kątem w geometrii głowicy jest również kąt przystawienia κ_r :

- głowice z kątem $\kappa_r = 90^\circ$ stosowane powinny być głównie do frezowania walcowo-czołowego. Ponadto zaleca się stosowanie ich do obróbki długich i cienkich detali,
- głowice z kątem $\kappa_r = 75^\circ$ zaleca się stosować do frezowania zgrubnego i dokładnego,
- głowice z kątem $\kappa_r = 45^\circ$ znajdują zastosowanie głównie przy obróbce detali mających tendencje do drgań, na maszynach o małej mocy oraz gdy występuje konieczność pracy na przedłużonym trzpieniu,
- głowice z płytkami okrągłymi (κ_r zmienne w zależności od głębokości skrawania) znajdują zastosowanie do obróbki zgrubnej twardych materiałów.

Dobierając średnicę głowicy należy pamiętać o zasadzie, że powinna być ona 1,2-1,5 razy większa od szerokości materiału obrabianego. Przy obróbce szerokich powierzchni najlepsze wyniki osiąga się ustawiając głowicę tak, aby szerokość skrawania była równa 75% średnicy narzędzia.

Podstawowe wzory do obliczania parametrów skrawania przy frezowaniu:

$V_c = \frac{\pi \times D_c \times n}{1000}$	[m/min]	Prędkość skrawania	D_c – Średnica głowicy frezowej [mm]
$V_f = f_z \times z \times n$	[mm/min]	Posuw minutowy	n – obroty wrzeciona
$f_z = \frac{V_f}{n \times z}$	[mm/z]	Posuw na ostrze	v_f – posuw minutowy
$f_n = \frac{V_f}{n}$	[mm/obr]	Posuw na obrót	a_p – osiowa głębokość skrawania [mm]
$P = \frac{a_p \times a_e \times v_f}{1000 \times Q_p}$	[kW]	Moc	a_e – promieniowa głębokość skrawania [mm]
$h_m = f_z \times a_p$	[mm]	Średnia grubość wióra	Q_p – współczynnik zależny od rodzaju materiału obrabianego [cm ³ /min kW] (patrz tabela)

Zastosowanie narzędzi do frezowania

Zasady doboru parametrów skrawania

Dobierając parametry skrawania należy pamiętać że:

- parametry podane w tabelach odpowiadają piętnastominutowej trwałości ostrza
- średnia grubość wióra h_m nie powinna być mniejsza niż 0,1 mm, a przy zastosowaniu głowicy z $\kappa_r = 45^\circ$ – 0,15 mm.

Wartości współczynnika Q_p do obliczania mocy skrawania

Materiał		Twardość HB	Q_p cm ³ /min kW
Stal węglowa	C < 0,25%	125	25
	C < 0,8%	150	23
	C < 1,4%	250	21
Stal niskostopowa	wyżarzona	125-200	21
	ulepszona	200-450	17
Stal wysokostopowa	wyżarzona	150-250	19
	ulepszona	250-500	17
Stal nierdzewna	ferrytyczna, martenzytyczna	175-225	19
	austenityczna	150-200	17
Staliwo	niestopowe	225	27
	niskostopowe	150-250	24
	wysokostopowe	150-300	21
Stal ulepszona		> 50 HRC	10
Żeliwo ciągliwe	krótki wiór	110-145	31
	długi wiór	200-250	34
Żeliwo szare	niskociągliwe	150-225	49
	wysokociągliwe	200-300	38
Żeliwo sferoidalne	ferrytyczne	125-200	45
	perlityczne	200-300	31
Żeliwo białe		40-60 HRC	14
Stopy aluminium		100	82

Zastosowanie narzędzi do frezowania

Zalecane parametry skrawania

	Materiał	Twardość HB	NMP20	NMK20	NMK30	N210	N250	N300	N350
			Posuw (mm/ząb)						
			0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,4	0,1-0,3	0,1-0,4
			Prędkość skrawania (m/min)						
P	Stal węglowa konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia								
	C 0,2%	135	330-230				280-200		250-150
	C 0,4%	180	300-200				240-150		200-100
	C 0,7%	230	240-150			150-90	190-110		150-90
	Stal niskostopowa								
	– wyżarzona	180	230-150			180-90	200-120		180-90
M	– ulepszona	300	120-80			100-70	100-80		100-70
	Staliwo								
	– niestopowe	200	240-150			200-100	220-120		200-100
	– niskostopowe	200	185-120			150-90	160-100		150-90
	Stal nierdzewna								
	– ferrytyczno-martenzytyczna	200					160-120	190-140	
K	– utwardzana wydzieleniowo	330					80-60	100-80	
	– austenityczna	200					140-120	170-140	140-120
	Żeliwo szare	180		270-160	240-120	280-180			
	Żeliwo szare o wyższej wytrzymałości	200		200-110	180-90	220-120			
	Żeliwo sferoidalne ferrytyczne	150		160-100	140-80	180-100			
	Miedź i stopy	60				220-120			
N	Stopy aluminium	110				1800-400			
	Stopy żaroodporne, stopy tytanu	250							
S									
H	Stal hartowana (45-55 HRc)								
	Żeliwo					180-100			



Stal

Stal nierdzewna

Żeliwo



Stopy nieżelazne, aluminium

Stopy żaroodporne, stopy tytanu

Materiały hartowane

HC – gatunek pokrywany (PVD, CVD)

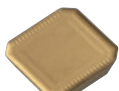
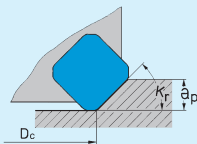
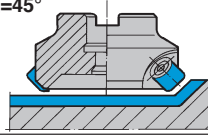
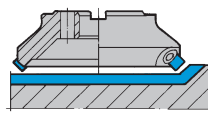
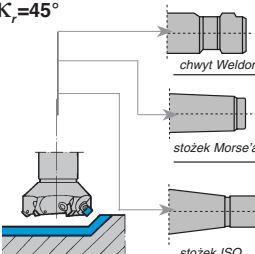
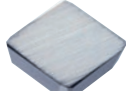
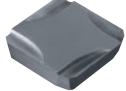
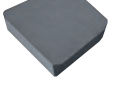
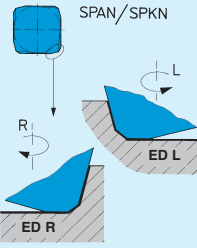
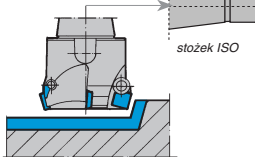
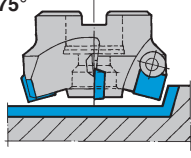
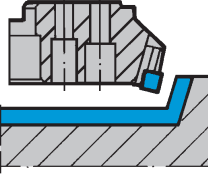
HW – gatunek niepokrywany

Zastosowanie narzędzi do frezowania

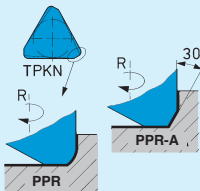
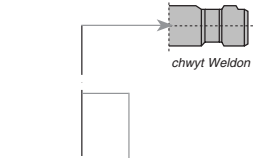
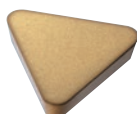
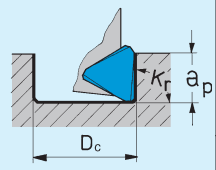
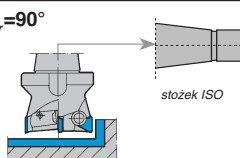
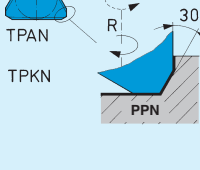
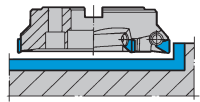
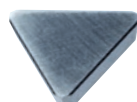
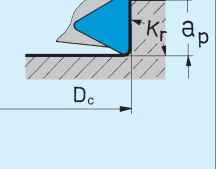
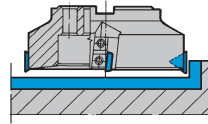
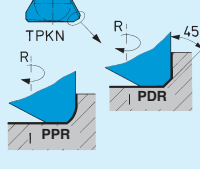
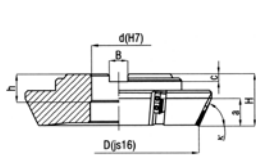
Zalecane parametry skrawania

SM25T	H10S	H15X	H20S	N	OR5000	5020	5135	5040	2003	5005
Posuw (mm/ząb)										
0,1-0,4	0,1-0,4	0,1-0,4	0,1-0,4	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,2	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,05-0,2
Prędkość skrawania (m/min)										
200-120 150-90 120-70					240-150 200-130 170-100	375-280 335-250	240-150 200-130 170-100	290-180 240-160	365-270	410-305
130-70 100-60					190-125 125-80	260-190 180-135	190-125 125-80	230-150 150-100		280-210 200-150
170-95 130-80					130-70 110-60		130-70 110-60			
135-110		50-80			140-80 120-60	250-180 235-170	140-80 120-60	175-100 155-100		275-200 250-185
	165-90	150-85	110-70	115-65					240-175	
	120-70	110-70	90-50	100-65					220-165	
	110-70	100-60	70-50	75-45					200-150	
	200-100								200-150	
	1800-400			1800-300					2000-300	
				40-25		75-55			70-55	
										50-30 80-75

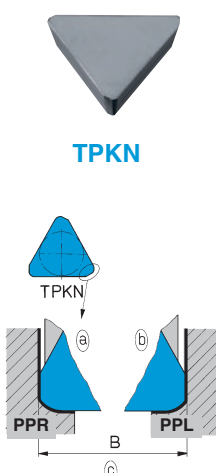
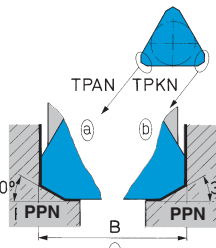
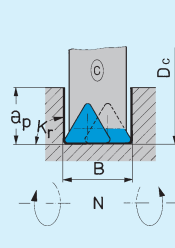
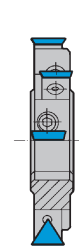
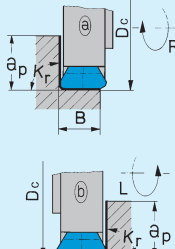
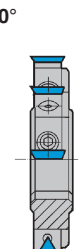
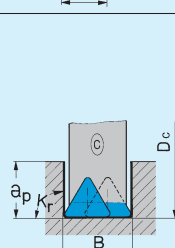
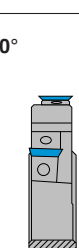
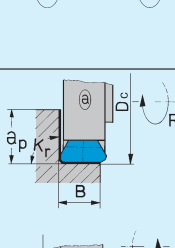
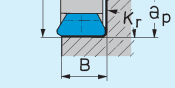
Zastosowanie płytek do frezowania w narzędziach innych producentów

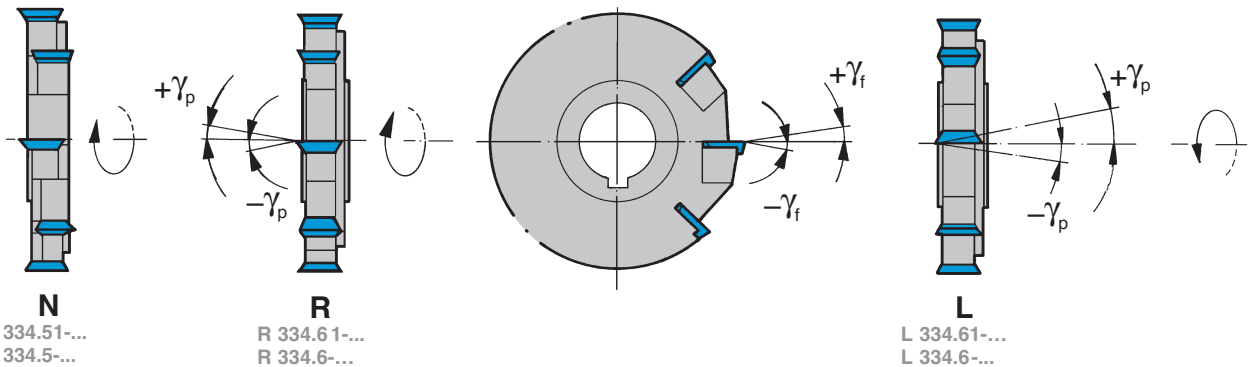
Płytki	Długość boku płytki	Zastosowanie	a_p max.	D_c ($\varnothing$)	Oznaczenie	Ilość ostrzy	Geometria narzędzia				
 SEAN / SEKN 1203..  SEKR  220.13-621-12¹⁾ -624-15²⁾	12.70		6.0	$K_r=45^\circ$ 40 ↓ 63	 220.130 -40-1 -50-1 -63-1	3 4 5	$\gamma_p = +20^\circ$ $\gamma_f = -9^\circ$				
	15.875		6.0	$K_r=45^\circ$ 63 ↓ 200 80 ↓ 250	 220.130 -063³⁾ -080 ³⁾ -100 ³⁾ -125 ³⁾ -160 ³⁾ -200 ³⁾ 220.130 -080-15²⁾ -100-15 ²⁾ -125-15 ²⁾ -160-15 ²⁾ -200-15 ²⁾ -250-15 ²⁾	5 6 7 8 5 6 7 8 9	$\gamma_p = +20^\circ$ $\gamma_f = -9^\circ$				
	12.70		6.0	$K_r=45^\circ$ 40 ↓ 63 40 ↓ 63 40 ↓ 80	 chwyt Weldon stożek Morse'a stożek ISO 215.130 -3240.3³⁾ -3250.3 ³⁾ -3263.3 ³⁾ 215.130 -4040.2¹⁾ -4050.2 ¹⁾ -5063.2 ¹⁾ 215.130 -3040.5¹⁾ -3050.5 ¹⁾ -4063.5 ¹⁾ -4080.5 ¹⁾	3 4 5 3 4 5 3 4 5 6	$\gamma_p = +20^\circ$ $\gamma_f = -9^\circ$				
	 SPAN / SPKN  SPKR  SPKR...-PR1  SPGN / SPUN  LPKN		12.70		9.0	$K_r=75^\circ$ 50 ↓ 80	 stożek ISO 215.27 -3050.5 -4063.5 -4080.5	3 4 5	$\gamma_p = +4^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$		
12.70		9.0	$K_r=75^\circ$ 50 ↓ 80		 220.27 -050 -063 -080	3 4 5	$\gamma_p = +4^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$				
12.70		9.0	$K_r=75^\circ$ 80 ↓ 500 125 ↓ 500		 R/L 257.1-080-10 -100-10 -125-10 -160-10 -200-10 -250-10 -315-10 -400-10 -500-10 R/L 257.1-125-20 -160-20 -200-20 -250-20 -315-20 -400-20 -500-20 R/L 257.20-125 -160 -200 -250 -315 -400 -500	6 8 10 12 16 20 26 34 8 10 12 16 20 26 34 12 14 18 24 30 38 50	$\gamma_p = +7^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$				
15.875						12.0					
12.70						9.0					

Zastosowanie płytek do frezowania w narzędziach innych producentów

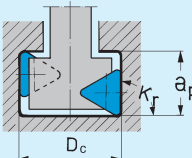
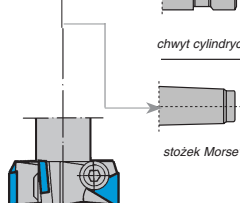
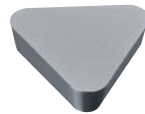
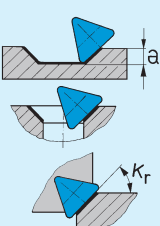
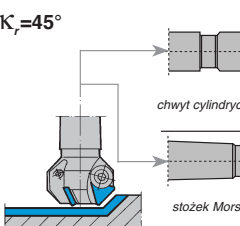
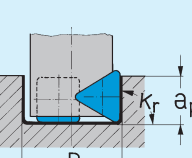
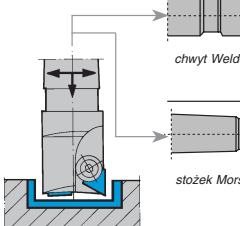
Płytki	Długość boku płytki	Zastosowanie	a_p max.	D_c (2)	Oznaczenie	Ilość ostrzy	Geometria narzędzia
 TPKN	11.0		9.0	12	$K_r=90^\circ$ 	1	$\gamma_p = 0^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$
	16.5		14.5	50		2	
	11.0		9.0	16		3	
	16.5		14.5	50		1	
 TPGN / TPUN	16.5		14.5	40	$K_r=90^\circ$ 	3	$\gamma_p = 0^\circ$
	16.5		14.5	80		4	
	16.5		14.5	40		5	
	16.5		14.5	63		3	
 175.11-624¹⁾	22.0		20.0	200	$K_r=90^\circ$ 	8	$\gamma_p = 0^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$
	22.0		20.0	315		10	
	22.0		20.0	125		12	
	22.0		20.0	125		16	
 TPAN / TPKN	22.0		20.0	125	$K_r=90^\circ$ 	8	$\gamma_p = +5^\circ$ $\gamma_f = +3^\circ$
	22.0		20.0	125		10	
	22.0		20.0	125		12	
	22.0		20.0	125		16	
 TPKR..-PR1	22.0		20.0	125		8	$\gamma_p = 0^\circ$ $\gamma_f = 0^\circ$
	22.0		20.0	125		10	
	22.0		20.0	125		12	
	22.0		20.0	125		16	

Zastosowanie płytek do frezowania w narzędziach innych producentów

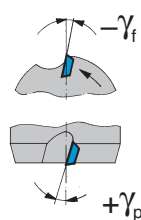
Płytki	Długość boku płytki	Zastosowanie	a_p max.	D_c (2)	Oznaczenie		Ilość ostrzy	Geometria narzędzia				
TPKN  TPGN / TPUN  TPAN / TPKN 	11.0		25	100	$K_r=90^\circ$		334.51 -1012÷16	10	$\gamma_p = +4^\circ$			
	16.5		30	125				12	$\gamma_i = 0^\circ$			
			50	160				16	$\gamma_p = +5^\circ$			
			25	100				334.51 -1018÷25		8	$\gamma_i = 0^\circ$	
			30	125						10	$\gamma_p = +5^\circ$	
			50	160						12	$\gamma_i = 0^\circ$	
			60	200						14		
			80	250						16		
			100	315						20		
	16.5		25	100	$K_r=90^\circ$		R/L 334.61 -100			8	$\gamma_p = +5^\circ$	
			30	125						10	$\gamma_i = 0^\circ$	
			50	160				12				
60			200	14								
80			250	16								
100			315	20								
16.5		25	100	$K_r=90^\circ$		334.5 -1018÷25	6	$\gamma_p = +5^\circ$				
		25	100				8 ^{a)}	$\gamma_i = 0^\circ$				
		30	125				8					
		30	125				10 ^{a)}					
		50	160				12					
		60	200				14					
		80	250				16					
		100	315				20					
		16.5					25	100	$K_r=90^\circ$		R/L 334.6 -100	6
	25			100	8 ^{a)}	$\gamma_i = 0^\circ$						
	30			125	8							
	16.5	14.5		30	125	$K_r=90^\circ$		R/L 334.6 -100	8			
30				125	10 ^{a)}							
50				160	12							
60				200	14							
80				250	16							
100				315	20							
16.5			25	100	$K_r=90^\circ$		R/L 334.6 -100	6				
			25	100				8 ^{a)}				
			30	125				8				
			30	125				10 ^{a)}				
			50	160				12				
			60	200				14				
16.5		80	250	$K_r=90^\circ$		R/L 334.6 -100	16					
		100	315				20					
		25	100				16					
		25	100				12					
		30	125				14					
		30	125				16					



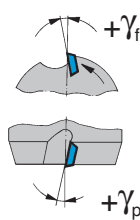
Zastosowanie płytek do frezowania w narzędziach innych producentów

Płytki			Długość boku płytki	Zastosowanie	a_p max.	D_c (2)	Oznaczenie	Ilość ostrzy	Geometria narzędzia
 TPGN TPUN TPMR			11.0	 a_p D_c K_r	14	32	$K_r=90^\circ$  chwyt cylindryczny stożek Morse'a	2	$\gamma_p = +3^\circ$
			16.5		17.6	60		4	
			11.0		22	32		2	
			16.5		17.6	60		4	
			22.0		22	95		4	
			33.0		28	95		4	
 TPGN / TPUN			16.5	 a_p K_r	9.0	5÷22	$K_r=45^\circ$  chwyt cylindryczny stożek Morse'a	1	$\gamma_p = 0^\circ$
						20÷38		3	
						5÷22		1	
						20÷38		3	
 TPGN TPUN SPGN SPUN			9.525	 a_p D_c K_r	9.0	22	$K_r=90^\circ$  chwyt Weldon stożek Morse'a	1+1	$\gamma_p = 0^\circ$
			12.70		14.5	40		1+1	
			15.875		14.5	40		1+1	
			19.05		20.0	40		1+1	
			9.525		9.0	22		1+1	
			12.70		14.5	40		1+1	
			15.875		14.5	40		1+1	
			19.05		20.0	40		1+1	
			9.525		9.0	22		1+1	
			12.70		14.5	40		1+1	
			15.875		14.5	40		1+1	
			19.05		20.0	40		1+1	

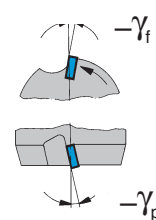
Odmianny geometrii ostrza głowic frezowych:



Poz.
220.130-...
220.139-...

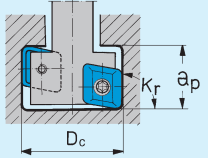
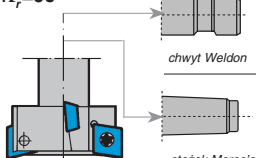
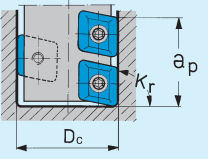
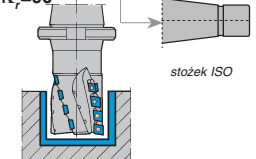
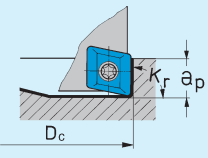
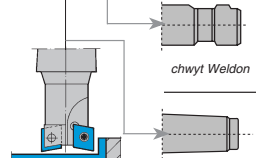
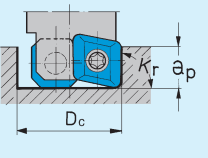
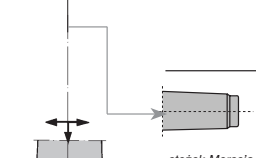


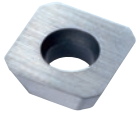
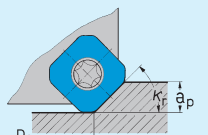
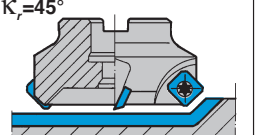
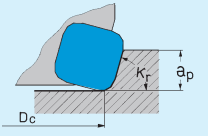
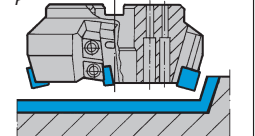
Poz.
259.1-...



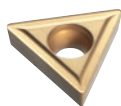
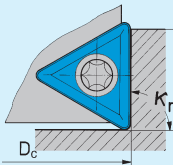
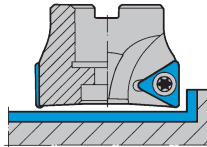
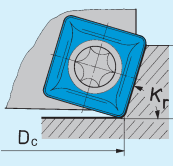
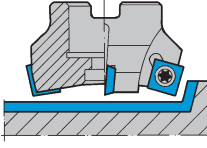
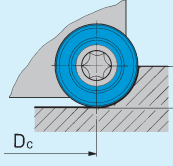
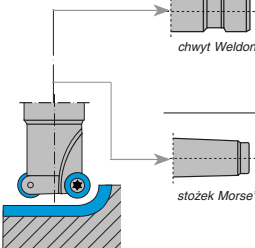
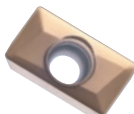
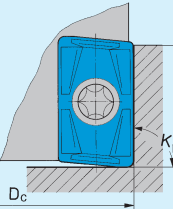
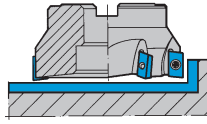
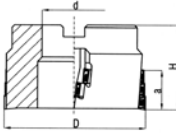
Neg.
257.12-...

Zastosowanie płytek do frezowania w narzędziach innych producentów

Płytki	Długość boku płytki	Zastosowanie	a_p max.	D_c ($\varnothing$)	Oznaczenie	Ilość ostrzy	Geometria narzędzia
 CCMX	6.4		11	25	$K_r=90^\circ$  chwyt Weldon stożek Morse'a	2	$\gamma_p = +2^\circ$ $\gamma_f = -4^\circ$
	8.1		14	25		4	
	9.7		18	50		2	
	12.9		22	50		4	
	6.4		11	25		2	
	8.1		14	25		4	
	9.7		18	50		2	
	12.9		22	50		4	
	8.1		32	32	$K_r=90^\circ$  stożek ISO	12	geometria zmienna
	12.9		48	32		16	
			48	32		4	
			60	32		16	
			72	32		20	
			78	32		24	
			97	32		5	
	6.4		5.0	12	$K_r=90^\circ$  chwyt Weldon stożek Morse'a	1	$\gamma_p = +2^\circ$ $\gamma_f = -11^\circ \div -5^\circ$
	8.1		7.0	12		2	
	9.7		8.0	32		3	
	6.4		5.0	16		2	
	8.1		7.0	16		3	
	9.7		8.0	32		3	
 CCMX	6.4		5.0	12	$K_r=90^\circ$  chwyt Weldon stożek Morse'a	1	$\gamma_p = +2^\circ$ $\gamma_f = -10^\circ \div -5^\circ$
	8.1		5.0	12		1	
	9.7		7.0	12		1	
	9.7		7.0	12		1	
	9.7		8.0	12		1	
	9.7		8.0	12		1	
	12.9		11.0	40		1	
	12.9		11.0	40		1	
	12.9		11.0	40		1	
	12.9		11.0	40		1	
	12.9		11.0	40		1	
	12.9		11.0	40		1	
	12.9		11.0	40		1	
	12.9		11.0	40		1	
	12.9		11.0	40		1	

Płytki	Długość boku płytki	Zastosowanie	a_p <i>max</i>	D_c ($\varnothing$)	Oznaczenie	Ilość ostrzy	Geometria narzędzia	
 SEHX	12.70		6.0	50 ↓ 160	$K_r=45^\circ$ 	220.139 -050 -063 -080 -100 -125 160	$\gamma_p = +20^\circ$ $\gamma_f = -9^\circ$	
 SNKN	12.70		9.0	100 ↓ 500	$K_r=75^\circ$ 	R/L 257.12 -100	6	$\gamma_p = -8^\circ$ $\gamma_f = -6^\circ 30'$
 SNGN  SNUN	-125					8		
	-160					10		
	-200					12		
	-250					16		
	-315					20		
	-400					26		
	500					34		

Zastosowanie płytek do frezowania w narzędziach innych producentów

Płytki	Długość boku płytki	Zastosowanie	a_p max.	D_c ($\varnothing$)	Oznaczenie	Ilość ostrzy	Geometria narzędzia	
 TCMT	16.5		14.5	40 ↓ 80	$K_r=90^\circ$ 	220.179 -040 -050 -063 -080	3 4	$\gamma_p = +4^\circ$ $\gamma_f = -5^\circ$ $\div 0^\circ$
	22.0		20					
 SCMT	12.70		9.0	50 ↓ 80	$K_r=75^\circ$ 	220.279 -050 -063 -080	4 5	
 RPHT	8,0		4,0	12 ↓ 40		217.299 -1212.3 -1616.3 -2020.3 -2525.3 -3232.3 -3240.3	1 2 3 4	$\gamma_p = +5^\circ$ $\gamma_f = -5^\circ$ $\div 0^\circ$
	10,0		5,0					
	12,0		6,0					
	8,0		4,0	16 ↓ 40		217.299 -2016.2 -3020.2 -3025.2 -3032.2 -4040.2	2 3 4	
	10,0		5,0					
	12,0		6,0					
	12,0		6,0	32 ↓ 200		220.299 -032 -040 -050 -063 -080 -100 -125 -160 -200	3 4 5 6 7 8 9 10	
	 APFT  APFT.. -PM1		17.0			16.0	25 ↓ 40	
			25 ↓ 40		217.699 -2525.3 -3232.3 -3240.3	2 3 4		
			25 ↓ 40		217.699 -3025.2 -3032.2 -4040.2	2 3 4		
	17.0		16.0	40 ↓ 100	$K_r=90^\circ$ 	220.699 -040 -050 -063 -080 -100	4 5 6 7 8	$\gamma_p = +6^\circ$ $\div +9^\circ$ $\gamma_f = -12^\circ$ $\div -6^\circ$
	17.0		16.0	40 ↓ 200		220.599.. -40-25-22-16 -63-38-22-16 -80-38-22-16 -100-38-22-16 -125-38-22-16 -160-50-22-16 -200-50-22-16	3 4 5 6 7 8 10	

Zastosowanie frezów tarczowych NFTs..

Frezy tarczowe stosowane są do frezowania rowków oraz cięcia materiałów o zróżnicowanej twardości m.in. stali, staliwa, żeliwa. Oferta obejmuje frezy o zakresie średnic od 100 do 315 mm i grubości zależnej od stosowanej płytki skrawającej typu LFMX: 3mm, 4mm i 5mm. Nowatorskie rozwiązanie konstrukcyjne gniazd (z zastosowaniem specjalnego stopera) jak i wysoka jakość wykonania, czynią z frezów piłkowych narzędzia wysoce efektywne i podnoszące wydajność obróbki skrawaniem.

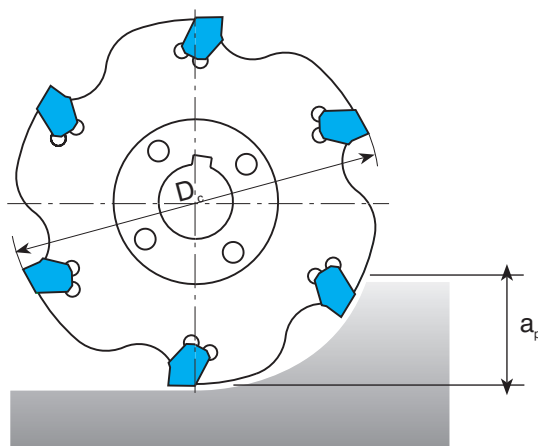


Tabela 1

a_p / D_c	1/4	1/6	1/8	1/10	1/20
Zwiększenie posuwu:	0	15%	30%	45%	100%

Zastosowanie frezów tarczowych NFTs..

Uwagi praktyczne:

- płytkę należy zamontować w gnieździe przy użyciu plastikowego młotka,
- przez pierwsze 10 - 20 sekund frezować ze zmniejszonym posuwem, następnie zwiększyć posuw do zalecanego,
- zalecane jest frezowanie metodą współbieżną, jednak na obrabiarkach o mniejszej sztywności można stosować frezowanie przeciwbieżne,
- w przypadku frezowania rowków o małych głębokościach należy zwiększyć posuw zgodnie z tabelą (Tabela 1),
- nie wolno przekraczać maksymalnych obrotów podanych na korpusie freza,
- wraz ze zmniejszeniem głębokości skrawania maleje średnia grubość wióra. Celem jej skompensowania należy posłużyć się załączoną Tabelą 1,
- zależność posuwu od szerokości płytki przedstawia Tabela 2.

Tabela 2

Szerokość płytki a (mm)	Posuw na ząb fz (mm/z)
3,1	0,03 ÷ 0,16
4,1	0,04 ÷ 0,18
5,1	0,05 ÷ 0,20

Zestawienie materiałów obrabianych

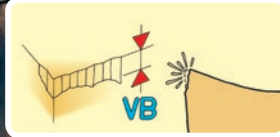
Polonia	Szwecja	Wielka Brytania	Niemcy	Czechy	ISO	Nazwa materiału
PN-	SS	BS	DIN	W. nr	CSN	
Stale węglowe						
Stal 35	1311	4360 40C	RS137-2	1.0038		E235
Stal 20	1450	050A20	C22	1.0402	12024	C20
Stal 2 C22	1450	050A20	C22	1.0402	12024	C20
Stal 1 C22	1450	050A20	C22	1.0402	12024	C20
Stal A10X	1912	230M07	9SMn28	1.0715	11109	11SMn28
Stal MS15	1550	060A35	C35	1.0501	11500	Fe490
Stal MS16	1650	080M46	C45	1.0503	11600	Fe590
Stal A35	1957	212M36	35S20	1.0726	-	35S20
Stal 45G2	2120	-	36Mn5	1.1167	-	-
Stal 35	1572	060A35	C35	1.1183	12040	C35
Stal 2 C 35	1572	060A35	C35E	1.1183	12040	C35E4
Stal 1 C 35	1572	060A35	C35	1.1183	12040	C35
Stal 45	1672	080M46	Ck45	1.1191	12050	C45
Stal 55	1655	070M55	C55	1.0535	12060	C55
Stal MS17	1655	070M55	C55	1.0535	11700	C55
Stal 2 C 55	1655	070M55	C55	1.0535	12060	C55
Stal 1 C 55	1655	070M55	C55	1.0535	12060	C55
Stal niskostopowa						
Stal R35	1412	4360 43C	St44-2	1.0144	11353	-
Stal 18G2A	2101	450EM	P500NH	-	422713	-
Stal 16G2	2132	4360 50B	St52-3	1.0570	11483	E355
Stal LH15	2258	534A99	100Cr6	1.3505	14109	1
Stal 20M	2912	1501-240	15Mo3	1.5415	15020	F26
Stal 16M	2912	1503-245-420	16Mo5	-	15020	-
Stal 20NHM	2506	805M20	21NiCrMo2	1.6523	-	21NiCrMo2-2
Stal 22NHM	2506	805M20	21NiCrMo2	1.6523	-	21NiCrMo2-2
Stal 37HGNM	-	311-Type7	-	-	-	-
Stal 50HG	2253	527A60	55Cr3	-	-	-
Stal 15HM	2216	-	15CrMo5	1.7262	15121	14CrMo4-5
Stal 10H2M	2218	1501-622	10CrMo9-10	1.7380	15313	11CrMo9-10
Stal 25H3M	2240	722M24	31CrMo12	1.8515	-	31CrMo12
Stal 17HGN	2512	823M30	55NiCrMoV6G	1.7228	16121	-
Stal 16HG	2127	-	16MnCr5	1.7139	14220	16MnCr5
Stal 20HG	2127	-	20MnCr5	1.7139	14221	18CrMo4
Stal 50S2	2090	-	55Si7	1.0904	13251	-
Stal 55S2	2090	-	55Si7	1.0904	13270	-
Stal 38NHM	-	-	36CrNiMo4	-	-	-
Stal 38NHM	-	816M40	36CrNiMo4	-	-	36CrNiMo4
Stal 34NHM	2541	817M40	35CrNiMo6	1.5682	16343	36CrNiMo6
Stal 30H	-	530A32	34Cr4	-	14331	34Cr4
Stal 40H	2244	530A40	41Cr4	1.7223	14140	41Cr4
Stal 20HM	2225	1717CDS110	25CrMo4	1.7218	-	F31
Stal 30HM	2225	1717CDS110	25CrMo4	1.7218	-	F31
Stal 25HM	2225	1717CDS110	25CrMo4	1.7218	-	F31
Stal 35HM	2234	708A37	34CrMo4	1.7220	15142	-
Stal 40HM	2244	708M40	42CrMo4	1.7223	15142	-
Stal 50HF	2230	735A50	51CrV4	1.8159	15260	-
Stal 38HMJ	2940	905M39	41CrAlMo7	1.8509	15340	-
Stal NC4	-	BL3	100Cr6	-	-	100Cr2
Stal NWC	2140	-	105WCr6	1.2419	-	105WCr1
Stal WNLV	-	BH224/5	56NiCrMoV7	-	19663	55NiCrMoV2
Stal wysokostopowa						
Stal NC11	-	BD3	X210Cr12	-	19436	210Cr12
Stal WCLV	2242	BH13	X40CrMoV51	1.2344	19554	40CrMoV5
Stal NCLV	2260	BA2	X100CrMoV51	1.2363	-	100CrMoV5
Stal N22	2710	BS1	45WCrV7	1.2542	19732	45WCrV2
Stal WVV	-	BH21	X30WCrV93	-	19721	30WCrV9
Stal NC11LV	2310	BD2	X165CrMoV12	1.2601	19572	160CrMoV12
Stal HS2	-	-	X45CrSi93	-	17115	401S45
Stal SW2M5	2715	4959BA2	S6-5-2	1.3343	-	-
Stal SW7M	2722	BM2	S6-5-2	1.3343	19830	HS 6-5-2
Stal SK5M	2723	BM35	S6-5-2-5	1.3243	19852	HS 6-5-2-5

Zestawienie materiałów obrabianych

Poliska	Szwecja	Wielka Brytania	Niemcy	Czechy		ISO	Nazwa materiału	
PN-	SS	BS	DIN	W. nr	CSN			
Stalowa								
L45G	-	-	-	-	-	-	Stalwo niskostopowe odporne na ścieranie	
L35GSM	-	-	-	-	-	-	Stalwo niskostopowe odporne na ścieranie	
L120G13	-	-	-	-	-	-	Stalwo wysokostopowe odporne na ścieranie	
L150HSM	2183	BW10	-	1.3401	-	-	Stalwo wysokostopowe odporne na ścieranie	
L20G	-	A1	G20Mn5	-	-	C26-52	Stalwo niskostopowe konstrukcyjne	
L30GS	-	A5	G30Mn5	-	13240	-	Stalwo niskostopowe konstrukcyjne	
L40H	-	-	-	-	-	-	Stalwo niskostopowe konstrukcyjne	
L35GN	-	-	-	-	-	-	Stalwo niskostopowe konstrukcyjne	
Stale nierdzewne o strukturze ferrytyczno-martensytycznej								
Stal 0H13	2301	403S17	X7Cr13	1.4000	17020	-	Stal odporna na korozję	
Stal H17	2320	430S15	X8Cr17	1.4016	17041	8	Stal odporna na korozję	
Stal H17	2320	430S17	X8Cr17	1.4016	17041	8	Stal odporna na korozję	
Stal 1H13	2302	410S21	X10Cr13	1.4006	17021	-	Stal odporna na korozję	
Stal 3H13	2304	420S45	X46Cr13	1.4034	17023	-	Stal odporna na korozję	
Stal 20H12M1F	2317	-	X20CrMoV12-1	1.4922	422916	F40	Stal stopowa do pracy w podwyższonej temperaturze	
Stal 23H12MNF	2317	-	X22CrMoV12-1	1.4922	17.134	F40	Stal stopowa do pracy w podwyższonej temperaturze	
Stal nierdzewne o strukturze austenitycznej								
Stal 00H18N10	2352	304S11	-	1.4306	17.249	10	Stal odporna na korozję	
Stal 0H18N9	2332/2333	304S31	X5CrNi189	1.4350	17.240	11	Stal odporna na korozję	
Stal 1H18N9	2331	302S25	X12CrNi17 7	1.4310	17.242	14	Stal odporna na korozję	
Stal 00H17N14M2	2348	316S13	X2CrNiMo 18-10	1.4404	17.349	19a	Stal odporna na korozję	
Stal H18JS	2348	316S13	X2CrNiMo 18-12	1.4404	17.349	19a	Stal żaroodporna	
Stal 0H18N10T	2337	321S12	X10CrNiTi18 9	1.4541	17.248	15	Stal odporna na korozję	
Stal 1H18N9T	2337	321S12	X10CrNiTi18 9	1.4541	17.246	15	Stal odporna na korozję	
Stal 0H18N12Nb	2338	347S17	X10CrNiNb18 9	1.4550	-	-	Stal odporna na korozję	
Stal H18N10MT	2350	320S17	X10CrNiMoTi18 10	1.4571	17.348	21	Stal odporna na korozję	
Stal H17N13M2T	2350	320S17	X10CrNiMoNb18 12	1.4571	17.348	21	Stal odporna na korozję	
Żeliwa ciągliwe								
Żeliwo B 35-10	815	B 340/12	GTS-35	-	422.533	B 35-10	Żeliwo ciągliwe	
Żeliwo W 40-05	-	-	GJMW-400-05	-	422.440	W 40-05	Żeliwo ciągliwe	
Żeliwo W 45-07	-	-	GJMW-450-7	-	422.545	W45-07	Żeliwo ciągliwe	
Żeliwo W 35-04	-	-	GTW 35-04	-	422.536	W 35-04	Żeliwo ciągliwe	
Żeliwo B 32-12	-	-	-	-	422.533	B32-12	Żeliwo ciągliwe	
Żeliwo P45-06	-	-	GTS-45-06	-	-	P 45-06	Żeliwo ciągliwe	
Żeliwo P50-05	-	-	GJMB-500-05	-	422.550	P 50-05	Żeliwo ciągliwe	
Żeliwa szare								
Żeliwo 100	110	-	GG 10	-	422.410	100	Żeliwo szare	
Żeliwo 150	115	Grade 150	GG 15	-	422.415	150	Żeliwo szare	
Żeliwo 200	120	Grade 200	GG 20	-	422.420	200	Żeliwo szare	
Żeliwo 250	125	Grade 260	GG 25	-	422.425	250	Żeliwo szare	
Żeliwo 300	130	Grade 300	GG 30	-	422.430	300	Żeliwo szare	
Żeliwo 350	135	Grade 350	GG 35	-	422.435	350	Żeliwo szare	
Żeliwa sferoidalne								
Żeliwo 400-15	0717-00	SNG 420/12	GGG 40	-	424.304	400-12	Żeliwo sferoidalne	
Żeliwo 500-7	0727-02	SNG 500/7	GGG 50	0.7040	-	500-7	Żeliwo sferoidalne	
Żeliwo 600-3	0732-03	SNG 600/3	GGG 60	0.7050	422.306	600-2	Żeliwo sferoidalne	
Żeliwo 700-2	0737-01	SNG 700/2	GGG 70	0.7070	-	700-2	Żeliwo sferoidalne	
Stopy aluminium								
Stop aluminium AISi7Mg	4244	LM 25	-	-	SG70N	AlSi7MgFe	Odewniczny stop aluminium	
Stop aluminium AISi11	4261	LM6	G-AISI12	-	Si2N	AlSi12	Odewniczny stop aluminium	



Oznaki zużycia płytek wielostrzowych



Starcie powierzchni przyłożenia

Objawy

Szybkie starcie na powierzchni przyłożenia, powodujące niską jakość powierzchni obrabianej oraz ryzyko wykonania przedmiotów niemieszczących się w zakresie tolerancji.

Przyczyna

Zbyt duża prędkość skrawania lub zbyt niska odporność na ścieranie.

Zalecenia

Wybrać gatunek o większej odporności na ścieranie. Dla materiałów mających skłonność do utwardzania się w czasie obróbki, należy zastosować mniejszy kąt przystawienia. W przypadku obróbki materiałów żaroodpornych zastosować niższą prędkość skrawania.



Krater na powierzchni natarcia

Objawy

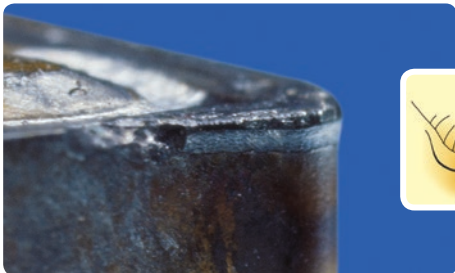
Nadmierne zużycie w formie żłobka, powodujące osłabienie krawędzi skrawającej oraz niską jakość powierzchni obrabianej.

Przyczyna

Zbyt duża temperatura wydzielająca się w czasie obróbki oraz zbyt duże naciski na powierzchnię natarcia płytki.

Zalecenia

Najpierw zmniejszyć prędkość skrawania, aby obniżyć temperaturę, następnie obniżyć posuw. Wybrać gatunek bardziej odporny na ścieranie. Wybrać dodatnią geometrię płytki.



Deformacja plastyczna

Objawy

Odkształcenie plastyczne krawędzi skrawającej, obniżenie lub odcisk na powierzchni przyłożenia, prowadzące do złych warunków łamania i odprowadzania wióra, niskiej jakości powierzchni obrabianej oraz wyłamań płytki.

Przyczyna

Zbyt duża temperatura skrawania oraz nacisk na powierzchnię natarcia płytki.

Zalecenia

Zastosować twardszy gatunek o większej odporności na ścieranie. Zmniejszyć prędkość skrawania. Zmniejszyć posuw.



Narost

Objawy

Zgrzanie wióra do powierzchni przyłożenia i wyrwanie fragmentu krawędzi skrawającej, powodujące niską jakość powierzchni obrabianej.

Przyczyna

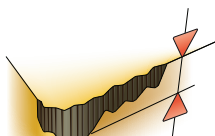
Zbyt niska temperatura w strefie skrawania. Ujemna geometria płytki. Ciągławy, przywierający do ostrza płytki materiał np. stal niskowęglowa, nierdzewna lub aluminium.

Zalecenia

Zwiększyć prędkość skrawania. Wybrać płytkę o dodatniej geometrii.

F

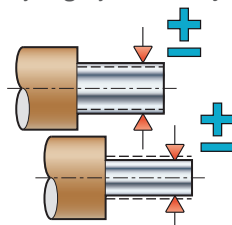
① Zużycie narzędzia



② Wzrost poboru mocy przez obrabiarkę



③ Wymiary przedmiotu nie mieszczą się w wymaganych tolerancjach



④ Niska jakość powierzchni obrabianej



⑤ Powstawanie zadziórów na detalu

