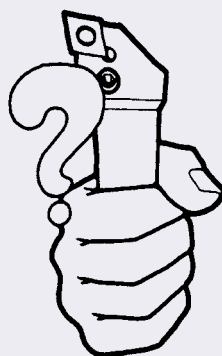


INFORMACJE TECHNICZNE: TECHNICAL INFORMATION:

E

	Strona Page
Zastosowanie narzędzi do toczenia	E 2
Zastosowanie narzędzi do gwintowania	E 15
Zastosowanie narzędzi do przecinania	E 25
Zastosowanie narzędzi do rowkowania P61..	E 26
Zastosowanie narzędzi do rowkowania z roztaczaniem P92..	E 27
Rodzaje zużycia ostrza	E 28



<i>Application of tools for turning</i>	<i>E 2</i>
<i>Application of tools for threading</i>	<i>E 15</i>
<i>Application of tools for parting</i>	<i>E 25</i>
<i>Application of tools for grooving P61..</i>	<i>E 26</i>
<i>Application of tools for grooving and recessing P92..</i>	<i>E 27</i>
<i>Tooth wear</i>	<i>E 28</i>

Zastosowanie narzędzi do toczenia Application of tools for turning

1. Zasady doboru parametrów skrawania / Rules for selection of cutting data

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 (g), dobiera się możliwie duży posuw (p) i do tych parametrów dobiera się odpowiednią prędkość skrawania (v_c), (najczęściej odpowiada ją ekonomicznemu okresowi trwałości ostrza).

The selection of the cutting data for the specific operation mainly depends on the kind of workpiece, machining, tool, insert type and dimension and the machine tool kind and condition.

Good knowledge of the workpiece material and its properties is essential for selection of the optimum cutting data and the sintered carbide grade. Due to variety of workpiece materials it is impossible to give the exact cutting data for every material. Therefore all recommendations involving the cutting data serve as general information only, and they must be always adapted to the specific operation.

One should remember that the cutting data are selected reversely to their impact on the edge wear in order to optimise the tool life at the given cutting productivity.

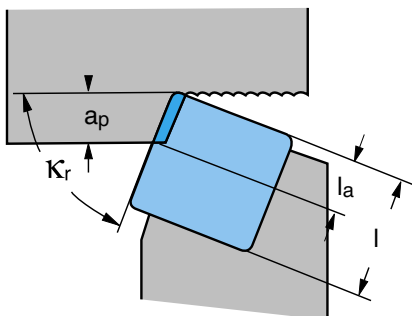
Therefore the maximum depth of cut (g) is set, the maximum feed (p) is selected and the cutting speed (v_c) is selected accordingly (most often it corresponds to the economical tool life).

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 (K_r)

To select the optimum cutting data to the specific operation you should:

- ☐ select the proper sintered carbide grade from the tables depending on the material to be machined
- ☐ select the insert type and dimension following the rules below:
 - determine the maximum depth of cut (a_p)
 - determine the entering angle of the tool (K_r)



l_a = efektywna długość krawędzi skrawającej
effective cutting edge

l = długość krawędzi skrawającej
cutting edge length

Zastosowanie narzędzi do toczenia Application of tools for turning

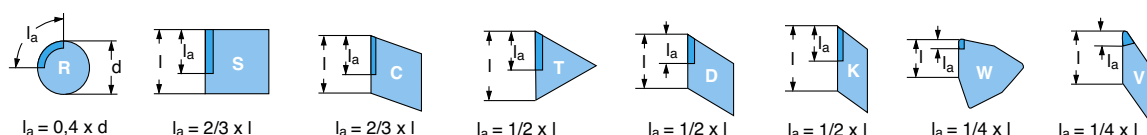
Kąt przystawienia Entering angle K_r (°)	Głębokość skrawania / Cutting depth a_p (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	
	Efektywna długość krawędzi skrawającej l_a (mm) Necessary effective cutting edge length											
90	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	
105	1,5	2,1	3,1	4,1	5,2	6,2	7,3	8,3	9,3	11	16	
120	1,2	2,3	3,5	4,7	5,8	7	8,2	9,3	11	12	18	
135	1,4	2,9	4,3	5,7	7,1	8,5	10	12	13	15	22	
150	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30	
165	4	8	12	16	20	24	27	31	35	39	58	

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

– select the depth of cut to remove the excess material in the lowest possible number of cuts

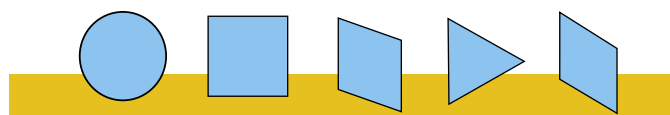
efektywną długość krawędzi skrawających dla poszczególnych rodzajów płytek przedstawiono poniżej

effective cutting edge is shown below



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

□ to increase the indexable insert strength you should use inserts with the maximum nose angle, remembering, however, that vibrations increase along with this angle



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

□ in roughing you should select the largest nose radius in order to apply the highest feed

Promień naroża r_ϵ (mm) Nose radius	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4
Max. zalecany posuw Max recommended feed f_n (mm/obr.) (mm/rev)	0,25–0,35	0,4–0,7	0,5–1,0	0,7–1,3	1,0–1,8

Dla obróbki zgrubnej zaleca się stosowanie płytek z promieniem naroża 1,2–1,6
In roughing it is recommended to use the inserts with 1.2–1.6 nose radius

Zastosowanie narzędzi do toczenia Application of tools for turning

- ☐ 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:
- ☐ płytką 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
- ☐ if the workpiece tends to vibrate, the nose radius should be lower
- ☐ in general the feed should not exceed 1/2 rounded radius, but if you decide to use the feed of 2/3 rounded radius, the following conditions should be met:
- ☐ the insert must be single-sided
- ☐ the entering angle must be smaller than 90°
- ☐ the material should have good machinability
- ☐ in finishing, select the maximum feed to ensure the permissible surface roughness after machining

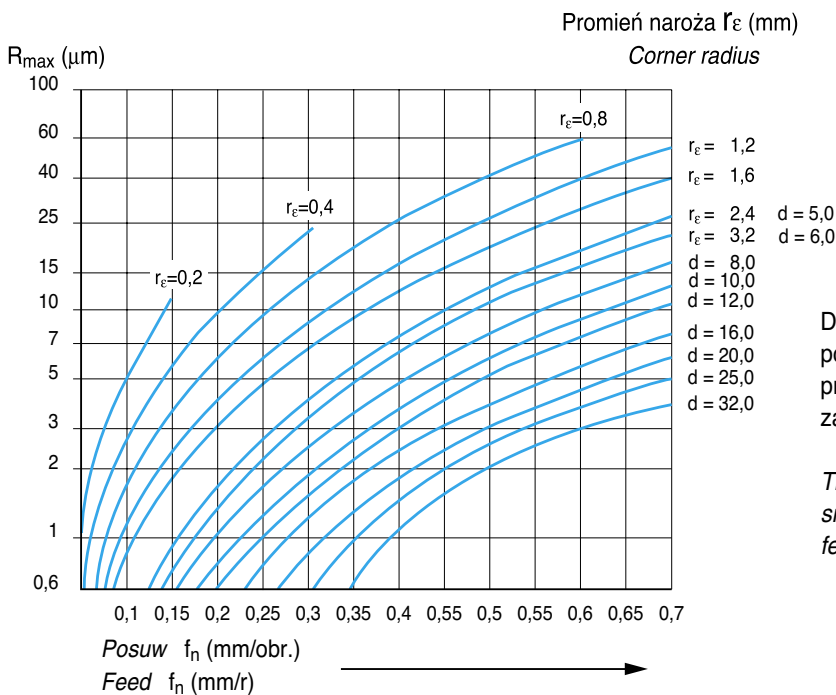


Diagram przedstawia teoretyczną gładkość powierzchni R_{max} możliwą do otrzymania przy odpowiednim dobraniu posuwu i promienia zaokrąglenia płytki

The graph shows the theoretical attainable surface smoothness R_{max} with appropriately selected feed and rounded radius.

- ☐ ustalić wstępnie prędkość skrawania w oparciu o zalecane parametry skrawania,
- ☐ sprawdzić wymaganą moc skrawania z mocą obrabiarki,
- ☐ to predetermine the cutting speed based on the recommended cutting data
- ☐ to check the required cutting power against the machine tool power

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

- ☐ przeprowadzić próbę skrawania, ewentualnie dokonać korekty p , g , v_c tak, aby nie była przekroczona moc obrabiarki oraz aby trwałość ostrza wynosiła ok. 15 minut
- ☐ to run a cutting test, possibly correct p , g , v_c so that the machine tool power is not exceeded and the tool life is roughly 15 minutes

Wstępne informacje na temat doboru parametrów skrawania zestawiono w zalecanych parametrach skrawania (str. D3-D4).

Introductory information on selection of the cutting data is given in the recommended cutting data (page D3-D4).

Zastosowanie narzędzi do toczenia Application of tools for turning

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 należytym 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.

Practical hints connected with the selection of cutting data:

- inserts with negative tool rake angle are in most cases suitable for roughing
- power requirements for inserts with a negative tool rake angle are by about 10–15% higher than in case of inserts with a positive angle
- the general rule is that maximum feed should not exceed 2/3 nose radius,
- the depth of cut is selected so that in the **P** insert clamping system, 0.5 of the cutting edge length should not be exceeded, in the **C** clamping system 0.7 and in the **S** clamping system $0.25 \div 0.5$
- the quality of the machined surface depends mainly on the feed and the rounded corner (assuming that the clamped workpiece is stable, there are no vibrations and the machine tool is in a proper condition).
- as the width of the pressed-out chipbreaker grows, the range feeds for chipbreaking increases
- as the depth of cut and the cutting speed increase, the power requirements of the machine tool raise.

The data given in the tables must be always checked by the works process engineer and adapted to the specific work stand.

Wzory pomocnicze: Auxiliary formulas:

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

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

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

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

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

D_m	Średnica obrabiana (mm) Machined diameter
v_c	Prędkość skrawania (m/min) Cutting speed
n	Prędkość obrotowa (obr/min) Rotation speed (rev/min)
T_c	Czas obróbki (min) Machining time
Q	Ilość usuniętego materiału (cm ³ /min) Material removal
l_m	Długość powierzchni obrabianej (mm) Machined surface length
P_c	Zapotrzebowanie mocy (kW) Power requirements
$k_{c\ 0,4}$	Siła skrawania dla wióra 0,4 mm (N/mm ²) Cutting strength for chip
f_n	Posuw na obrót (mm/obr) Feed per revolution (mm/rev)
K_r	Kąt przystawienia (stopnie) Entering angle (degree)
R_{\max}	Max wysokość profilu nierówności (dla obliczeń gładkości pow.) (μm) Max. roughness height profile (to calculate surface roughness)
r_ϵ	Promień naroża płytki (mm) Insert corner radius
a_p	Głębokość skrawania (mm) Depth of cut

Zastosowanie narzędzi do toczenia Application of tools for turning

2. Zalecane parametry skrawania / Recommended cutting data

Materiał <i>Material</i>		★	Twardość	NTP15	NTP25	NTP35	NTM15	NTM25	NTM35	NTK05	NTK25
			Hardnes	Posuw (mm/obr) / <i>Feed (mm/rev)</i>							
				0,1-0,8	0,15-0,8	0,2-1,0	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0,1-0,4	0,5
				HB	Prędkość skrawania (m/min) / <i>Cutting speed (m/min)</i>						
P	Stal węglowa konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia <i>Constructional carbon steel of general application</i> C 0,2% C 0,4% C 0,7%	2000 2100 2180	135 180 230	430-230 385-200 150-80	380-185 370-175	280-150 245-90 200-70					
	Stal niskostopowa <i>Low -alloy steel</i> – wyżarzona / <i>annealed</i> – ulepszona / <i>hardened</i>	2100 2775	180 300	350-170 220-110	300-150 185-100	180-90 135-90					
	Stal szybko tnąca <i>High-speed steel</i> – wyżarzona / <i>annealed</i>		250	220-110	200-125	100-55					
	Staliwo <i>Cast steel</i> – niestopowe / <i>non-alloy</i> – niskostopowe / <i>low-alloy</i> – wysokostopowe / <i>high-alloy</i>	1800 2100 2500	200 200 225	240-130 210-110 175-85	215-115 180-110 160-75	120-65 110-55 85-50					
M	Stal nierdzewna <i>Stainless steel</i> – ferrytyczno-martenzytyczna <i>ferr.-mart.</i> – utwardzana wydzieleniowo <i>hardened</i> – austenityczna <i>austenitic</i>	2300 3500 2450	200 330 180				210-150 100-50 170-120	150-90 120-80	110-80 60-40 100-80		
	Żeliwo szare <i>Grey cast iron</i>	1100	180							350-210	225-110
	Żeliwo szare o wyższej wytrzymałości <i>Grey cast iron of higher strength</i>	1300	220							275-170	180-90
K	Żeliwo sferoidalne ferrytyczne <i>Ferritic nodular cast iron</i>	1050	150							175-135	140-65
	Miedź / <i>Copper</i>	600	60								
	Mosiądz / <i>Brass</i>	700	100								
N	Brąz / <i>Bronze</i>	1750	90								
	Stopy aluminium <i>Aluminium alloys</i> – nie obrobione cieplnie <i>not heat treated</i> – obrobione cieplnie <i>heat treated</i>	700 950	60 100								
	Stopy żaroodporne, stopy tytanu <i>Heat resisting steel, titanium alloys</i>		250								



Stal / Steel

Stal nierdzewna / Stainless steel

Żeliwo / Cast iron



Stopy nieżelazne, aluminium / Non-ferritic alloys, aluminium alloys

Stopy żaroodporne, stopy tytanu / Heat resistant steel, titanium alloys

Zastosowanie narzędzi do toczenia Application of tools for turning

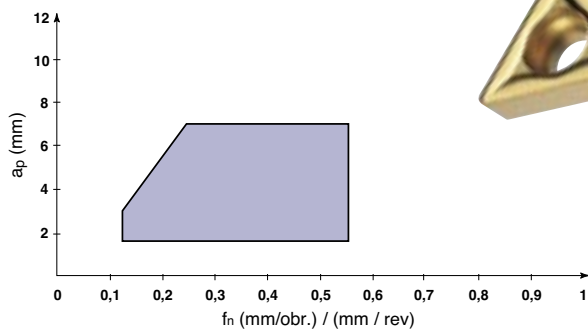
N335	N435	S10S	S20S	SM25T	S30S	H10S	H20S	KX20	N
Posuw (mm/obr) / Feed (mm/rev)									
0,2-0,6	0,1-0,5	0,1-0,6	0,15-1,2	0,1-0,4	0,2-2,0	0,3	0,8	0,04-0,2	0,1-0,4
Prędkość skrawania (m/min) / Cutting speed (m/min)									
	230-110 200-90 180-70	380-200 310-150 250-120	300-200 250-90 200-80	280-180 220-90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

* wartość współczynnika $K_{c\ 0,4}$ N/mm²
specific cutting force for chip thickness 0,4 mm

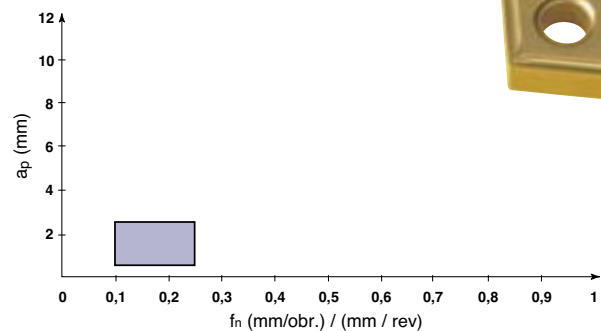
Zastosowanie narzędzi do toczenia
Application of tools for turning

3. Zakresy łamania wióra łamaczy płytek wieloostrzowych / Chipbreaking diagrams

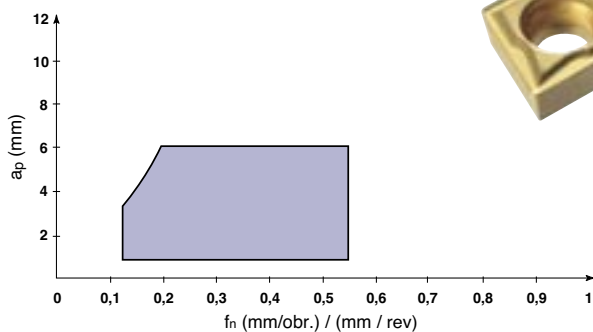
-11



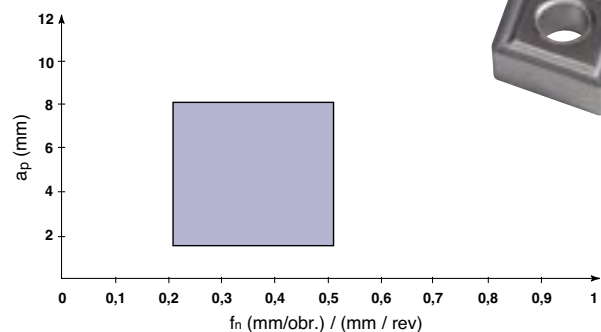
-12



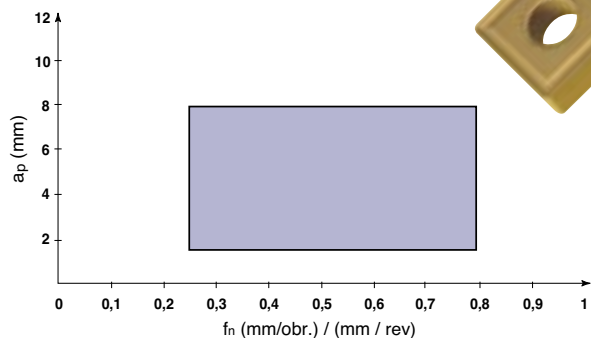
-14



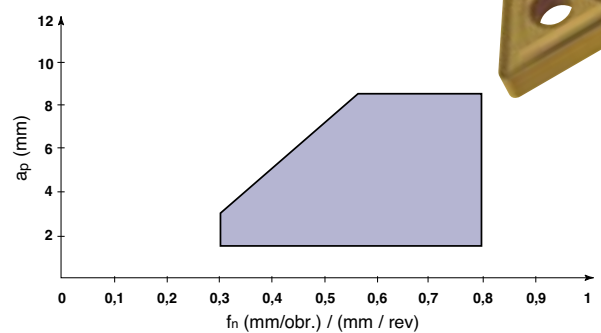
-23



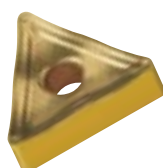
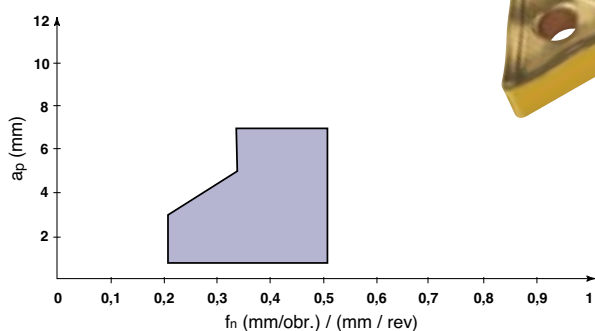
-26



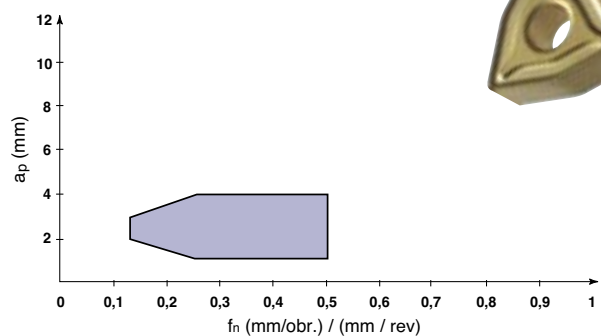
-53



-71

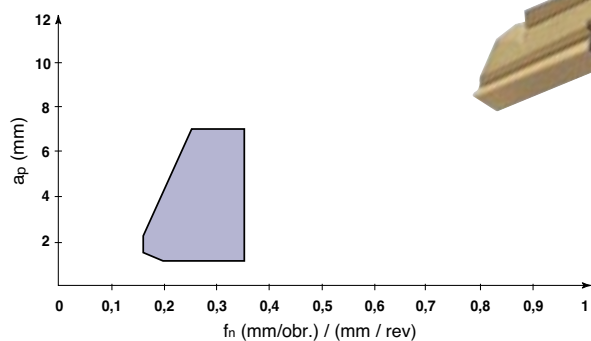


-79

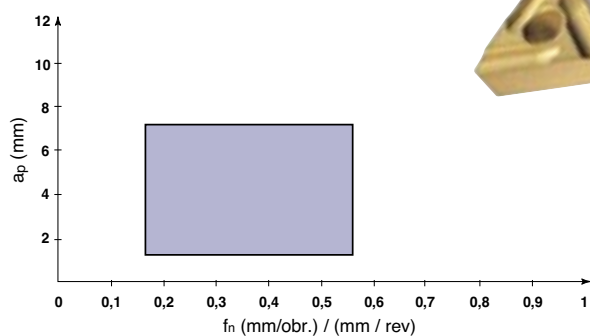


Zastosowanie narzędzi do toczenia
Application of tools for turning

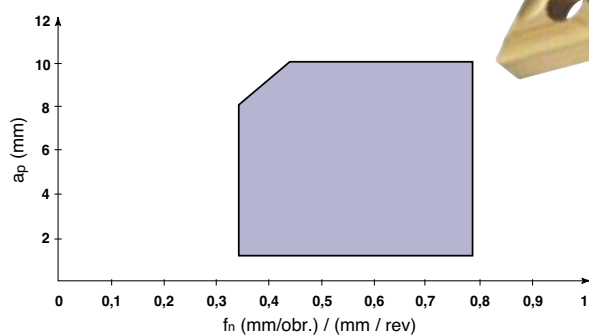
R/L11



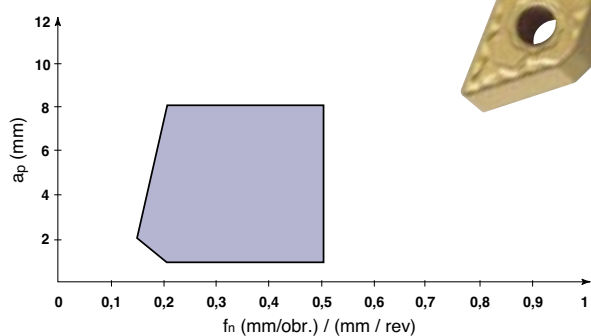
16..R/L



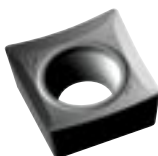
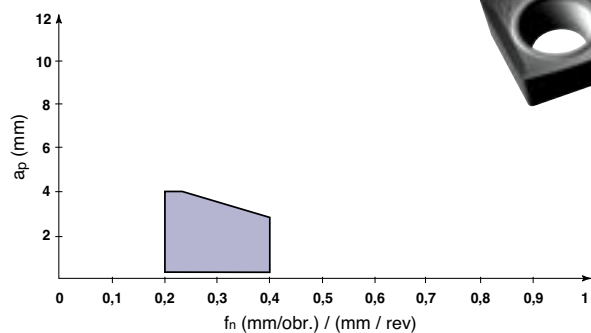
22..R/L



-SM

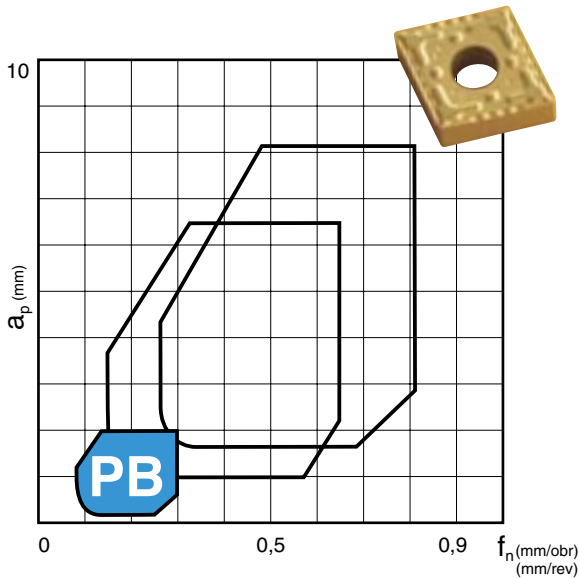


-1L



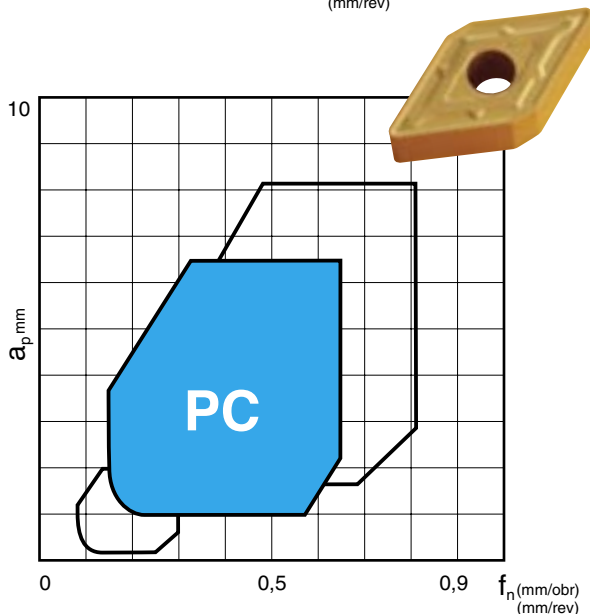
Zastosowanie narzędzi do toczenia
Application of tools for turning

3. Zakresy łamania wióra łamaczy płytek wieloostrowych: / PB, PC, PD, PD1 / MB, MC / KC /
Chipbreaking diagrams: / PB, PC, PD, PD1 / MB, MC / KC /



Parametry skrawania łamacza **-PB**:
*Cutting parameters for **-PB** chipbreaker:*
 $a_p = 0,3 \div 2,0 \text{ mm}$
 $f_n = 0,08 \div 0,3 \text{ mm/obr. mm/rev}$

Nowy łamacz wióra o symbolu **-PB** przeznaczony jest do obróbki wykańczającej i średniodokładnej stali zwykłych, konstrukcyjnych i niskostopowych.
*A new chipbreaker **-PB** is designed for finishing and semi-finishing of ordinary, construction and low-alloy steels.*



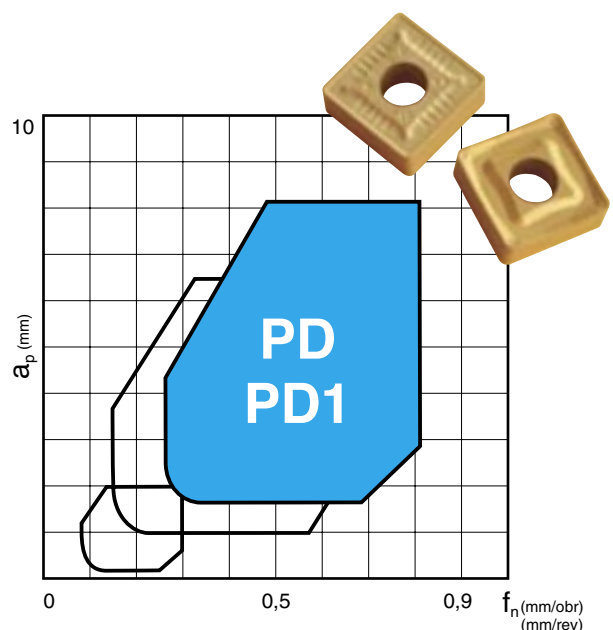
Parametry skrawania łamacza **-PC**:
*Cutting parameters for **-PC** chipbreaker:*
 $a_p = 1,0 \div 6,0 \text{ mm}$
 $f_n = 0,15 \div 0,6 \text{ mm/obr. mm/rev}$

Nowy łamacz wióra o symbolu **-PC** przeznaczony jest do obróbki średniodokładnej i zgrubnej stali zwykłych, konstrukcyjnych i niskostopowych.
*A new chipbreaker **-PC** is designed for semi-finishing and roughing of ordinary, construction and low-alloy steels.*

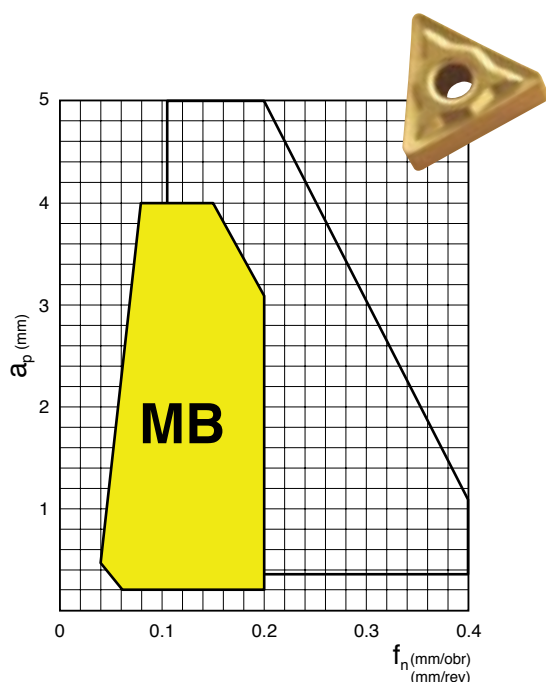
Parametry skrawania łamacza **-PD i -PD1**:
*Cutting parameters for **-PD** and **PD1** chipbreaker:*
 $a_p = 1,5 \div 8,0 \text{ mm}$
 $f_n = 0,25 \div 0,8 \text{ mm/obr. mm/rev}$

Nowy łamacz wióra o symbolu **-PD** przeznaczony jest do obróbki zgrubnej stali zwykłych, konstrukcyjnych i niskostopowych.
*A new chipbreaker **-PD** is designed for roughing of ordinary, construction and low-alloy steels.*

Nowy łamacz wióra o symbolu **-PD1** przeznaczony jest do ciężkiej obróbki zgrubnej stali, z wysokimi posuwami i dużymi głębokościami skrawania.
*A new chipbreaker **-PD1** is designed for heavy roughing of steel with high feeds and high cutting depths.*



Zastosowanie narzędzi do toczenia Application of tools for turning



Parametry skrawania łamacza **-MB**:

*Cutting parameters for **-MB** chipbreaker:*

$a_p = 0,2 \div 4,0$ mm

$f_n = 0,04 \div 0,2$ mm/obr. mm/rev

Nowy łamacz wióra o symbolu **-MB**

przeznaczony jest do obróbki wykańczającej i średniokładnej stali nierdzewnych, żaroodpornych, stopowych oraz stopów tytanu.

*A new chipbreaker **-MB***

is designed for finishing and semi-finishing of stainless, heat-resistant, alloy steels and titanium alloys.

Parametry skrawania łamacza **-MC**:

*Cutting parameters for **-MC** chipbreaker:*

$a_p = 0,5 \div 5,0$ mm

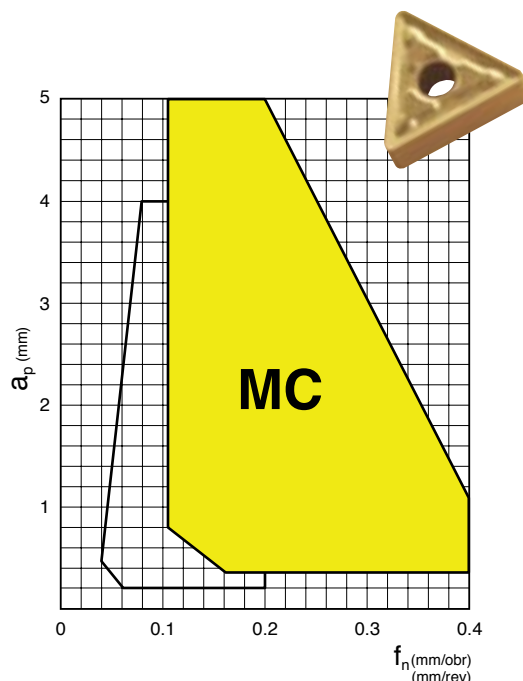
$f_n = 0,1 \div 0,4$ mm/obr. mm/rev

Nowy łamacz wióra o symbolu **-MC**

przeznaczony jest do obróbki średniokładnej i zgrubnej stali nierdzewnych, żaroodpornych, stopowych oraz stopów tytanu.

*A new chipbreaker **-MC***

is designed for semi-finishing and roughing of stainless, heat-resistant, alloy steels and titanium alloys.



Parametry skrawania łamacza **-KC**:

*Cutting parameters for **-KC** chipbreaker:*

$a_p = 1,0 \div 6,0$ mm

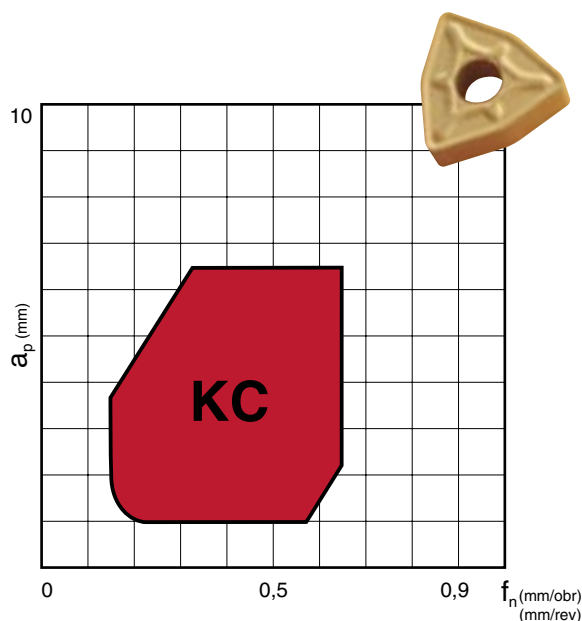
$f_n = 0,15 \div 0,6$ mm/obr. mm/rev

Nowy łamacz wióra o symbolu **-KC**

przeznaczony jest do obróbki średniokładnej i zgrubnej żeliwa.

*A new chipbreaker **-KC***

is designed for semi-finishing and roughing of cast iron.



Zastosowanie narzędzi do toczenia Application of tools for turning

4. Systemy mocowania / Clamping systems

System mocowania Clamping system

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).

*In **P** clamping system inserts with cylindrical holes with flat face or pressed in chipbreakers are used. Tools in this system are used mainly in external turning operations (roughing and finishing) and in boring of big holes.*

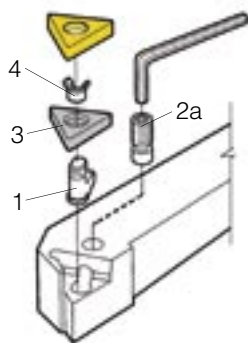
P clamping system is available in two versions:

- an insert clamped with a wedge (mainly applied for finishing in external turning and boring),
- an insert clamped with a lever (the best choice for roughing in external turning and boring as well as for finishing).

P



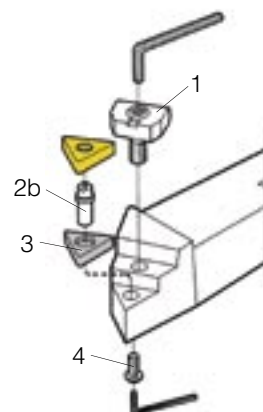
- 1 Dźwignia kątowa / Lever
- 2a Śruba / Screw
- 3 Płytki podporowa / Shim
- 4 Tuleja sprężysta / Shim pin



P



- 1 Klin / Clamp
- 2b Kołek / Pin
- 3 Płytki podporowa / Shim
- 4 Śruba / Screw



Zastosowanie narzędzi do toczenia Application of tools for turning

System mocowania Clamping system

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:

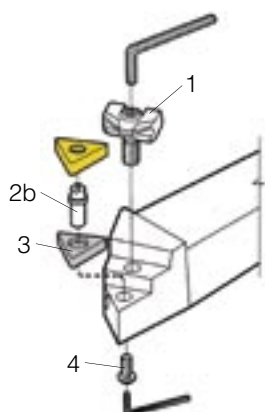
- płytki mocowane za pomocą klina z górnym dociskiem (do obróbki zgrubnej i wykańczającej przy toczeniu zewnętrznym),
- płytki mocowane za pomocą górnego elementu dociskowego (przeznaczona dla płytki VNMG do obróbki kształtowej).

*In **M** clamping system inserts with cylindrical holes with flat face or pressed in chipbreakers are used. Tools in this system are used mainly in external turning operations (roughing and finishing) and in boring of big holes.*

M clamping system is available in two versions:

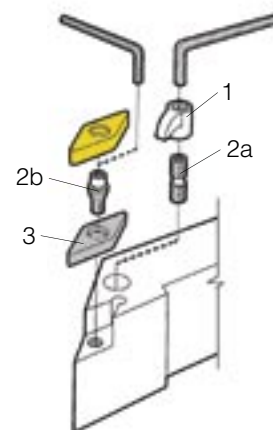
- an insert clamped with a wedge and clamp (mainly applied for roughing and finishing in external turning)
- an insert clamped with a top clamp (designed for VNMG inserts for profiling).

M



- 1 Klin z górnym dociskiem / Clamp
- 2b Kołek / Pin
- 3 Płytki podporowa / Shim
- 4 Śruba / Screw

M



- 1 Górny element dociskowy / Clamp
- 2a Śruba / Screw
- 2b Kołek / Pin
- 3 Płytki podporowa / Shim

Zastosowanie narzędzi do toczenia Application of tools for turning

System mocowania **C** Clamping system

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 zgrubnej.

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

***C** clamping system is designed for inserts without holes. Turning tools in this system have two types of insert seat geometry.*

- positive geometry for inserts with a positive clearance angle $\alpha_n = 11^\circ$ (SPUN, TPUN etc.),
- negative geometry for inserts with a clearance angle $\alpha_n = 0^\circ$.

Tools with positive geometry are designed for finishing and turning of elements with a small intersection that tend to vibrate.

Tools with negative geometry are used for roughing.

*A **C** system variation is a toolholder for KNUX inserts, designed mainly for profiling. It can also be used for boring.*

System mocowania **S** Clamping system

System mocowania **S** przeznaczony jest dla płytek z otworem stożkowo-lukowym.

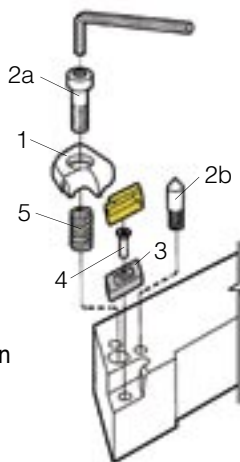
Bardzo duża dokładność mocowania płytki w gnieździe oprawki pozwala na stosowanie noży do obróbki wykańczającej zarówno przy toczeniu, jak i przy wytaczaniu otworów.

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.).

This system allows for clamping of inserts with partly cylindrical fixing holes with a positive clearance angle. Due to great repeatability of insert clamping toolholders of this system are used for finishing in turning and boring.

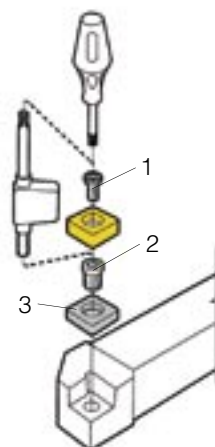
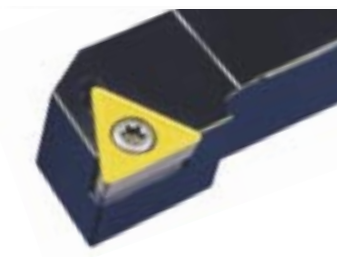
The system is used mainly for small-sized inserts and toolholders, therefore it is recommended for machines with limited working area (e.g. CNC machines, automatic turning machines etc.)

C



- 1 Docisk / Clamp
- 2a Śruba / Screw
- 2b Kołek ze sprężyną / Spring and pin
- 3 Płytki podporowa / Shim
- 4 Tuleja sprężysta / Shim pin
- 5 Sprężyna / Spring

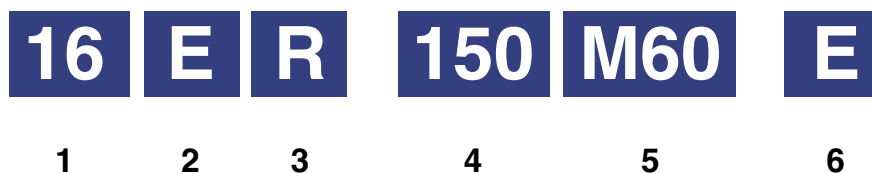
S



- 1 Śruba płytki / Insert screw
- 2 Śruba podkładki / Shim screw
- 3 Płytki podporowa / Shim

Zastosowanie narzędzi do gwintowania Application of tools for threading

1. Oznaczenie / Designation



1 – Wymiar płytki / Dimension

Długość / Length, l w mm

16 = d = 9,525 mm

2 – Rodzaj gwintu / Type of thread

E – płytki do toczenia gwintu zewnętrznego
inserts for external threading

I – płytki do toczenia gwintu wewnętrznego
inserts for internal threading

3 – Rodzaj płytki / Type of insert

R – płytka prawotnąca / right-hand insert

L – płytka lewotnąca / left-hand insert

4 – Skok gwintu / Pitch of thread

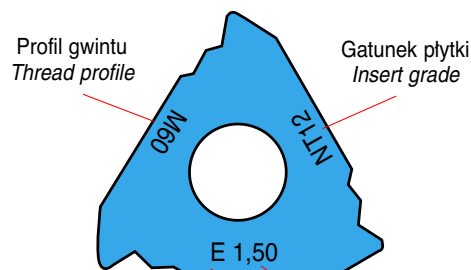
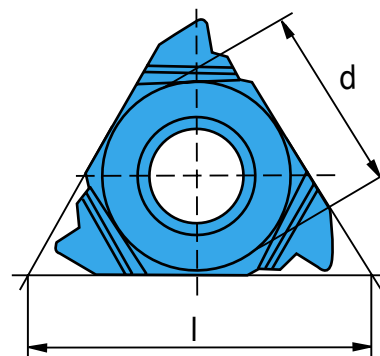
mm: skok x 100 / pitch x 100

5 – Profil gwintu / Thread profile

M60 – gwint metryczny 60° / metric thread 60°

6 – Postać krawędzi skrawającej Type of cutting edge

E – krawędź zaokrąglona / rounded edge



Rodzaj gwintu / Type of thread

E - toczenie zewnętrzne

I - toczenie wewnętrzne

E – external threading

I – internal threading

Skok gwintu
Pitch of thread

Cecha płytki wielostrzałowej do toczenia gwintu
naniesiona jest na spodzie płytki.
An indexable insert for threading is marked
at its bottom.



Płytki prawotnąca do gwintu zewnętrznego ma postać
płytki lewotnącej do gwintu wewnętrznego – (nie stosować zamiennie)
A right-hand insert for external threading has the form
of a left-hand insert for internal threading – (not to be used vice versa)



Płytki lewotnąca do gwintu zewnętrznego ma postać
płytki prawotnącej do gwintu wewnętrznego – (nie stosować zamiennie)
A left-hand insert for external threading has the form
of a right-hand insert for internal threading – (not to be used vice versa)

Zastosowanie narzędzi do gwintowania *Application of tools for threading*

2. Zasady doboru płytek podporowych / *Rules for selection of shims*

W nożach tokarskich do gwintowania typu **PER/L...16K** możliwy jest montaż płytek otworowych do gwintów zewnętrznych o skoku do 3 mm. Odpowiednie ukształtowanie gniazda oraz system mocowania dźwigni kątową zapewniają prawidłowe ustalenie i zamocowanie płytek trójkątnych o długości boku 16 mm, niezależnie od ich grubości oraz średnicy otworu.

Noż jest wyposażony w płytkę podporową pełniącą funkcję:

- ochronną
(w sytuacji katastroficznego zniszczenia płytki skrawającej)
- korygującą
(daje możliwość doboru odpowiedniej geometrii ostrza)

In threading toolholders type **PER/L...16K** inserts with holes for external threading with a pitch of up to 3 mm can be clamped. An appropriate seat profile and clamping system with an angle lever ensure correct determination and clamping of triangular inserts with a side length of 16 mm, irrespective of their thickness and hole diameters.

The toolholder is equipped with a shim that performs:

- protective function
(in case of dramatic wear of a cutting insert)
- corrective function
(it offers a possibility to select appropriate edge geometry)

GP – 16. 01

1

2

3

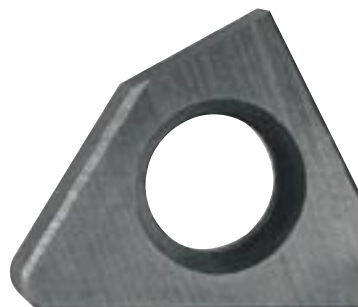
1 – Typ płytki podporowej / *Shim type*

2 – Wymiar płytki wieloostrowej / *Indexable insert dimension*

3 – Oznaczenie kąta pochylenia płytki λ_s :

Designation of insert inclination angle λ_s :

- 00 – dla / for $\lambda_s = 0^\circ$
- 01 – dla / for $\lambda_s = 1^\circ$
- 02 – dla / for $\lambda_s = 2^\circ$
- 03 – dla / for $\lambda_s = 3^\circ$



Kąt pochylenia λ_s jest obliczany w oparciu o wzór:

λ_s inclination angle is calculated by means of the following formula:

$$\operatorname{tg} \lambda_s = \frac{P}{d_2 \times \pi}$$

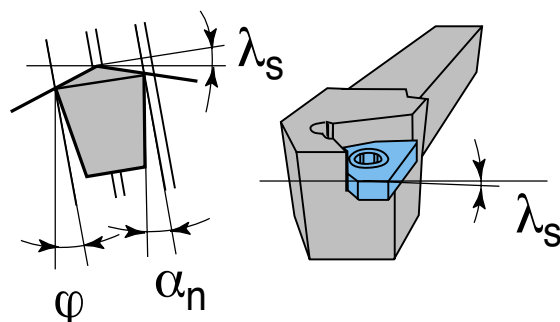
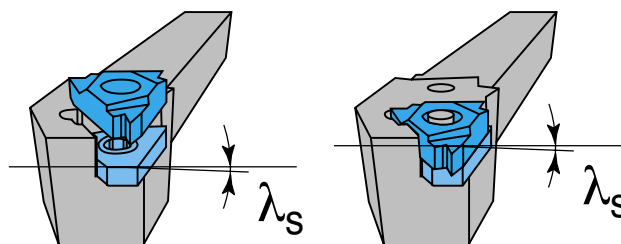
P – skok gwintu / *pitch of thread*

d_2 – średnica podziałowa gwintu / *thread division diameter*

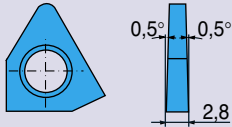
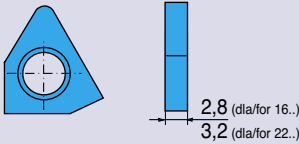
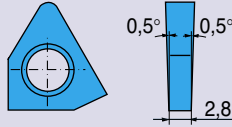
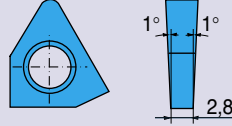
λ_s – kąt pochylenia płytki / *insert inclination angle*

α_n – kąt przyłożenia / *tool clearance*

φ – kąt wzniosu linii śrubowej gwintu / *thread lead angle*

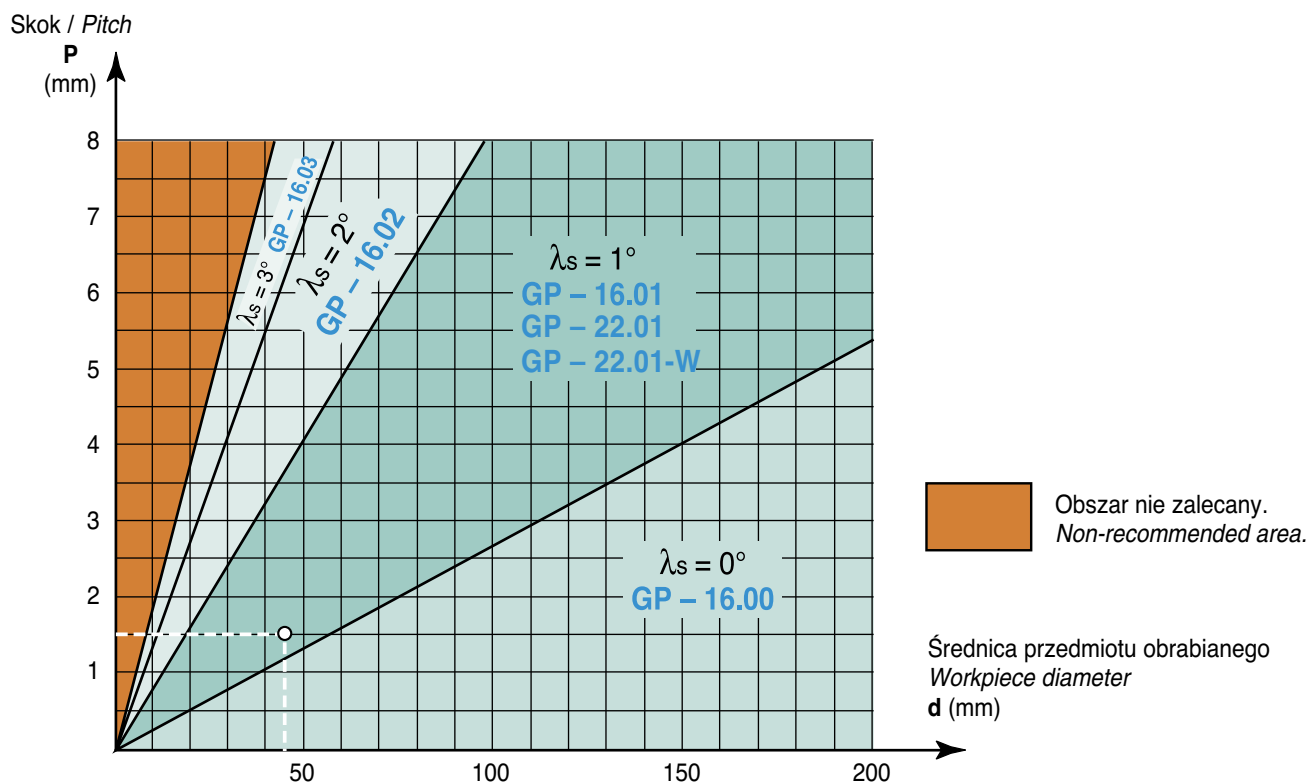


Zastosowanie narzędzi do gwintowania Application of tools for threading

Płytki podporowe / Shims	Oznaczenie / Designation	λ_s
	GP – 16.00	0°
	GP – 16.01 GP – 22.01 GP – 22.01-W	1°
	GP – 16.02	2°
	GP – 16.03	3°

Zalecane wartości kąta λ_s w zależności od średnicy nominalnej d i skoku P gwintu:

Recommended λ_s angle values depending on d nominal diameter and P pitch of thread:



○ Przykład / Example:

M 45 x 1,5

$d = 45$ mm; $P = 1,5$ mm

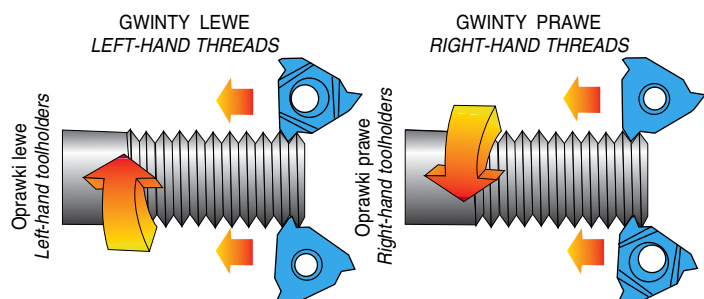
zalecana wartość kąta $\lambda_s = 1^\circ$ (z wykresu)

recommended λ_s angle value = 1° (graph)

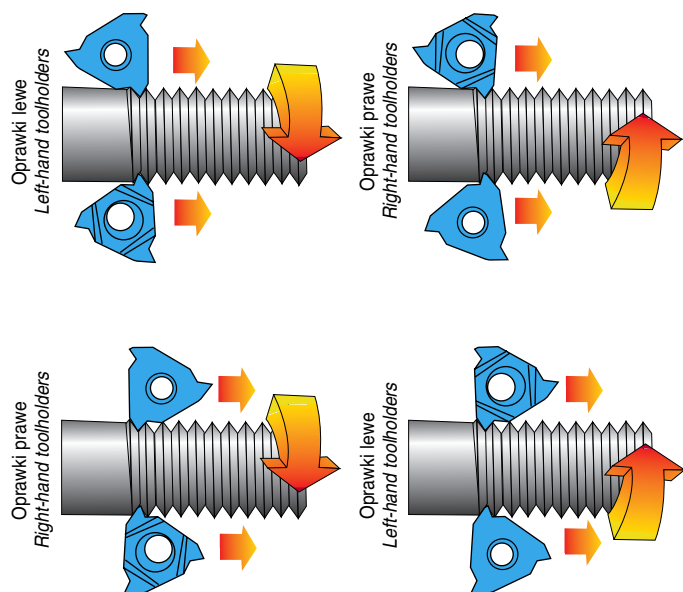
Zastosowanie narzędzi do gwintowania *Application of tools for threading*

3. Metody toczenia gwintów / *Methods for threading*

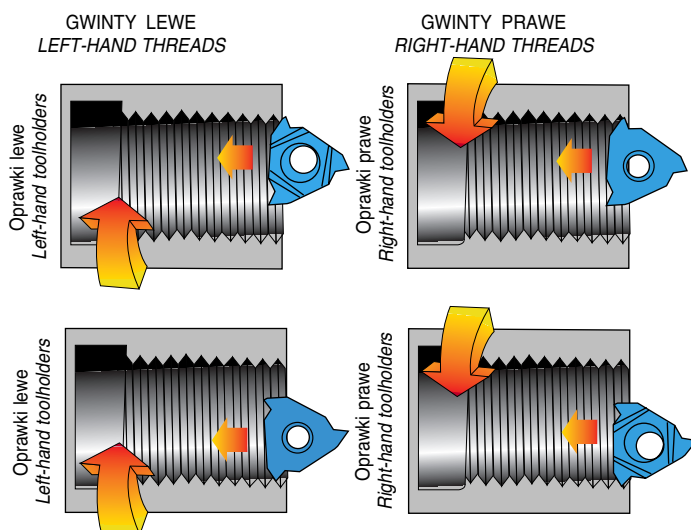
Metody toczenia gwintów zewnętrznych: *External threading methods:*



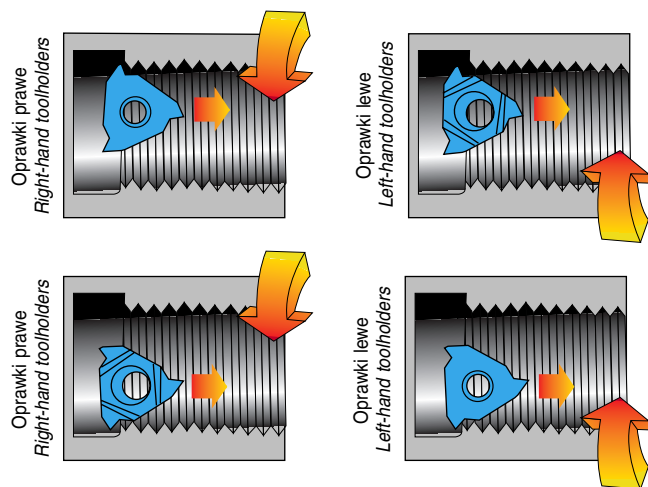
INNE OPCJE / *OTHER OPTIONS*



Metody toczenia gwintów wewnętrznych: *Internal threading methods:*



INNE OPCJE / *OTHER OPTIONS*



Płytki pokazane są z przodu lub z tyłu, w zależności od zastosowanego narzędzia.
Inserts are shown facing towards and away, depending on how the tool is applied.

Wybór metody toczenia gwintów:

Przedmiot obrabiany oraz dostępne obrabiarki determinują metodę, jaką wybieramy do toczenia gwintów.

Najczęściej stosowaną metodą jest praca w stronę uchwytu. Możliwa jest również praca od uchwytu, lecz podczas toczenia prawych gwintów narzędziami lewymi i odwrotnie, należy dokonać kompensacji kąta pochylenia płytki skrawającej, za pomocą odpowiednio dobranej podkładki.

Korzyścią wynikającą ze stosowania prawych noży do prawych gwintów i lewych noży do lewych gwintów jest fakt, że w tym przypadku podparcie płytki jest najbardziej prawidłowe. Jednakże w normalnych warunkach skrawania możliwa jest praca w sposób odwrotny.

Zaleca się stosowanie tego samego rodzaju oprawki i płytki.

Selection of threading methods:

A workpiece and accessible machine tools determine a method that is selected for threading.

The most popular method is machining towards the chuck. Working away from the chuck is also possible but when producing right-hand threads with left-hand tools and vice versa, compensation must be made for the negative helix angle using a suitable shim.

The advantage of using right-hand tools for right hand threads and left-hand tools for left-hand threads is that the holder design is made to give maximum support to the insert. However, under normal cutting conditions the opposite can be applied.

Note that the holder and the insert of the same hand should be used together.

Zastosowanie narzędzi do gwintowania Application of tools for threading

Wybór rodzaju posuwu w głębinowego / Selecting type of infeed

Istnieją trzy różne rodzaje posuwu: promieniowy, boczny oraz naprzemienny. W praktyce obrabiarka, obrabiany materiał, geometria płytki oraz skok gwintu determinują wybór rodzaju posuwu w głębinowego.

a) Posuw w głębinowy promieniowy.

Najpowszechniej stosowany. Jedyna metoda pozwalająca toczyć gwint na wielu obrabiarkach tradycyjnych. Zapewnia „miękkie” tworzenie się wióra i równomierne ścieranie się płytki. Odpowiedni do mniejszych skoków. W przypadku stosowania do skoków większych, występuje ryzyko drgań oraz utrudnionego odprowadzania wióra. Metoda ta jest zalecana do materiałów przejawiających skłonność do utwardzania się w procesie obróbki, np. stali nierdzewnej.

b) Zmodyfikowany posuw boczny.

Przesunięcie osiowe między przejściami może być obliczone dla kąta zarysu gwintu 60° jako $0,5 \times$ posuwu w głębinowego promieniowego (a_p).

Jak sterować powstawaniem wióra.

Metoda ta umożliwia uzyskanie bardzo dobrych warunków łamania i odprowadzania wiórów. Jest ona odpowiednia do gwintów o większych skokach oraz do toczenia gwintów w otworach, gdzie problemem mogą być drgania oraz odprowadzenie wiórów. W celu uniknięcia tarcia wióra o powierzchnię obrobioną (co pogarsza jej jakość), kąt posuwu w głębinowego powinien być o $3 - 5^\circ$ mniejszy od kąta zarysu gwintu.

c) Posuw w głębinowy naprzemienny.

Stosowany głównie przy dużych gwintach. Metoda ta pozwala uzyskać równomierne zużycie płytki oraz dużą trwałość narzędzia. Wymaga specjalnego programu na obrabiarkach CNC.

There are three different types of infeed: radial, flank and incremental. In practice the machine tool, workpiece material, insert geometry and thread pitch determine the choice of an infeed method.

a) Radial infeed.

Most commonly used and the only possible method in many mechanical machine tools. Gives soft chipforming and even wear on the insert. Suitable for fine pitches. Risk of vibration and bad chip control when used for coarse pitches. First choice in work hardening materials, e.g. stainless steel.

b) Modified flank infeed.

The axial movement between infeeds can be calculated simply as $0.5 \times$ the radial infeed (a_p) for a 60° flank angle.

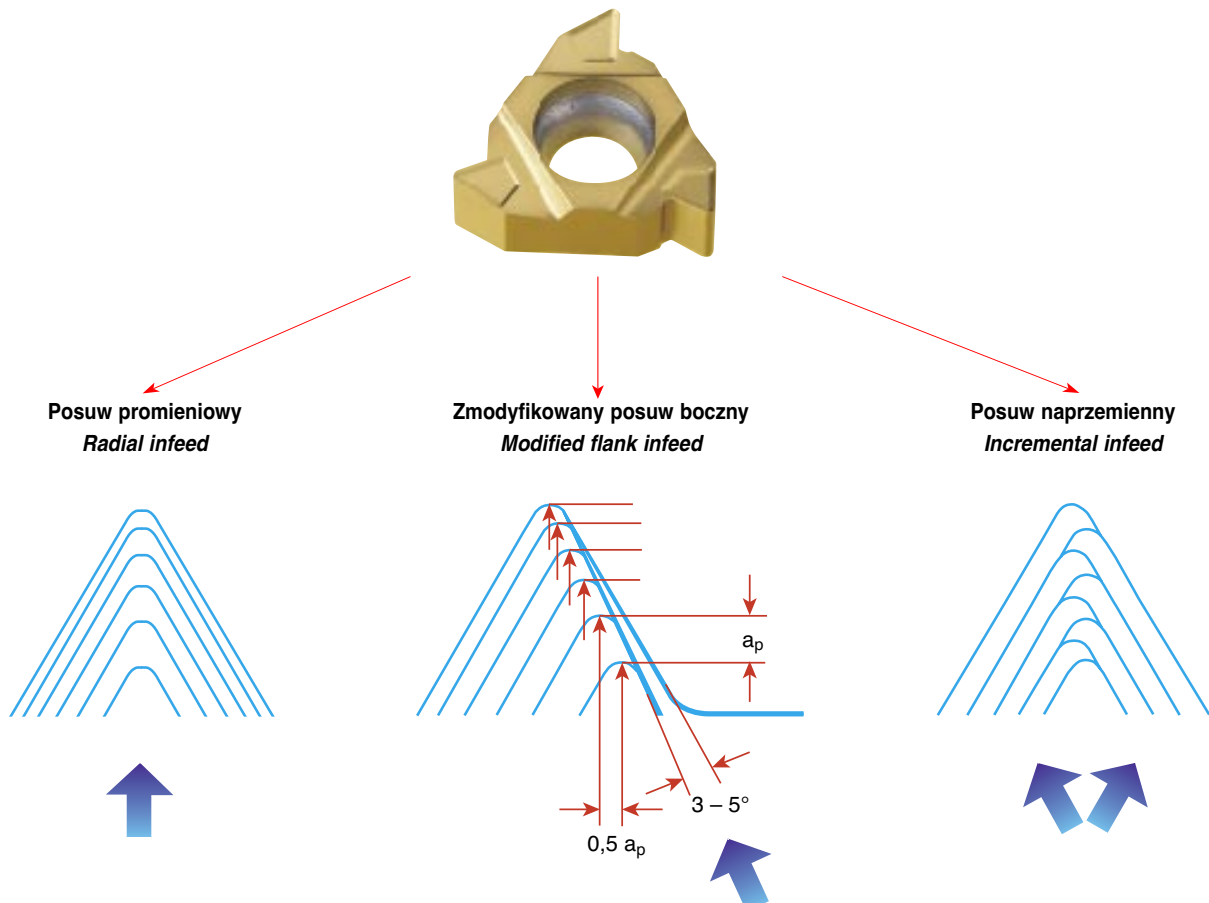
How to steer the chip.

Gives better chip control being steerable either way. Suitable for coarse threads and for internal threading when problems with chip evacuation and vibrations occur. To avoid bad surfaces or excessive flank wear due to rubbing of trailing edge, the infeed angle should be $3 - 5^\circ$ smaller than the angle of the thread.

c) Incremental infeed.

Mainly used when machining large profiles. This method gives even insert wear and long tool life.


Requires special programme on CNC machines

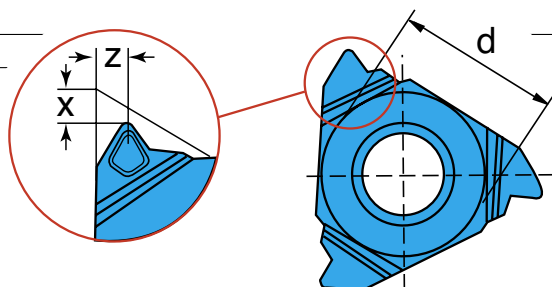


Zastosowanie narzędzi do gwintowania Application of tools for threading

4. Dobór posuwu wgłębnego / Infeed recommendations

Metryczny 60°, zewnętrzny / Metric 60°, external

Wymiary Dimensions		Skok / Pitch (mm)										Mniejsza prędkość skrawania / Lower cutting speed					
		0,50	0,75	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0	2,50	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	
	x =	1,32										1,67		1,38	1,08	0,88	
	16 ÷ 22 mm z =	0,5		0,8		1,0	1,2	1,4		1,8	2,5					2,8	
Nr przejścia Pass no.		Posuw promieniowy na przejście / Radial infeed per pass (mm)															
1		0,11	0,17	0,19	0,20	0,22	0,22	0,25	0,27	0,28	0,34	0,34	0,37	0,41	0,43	0,46	
2		0,09	0,15	0,16	0,17	0,21	0,21	0,24	0,24	0,26	0,31	0,32	0,34	0,39	0,40	0,43	
3		0,07	0,11	0,13	0,14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,25	0,25	0,28	0,32	0,32	0,35	
4		0,07	0,07	0,11	0,11	0,14	0,14	0,16	0,17	0,18	0,21	0,22	0,24	0,27	0,27	0,30	
5		0,34	0,50	0,08	0,10	0,12	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,22	0,24	0,24	0,27	
6				0,67	0,08	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14	0,17	0,17	0,20	0,22	0,22	0,24	
7					0,80	0,94	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,20	0,20	0,22	
8						0,08	0,08	0,11	0,12		0,14	0,15	0,17	0,19	0,19	0,21	
9							1,14	1,28	0,11	0,12	0,14	0,14	0,16	0,18	0,18	0,20	
10								0,08	0,11		0,12	0,13	0,15	0,17	0,17	0,19	
11									1,58	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,16	0,18	
12										0,08	0,08	0,12	0,13	0,15	0,15	0,16	
13											1,89	2,20	0,11	0,12	0,12	0,13	
14													0,08	0,10	0,10	0,13	
15														2,50	2,80	3,12	
16																0,10	
																3,41	
																3,72	



Jaką liczbę przejść zastosować?

Jaką wielkość posuwu wgłębnego na przejście?

Liczba przejść oraz wielkość posuwu wgłębnego mają decydujący wpływ na operację toczenia gwintu. Na wielu nowoczesnych obrabiarkach całkowita głębokość i głębokość pierwszego lub ostatniego przejścia powinny być podane w cyklu gwintowania.

W celu udoskonalenia wyników obróbki należy stosować się do następujących poleceń odnośnie posuwu wgłębnego (niniejsze zalecenia stanowią wartości początkowe; w celu ich dopasowania należy stosować metodę prób i błędów):

- dla uzyskania optymalnej trwałości narzędzia, średnica przedmiotu obrabianego nie powinna przekroczyć maksymalnej średnicy gwintu o wartość większą niż 0,14 mm
- należy unikać stosowania posuwów mniejszych niż 0,05 mm
- w przypadku stali austenitycznych należy unikać stosowania posuwów wgłębnych mniejszych niż 0,08 mm

How many passes?

What size of infeed per pass?


The number of passes and size of infeed can have a decisive impact on the threading operation. In most modern machine tools, the total thread depth and the first or the last cutting depth should be given in the threading cycle.

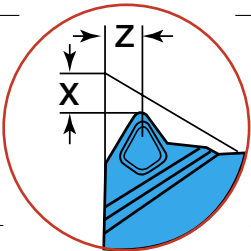
To improve the machining results the following infeed recommendations should be used (the recommendations are intended as starting values, suitable number of passes must be determined by trial and error):

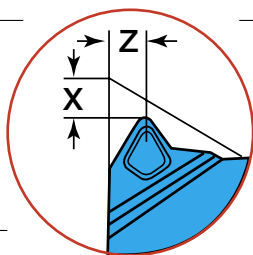
- for optimal tool life the workpiece diameter should not be more than 0.14 mm larger than the max. diameter of the thread
- infeeds of less than 0.05 mm should be avoided
- for austenitic steel, infeed of less than 0.08 should be avoided

Zastosowanie narzędzi do gwintowania Application of tools for threading

Metryczny 60°, wewnętrzny / Metric 60°, internal

Wymiary Dimensions		Skok / Pitch (mm)										Mniejsza prędkość skrawania / Lower cutting speed					
		0,50	0,75	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0	2,50	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	
	x =	1,30										1,64		1,35	1,06	0,87	
	16 ÷ 22 mm z =	0,5		0,8		1,0	1,2	1,4		1,8	2,5					2,4	
Nr przejścia Pass no.		Posuw promieniowy na przejście / Radial infeed per pass (mm)															
1		0,11	0,17	0,19	0,20	0,22	0,22	0,25	0,27	0,28	0,32	0,33	0,36	0,41	0,41	0,44	
2		0,09	0,14	0,16	0,17	0,21	0,21	0,23	0,25	0,26	0,30	0,31	0,33	0,38	0,38	0,41	
3		0,07	0,10	0,11	0,13	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20	0,23	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35	
4		0,07	0,07	0,09	0,10	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	
5		0,34	0,48	0,08	0,09	0,11	0,10	0,12	0,13	0,14	0,17	0,18	0,21	0,22	0,22	0,24	
6				0,63	0,08	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13	0,15	0,15	0,19	0,20	0,20	0,22	
7					0,77	0,90	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20	
8							0,08	0,08	0,10	0,11	0,13	0,13	0,15	0,16	0,17	0,19	
9								1,07	1,20	0,10	0,10	0,12	0,12	0,14	0,15	0,16	
10									0,08	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,15	0,16	
11										1,49	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	
12											0,08	0,08	0,10	0,12	0,14	0,15	
13												1,77	2,04	0,10	0,11	0,12	
14													0,08	0,10	0,10	0,12	
15														2,32	2,62	2,89	
16															0,10	0,10	
																3,20 3,46	





Dwa sposoby dla osiągnięcia najlepszego rezultatu.

1. Zredukowana liczba przejść – stały przekrój warstwy skrawanej.

Metoda ta wymaga względnie dużej wartości pierwszego przejścia 0,2 – 0,35 mm, w zależności od głębokości zarysu gwintu. Wartości te zmniejszają się stopniowo i kończą na 0,09 - 0,02 mm. Ostatnie przejście może być przejściem dogladzającym, bez posuwu wgłębnego. Pozwala ono na skorygowanie ewentualnych błędów obróbki powstałych na skutek odkształceń w układzie OUPN.

2. Stały przekrój warstwy skrawanej – aby osiągnąć najlepsze łamanie i spływ wiórów oraz trwałość ostrza.

Metoda ta staje się coraz bardziej popularna na nowoczesnych obrabiarkach. Przyjmując jeden z parametrów cyklu toczenia gwintu za stały, otrzymujemy stałą grubość wiórów, co pozwala na optymalizację ich tworzenia. Wartość początkowa posuwu wgłębnego powinna wynosić około 0,18 - 0,12 mm. Wartość rzeczywista posuwu wgłębnego powinna być ustalona biorąc pod uwagę ostatnie przejście, które nie powinno być mniejsze niż 0,08 mm.

Two approaches to further improve the machining results.

1) A reduced series – to give constant chip area.

This involves a relatively high start value of 0.2 – 0.35 mm, depending on the depth of the thread profile. The values decline progressively and finish at 0.09 – 0.02 mm. The last pass can be a spring pass which is a pass without infeed, the reason for which is that recoil in the machine can be taken up.

2) A constant infeed series – to obtain the best possible chip control and tool life.

A method which is becoming more common with new machines. By fixing one of the parameters in the threading cycle the chip thickness is fixed and hence chip forming can be optimised. A start value should be approximately 0.18 – 0.12 mm, the actual value should be guided by the value of the last pass which should be at least 0.08 mm.

PRZYKŁAD:

Gwint ISO, metryczny, zewnętrzny: skok 2,0 mm

Całkowita głębokość posuwu wgłębnego = 1,28 mm – 0,08 mm = 1,20 mm = 10 przejść + 1 (0,08 mm) = 0,12 mm posuw wgłębny/przejście

EXAMPLE:

ISO metric external: pitch 2.0 mm

Total depth of infeed = 1.28 – 0.08 mm = 1.20 = 10 passes + 1(0.08) = 0.12 mm infeed/pass

Zastosowanie narzędzi do gwintowania Application of tools for threading

5. Zalecane prędkości skrawania / Recommended cutting speed

Grupa ISO Group	Materiał / Material		Twardość Hardness HB	Gatunki / Grades			
				NT12	H10S	S10S	
Prędkość skrawania v_c Cutting speed v_c (m/min)							
P	Stal węglowa / Carbon steel	C = 0,10 - 0,25%	125	185	–	220	
		C = 0,25 - 0,55%	150	155	–	175	
		C = 0,55 - 0,80%	170	145	–	160	
	Stal niskostopowa / Low-alloy steel (ilość dod. stop. ≤ 5%)	Niehartowana / Non-hardened	180	125	–	135	
		Ulepszana cieplnie / Toughened	275	95	–	105	
		Ulepszana cieplnie / Toughened	350	75	–	85	
	Stal wysokostopowa / High-alloy steel (ilość dod. stop. > 5%)	Stal szybko tnąca, wyżarzana / High-speed steel, annealed	200	110	–	120	
		Hartowana stal narzędziowa / Hardened tool steel	325	80	–	85	
	Odlewy staliwne / Steel castings	Niestopowe / Non-alloy	180	200	–	175	
		Niskostopowe (ilość dod. stop. ≤ 5%) / Low-alloy	200	110	–	115	
Wysokostopowe (ilość dod. stop. > 5%) / High-alloy		225	110	–	105		
Stal manganowa, 12 – 14% Mn / Manganese steel		250	35	–	45		
M	Stal nierdzewna / Stainless steel Pręty, odkuwki / Bars, forgings Ferryt.-martenzyt. / Ferr.-mart.	Stal automatowa / Free-cutting steel	200	170	–	–	
		Niehartowana / Non-hardened	200	130	–	–	
		Utwardzana wydzieleniowo / Age-hardened	330	90	–	–	
		Hartowana / Hardened	330	85	–	–	
	Stal nierdzewna / Stainless steel Pręty/odkuwki / Bars, forgings Austenityczna / Austenitic	Stal automatowa / Free-cutting steel	200	140	–	–	
		Austenityczna / Austenitic	180	130	–	–	
		Utwardzana wydzieleniowo / Age-hardened	330	80	–	–	
		Super austenityczna / Super austenitic	200	70	–	–	
	Stal nierdzewna / Stainless steel Pręty/odkuwki / Bars, forgings Austenit.-ferryt. (Duplex)	Niespawalna C ≥ 0,05% / Non-weldable	230	95	–	–	
		Spawalna C < 0,05% / Weldable	260	75	–	–	
	Stal nierdzewna – odlewy / castings Ferryt.-martenzyt. / Ferr.-mart.	Niehartowana / Non-hardened	200	90	–	–	
		Hartowana / Hardened	330	65	–	–	
	Stal nierdzewna – odlewy / castings Austenityczna / Austenitic	Austenityczna / Austenitic	200	85	–	–	
		Utwardzana wydzieleniowo / Age-hardened	330	60	–	–	
	Stal nierdzewna – odlewy / castings Austenit.-ferryt. (Duplex)	Niespawalna C ≥ 0,05% / Non-weldable	230	85	–	–	
		Spawalna C < 0,05% / Weldable	260	65	–	–	
	Stopy żaroodporne Heat-resistant alloys	Wyżarzane / Annealed	Na bazie żelaza / Based on iron	200	45	–	–
				Starzone / Aged	280	30	–
		Wyżarzane / Annealed	Na bazie niklu / Based on nickel	250	20	–	–
				Starzone / Aged	350	15	–
Odlewy / Castings		320	10	–	–		
Wyżarzane / Annealed		Na bazie kobaltu / Based on cobalt	200	20	–	–	
			Starzone / Aged	300	10	–	–
Odlewy / Castings		320	15	–	–		
Stopy tytanu / Titanium alloys	Czystość handlowa (99,5% Ti) / Commercial purity	400 Rm	140	–	–		
	stopy jednofazowe, dwufazowe α + β wyżarzane / Single-phase alloys, two-phase alloys α + β annealed	950 Rm	60	–	–		

Zastosowanie narzędzi do gwintowania Application of tools for threading

Grupa ISO Group	Materiał / Material		Twardość Hardness HB	Gatunki / Grades		
				NT12	H10S	S10S
K	Stale bardzo twarde / Very hard steels	Ulepszone cieplnie / Toughened	59 HRC	45	45	–
	Żeliwo zabilane / Chilled cast iron	Odlewy lub odlewy po starzeniu / Castings or aged castings	400	15	–	–
	Żeliwo ciągliwe / Malleable cast iron	Ferrytyczne (krótkie wióry) / Ferritic (short chipping)	130	135	95	–
		Perlityczne (długie wióry) / Pearlitic (long chipping)	230	100	70	–
	Żeliwo szare / Grey cast iron	O niskiej wytrzymałości / Low tensile	180	130	85	–
		O wysokiej wytrzymałości / High tensile	260	110	80	–
	Żeliwo sferoidalne / Nodular cast iron	Ferrytyczne / Ferritic	160	125	110	–
		Perlityczne / Pearlitic	250	90	50	–
	Stopy aluminium / Aluminium alloys	Niestarzone / Non-aged	60	1400	500	–
		Starzone / Aged	100	490	450	–
	Stopy aluminium / Aluminium alloys	Odlewy, niestarte / Castings, non-aged	75	455	425	–
		Odlewy oraz odlewy po starzeniu / Aged castings	90	280	250	–
	Stopy aluminium / Aluminium alloys	Odlewy Si 13 – 15% / Castings Si	130	245	210	–
		Odlewy Si 16 – 22% / Castings Si	130	245	210	–
	Miedź i stopy miedzi / Copper and alloys	Dod. zw. obrab. ≥ 1% Pb / Addition ≥ 1% Pb	110	420	370	–
		Mosiądze, brązy ołowiane < 1% Pb / Brass, lead brass	90	245	210	–
		Brązy oraz miedź (także elektrolityczna) / Brass and copper	100	175	150	–

Uwaga:

– powyższe wartości v_c można w praktyce zwiększać do 30%, należy jednak pamiętać o kontroli zużycia ostrza przez dokładną obserwację krawędzi skrawającej,

– podczas toczenia gwintów w stali nierdzewnej istotne jest, aby prędkość skrawania była odpowiednio wysoka, w celu uniknięcia tworzenia się narostu na ostrzu płytki skrawającej,

– przy małych skokach oraz promieniach, prędkość skrawania należy zredukować,

– dla gwintów wymagających płytek o mniejszych promieniach naroża, gwint może być najpierw obrobiony zgrubnie za pomocą płytki o większym promieniu naroża; pozwala to zwiększyć trwałość kolejnej płytki o mniejszym promieniu przy wykańczającej obróbce gwintu.

Note:

– in practice the v_c values given above may be increased up to 30%, edge wear should be controlled by careful observation of a cutting edge,

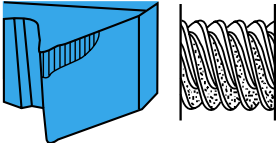
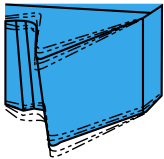
– when threading in stainless steel it is important to keep the cutting speed appropriately high to avoid cutting edge build-up,

– cutting speed should be reduced for small pitches and radii,

– for threads requiring inserts with smaller corner radii, the thread may be roughed first with an insert with a higher corner radius; this will increase tool life of an insert with a smaller radius when finishing the thread.

Zastosowanie narzędzi do gwintowania Application of tools for threading

6. Sposoby zapobiegania problemom występującym podczas toczenia gwintów Precavitions against threading problems

PROBLEM PROBLEM	PRZYCZYNA CAUSE	ŚRODKI ZAPOBIEGAWCZE REMEDY
<p>Nadmierne starcie na powierzchni przyłożenia. Niezadowalająca jakość powierzchni bocznej gwintu. <i>Abnormal flank wear. Poor surface on one flank of thread.</i></p> 	<p>1 Niewłaściwy rodzaj posuwu wglębnego. 2 Kąt pochylenia płytki jest niewłaściwy dla danego skoku gwintu.</p> <p><i>1 Incorrect method for flank infeed. 2 Insert inclination angle does not agree with the lead angle of the thread.</i></p>	<p>1 Należy zmienić rodzaj posuwu wglębnego (zmodyfikowany posuw boczny 3 – 5°). 2 Należy zmienić podkładkę, aby uzyskać właściwy kąt pochylenia płytki.</p> <p><i>1 Change method of infeed (modified flank infeed 3 – 5°). 2 Change shim to obtain correct angle of inclintion.</i></p>
<p>Drgania <i>Vibrations</i></p> 	<p>1 Niewłaściwe zamocowanie przedmiotu obrabianego. 2 Nieprawidłowe ustawienie narzędzia. 3 Złe parametry skrawania. 4 Nieprawidłowe ustawienie narzędzia w osi.</p> <p><i>1 Incorrect clamping of workpiece. 2 Incorrect set-up of the tool. 3 Incorrect cutting data. 4 Incorrect centre height.</i></p>	<p>1 Zastosować bardziej miękkie szczęki. 2 Zoptymalizować wielkość nakietka i sprawdzić nacisk zabieraka. Zmniejszyć wysięg narzędzia. 3 Zastosować posuw wglębny o stałej wielkości 0,1-0,16. Zwiększyć prędkość skrawania, a gdy to nie pomoże, należy obniżyć ją znacznie. 4 Skorygować wysokość narzędzia.</p> <p><i>1 Use softer jaws. 2 Optimise centre hole and check pressure of face driver. Minimise overhang of tool. 3 Use constant infeed series 0.1 – 0.16 Increase cutting speed; if this does not help lower speed dramatically. 4 Adjust centre height.</i></p>
<p>Niezadowalająca jakość gwintu <i>Poor surface quality on the thread in general</i></p>	<p>1 Za niska prędkość skrawania. 2 Płytką znajduje się powyżej osi.</p> <p><i>1 Cutting speed too low. 2 The insert is above the centre height.</i></p>	<p>1 Zwiększyć prędkość skrawania. 2 Ustawić narzędzie w osi.</p> <p><i>1 Increase cutting speed. 2 Adjust centre height.</i></p>
<p>Złe odprowadzanie wiórów <i>Poor chip control</i></p>	<p>1 Niewłaściwy rodzaj posuwu wglębnego.</p> <p><i>1 Incorrect method of infeed.</i></p>	<p>1 Należy zmienić rodzaj posuwu wglębnego (zmodyfikowany posuw boczny 3 – 5°).</p> <p><i>1 Change method of infeed (modified flank infeed 3 – 5°)</i></p>
<p>Zbyt płytki zarys gwintu <i>Shallow profile</i></p>	<p>1 Nieprawidłowe ustawienie narzędzia w osi. 2 Złamanie płytki. Zbyt szybkie zużycie płytki.</p> <p><i>1 Wrong centre height. 2 Insert breakage, excessive wear.</i></p>	<p>1 Ustawić narzędzie w osi. 2 Zmienić naroże płytki na nowe.</p> <p><i>1 Adjust centre height. 2 Change cutting edge.</i></p>
<p>Niewłaściwy zarys gwintu <i>Incorrect thread profile</i></p>	<p>1 Nieodpowiedni kąt oraz promień zarysu gwintu. Płytki wewnętrzne zastosowane jako zewnętrzne i odwrotnie. 2 Nieprawidłowe ustawienie narzędzia w osi. 3 Oprawka nie jest prostopadła do osi. 4 Błąd podziałki na maszynie.</p> <p><i>1 Unsuitable thread profile, angle of thread and nose radius; internal inserts used for external operation or vice versa. 2 Wrong centre height. 3 Holder not 90° to centre line. 4 Pitch error in machine.</i></p>	<p>1 Dobrać prawidłowo płytkę do oprawki. 2 Skorygować wysokość narzędzia. 3 Wyrównać do 90°. 4 Skorygować podziałkę.</p> <p><i>1 Correct tool and insert. 2 Adjust centre height. 3 Adjust to 90°. 4 Correct the machine.</i></p>

Zastosowanie narzędzi do przecinania Application of tools for parting

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

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

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.

Parting tools are used for parting of materials with varied hardness: steel, cast steel, cast iron. The tool consists of:

- a blade,
- a clamping block,
- a sintered carbide insert.



Modern blade construction and application of a special stopper prevents excessive slipping of the insert into the blade seat, which increases its efficiency and productivity, protecting it at the same time against too quick wear.

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 ÷ 0,15 mm ponad osią obrabianego materiału,

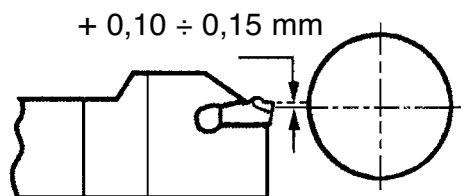
Practical suggestions:

- an insert must be clamped in the seat by means of a plastic hammer,
- the minimum feed is the feed where a spiral chip is produced,
- the recommended cutting depth is determined by the formula:

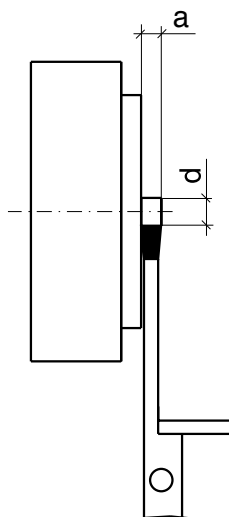
$$a_p = 7 \times a$$

where: a_p – cutting depth
 a – insert width

- when cutting solid bars, the cutting edge of the insert should be 0.10 – 0.15 mm above the workpiece axis,



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



- it is recommended that the feed should be reduced up to approx. 0.05 mm/rev when approaching the workpiece axis if $a \geq d$.

Zastosowanie narzędzi do rowkowania P61.. Application of tools for grooving P61..

Płytki wielostrzowe do nacinania rowków produkowane są jako dwustrzowe, w poniższych odmianach:

- płytki do rowków o profilu prostokątnym, oznaczone symbolem **X61.... R/L**

wytwarzane w wersji prawo- i lewotnącej, w znormalizowanym, zgodnym z PN szeregu o szerokości rowka od 1,1 – 3,15 i 4,15 – 5,50 mm,

- płytki do rowków o profilu okrągłym, oznaczone symbolem **X61....-R R/L**

również wytwarzane w wersji prawo- i lewotnącej o znormalizowanym, zgodnym z PN, szeregiem promieni uszczelnień okrągłych $r_e = 1,0; 1,5; 2,0; 2,5$ mm.

Dla zagwarantowania wysokiej trwałości i powtarzalności wymiaru szerokości nacinanego rowka, płytki wykonane zostały ze specjalnego gatunku węgla spiekanego pokrytego w procesie PVD związkami tytanu.

Noże składane do nacinania rowków produkuje się do:

- toczenia rowków zewnętrznych oznaczone symbolem **P61.SFR/L**

oferowane w wersji prawo- i lewotnącej,

- toczenia rowków wewnętrznych od średnicy $D_m = 16$ mm oznaczone symbolem **P61.SGR/L**

oferowane w wersji prawo- i lewotnącej.

Dostępne są także praktyczne zestawy narzędzi do nacinania rowków **ZESTAW – 61**, zawierające komplet noży składanych i płytek o profilu prostokątnym w pełnym zakresie znormalizowanych rowków.

Indexable inserts for grooving are produced as two-edge inserts in the following options:

- *inserts for rectangular grooving, designated as **X61... R/L***

made in right- and left-cutting versions in a standard PN-compliant series with a groove width of 1.1 – 3.15 and 4.15 – 5.50 mm,

- *inserts for round grooving, designated as **X61...-R R/L***

also made in right- and left-cutting versions with a standard PN-compliant series of round radii $r_e = 1.0; 1.5; 2.0; 2.5$ mm.

To ensure long tool life and high groove width repeatability, inserts are made of special sintered carbide grade, coated with titanium compounds in a PVD process.

Toolholders for grooving are designed for:

- *external grooving, designated as **P61.SFR/L***

available in right- and left-cutting versions,

- *for internal grooving with a diameter of $D_m = 16$ mm, designated as **P.61.SGR/L***

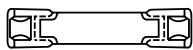
available in right- and left-cutting versions.

*Practical grooving sets **SET – 61** – are available. They consist of a set of toolholders and indexable inserts with a rectangular profile in a full range of standard grooves*

ZESTAW – 61 / SET – 61

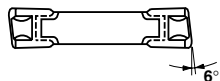


Zastosowanie narzędzi do rowkowania z roztaczaniem P92.. Application of tools for grooving and recessing P92..



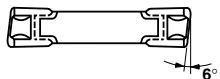
X92..-N

Pierwszy wybór do rowkowania i przecinania.
First choice for grooving and parting.



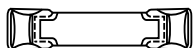
X92..-R

Alternatywny wybór do przecinania - kąt czołowy 6° pozwala na zmniejszenie czopika pod koniec przecinania i likwiduje zadziory ale powoduje tendencje do odginania się narzędzia co może mieć negatywny wpływ na trwałość płytki i jakość powierzchni obrabianej.



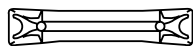
X92..-L

Alternatywny wybór do rowkowania z roztaczaniem - 6° face angle reduce the nib at the end of parting and removes burrs but as a consequence the tool tends to bend out, which may have a negative impact on insert life and surface quality.



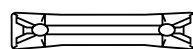
X92..-S

Pierwszy wybór do rowkowania z roztaczaniem.
First choice for grooving and recessing.



X92..-MS

Alternatywny wybór do rowkowania z roztaczaniem szczególnie do roztaczania z większymi głębokościami.



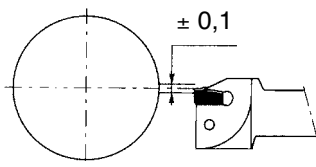
X92..-VS

Alternative choice for grooving and recessing, in particular for recessing at higher depths.

Zalecane prędkości skrawania v_c / Recommended cutting speed v_c (mm/min)

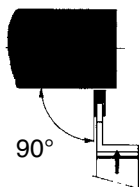
Rodzaj płytki Insert type	X92..-N, -R, -L	X92..-S	X92..-MS	X92..-VS	Zalecane posuwy f_n (mm/obr) Recommended feed (mm/rev)
Rowkowanie i przecinanie Grooving and parting	120	90	100	100	0,1
Rowkowanie z roztaczaniem Grooving and recessing	—	150	90	120	max. 0,16
Rowkowanie od czoła Face grooving	150	120	—	—	max. 0,14

Zalecenia ogólne: / General recommendations:



①

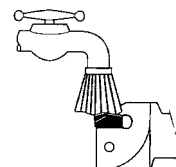
Ustawienie noża w osi z dokładnością $\pm 0,1$ ma istotny wpływ na trwałość płytki i jakość obróbki.
Positioning of the holder in an axis with ± 0.1 accuracy considerably affects insert life and performance.



②

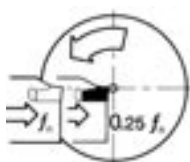
Prostopadłe ustawienie noża do osi przedmiotu obrabianego gwarantuje prostopadłość powierzchni po cięciu, zmniejszenie drgań, zwiększenie trwałości ostrza.

Perpendicular positioning of the holder towards the workpiece guarantees perpendicular surface after cutting, decreases vibrations and increases edge life.



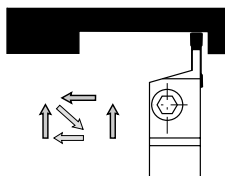
③

Zaleca się stosowanie chłodziwa w trakcie obróbki (prawidłowe chłodzenie zwiększa trwałość ostrza).
Use of coolant during machining is recommended (correct cooling increases edge life).



④

Redukcja posuwu przy przecinaniu na 3-4 mm przed osiągnięciem osi detalu pozwala zmniejszyć obciążenie ostrza skrawającego.
Reduction of feed when cutting in 3-4 mm before reaching the workpiece axis leads to lower load on the cutting edge.

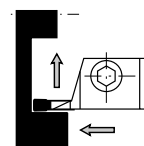


⑤

Przy roztaczaniu przed zmianą kierunku posuwu zaleca się odsuwać nóż od detalu i po wzdluznym dosunięciu do ścianki ponownie zagłębić w materiał. Pozwala to na zmniejszenie błędów spowodowanych ugięciem narzędzia a w rezultacie na poprawę jakości obróbki i zwiększenie trwałości noża.

When recessing, before changing the feed direction, it is recommended that the edge should be moved away from the workpiece and after moving it longitudinally towards the wall, dipped into the material again.

This will lead to fewer errors due to bending of the tool and, consequently, improve performance and tool life.



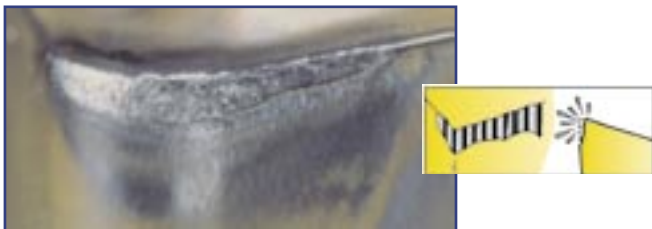
⑥

Stosując płytki X92..-S można roztaczać rowki od czoła w zakresie średnic określonych rodzajem wkładki C92. Zaleca się aby obróbkę zaczynać od maksymalnej dopuszczalnej średnicy i prowadzić ją do osi.

Using X92...-S inserts face grooves may be recessed within the diameter range determined by a type of C92 insert. It is recommended that machining should start with a maximum permissible diameter and then led towards the axis.

Rodzaje zużycia ostrza Tooth wear

Starcie na powierzchni przyłożenia Flank wear



Zużycie – szybkie starcie na powierzchni przyłożenia, powodujące niską jakość powierzchni obrabianej oraz niezgodności wymiarowe detalu.

Przyczyna – zbyt duża prędkość skrawania lub za niska odporność na ścieranie.

Środki zaradcze – wybrać gatunek o większej odporności na ścieranie. Dla materiałów mających skłonność do utwardzania się w czasie obróbki, należy zastosować mniejszy kąt przystawienia. Zmniejszyć prędkość skrawania przy obróbce materiałów żaroodpornych.

Tool wear – rapid flank wear causing poor surface texture or inconsistency in tolerance.

Cause – cutting speed too high or insufficient wear resistance.

Remedy – select a more wear resistant grade. For work-hardening materials, select a smaller entering angle. Reduce cutting speed when machining heat resistant material.

Odształcenie plastyczne Plastic deformation



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

Przyczyna – zbyt duża temperatura skrawania oraz nacisk na powierzchnię natarcia płytki.

Środki zaradcze – zastosować twardszy gatunek o większej odporności na ścieranie. Zmniejszyć prędkość skrawania. Zmniejszyć posuw.

Tool wear – plastic deformation of edge, depression or flank impression, leading to poor chip control poor surface finish and insert breakage.

Cause – cutting temperature and pressure too high.

Remedy – select a more wear resistant grade, which is harder. Reduce cutting speed. Reduce feed.

Krater na powierzchni natarcia Crater wear



Zużycie – nadmierne zużycie w formie krateru, 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.

Środki zaradcze – najpierw zmniejszyć prędkość skrawania aby obniżyć temperaturę, w drugiej kolejności zmniejszyć posuw. Wybrać bardziej odporny na ścieranie gatunek.

Tool wear – excessive crater wear causing a weakened edge and poor surface finish.

Cause – excessive cutting temperatures and pressure on the top face of inserts.

Remedy – first, reduce cutting speed to obtain a lower temperature and secondly, the feed. Select a more wear resistant grade.

Narost Built-up edge



Zużycie – 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. Ciągliwy, klejący się do ostrza płytki materiał np. stal niskowęglowa, nierdzewna lub aluminium.

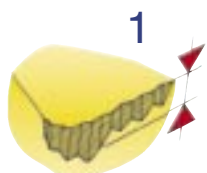
Środki zaradcze – zwiększyć prędkość skrawania. Wybrać płytkę o dodatniej geometrii.

Tool wear – built-up edge causing poor surface finish and cutting edge chipping, when the BUE is torn away.

Cause – cutting zone temperature is too low. Negative cutting geometry. Very sticky material, such as low-carbon steel, stainless steels and aluminium.

Remedy – increase cutting speed. Select a positive geometry insert.

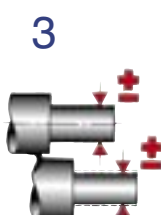
OZNAKI NADMIERNEGO ZUŻYCIA: INDICATIONS OF EXCESSIVE TOOL WEAR:



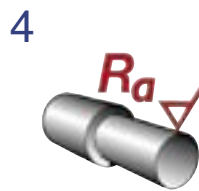
Zużycie narzędzi.
Tool wear.



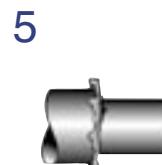
Wzrost poboru mocy
przez obrabiarkę.
Rise in machine power.



Wymiary przedmiotu nie mieszczą
się w wymaganych tolerancjach.
Component out of tolerance.



Niska jakość.
Poor surface finish.



Powstawanie zadziorów
na detalu.
Burr formation
on component.

Rodzaje zużycia ostrza Tooth wear

Pęknięcia cieplne Thermal cracks



Zużycie – małe pęknięcia prostopadłe do krawędzi skrawającej, powodujące łuszczenie oraz niską jakość powierzchni obrabianej.

Przyczyna – zbyt duże zmiany temperatury. Obróbka przerywana. Nierównomierne dostarczanie chłodziwa.

Środki zaradcze – wybrać gatunek o większej udarności. Chłodziwo powinno być podawane obficie lub w ogóle.

Tool wear – small cracks perpendicular to the cutting edge causing chipping and poor surface finish.

Cause – excessive temperature variations. Intermittent machining. Varying coolant supply.

Remedy – select a tougher insert grade. Coolant should be applied copiously or not at all.

Wykruszenia Chipping



Zużycie – małe wykruszenia na krawędzi skrawającej, prowadzące do niskiej jakości powierzchni obrabianej oraz nadmiernego starcia na powierzchni przyłożenia.

Przyczyna – zbyt krucha krawędź skrawająca. Za słaba krawędź płytki. Utworzył się narost.

Środki zaradcze – wybrać gatunek o większej udarności. Wybrać płytkę o mocniejszej krawędzi skrawania. Zmniejszyć prędkość skrawania.

Tool wear – small cutting edge chipping leading to poor surface texture and excessive flank wear.

Cause – cutting edge too brittle. Insert edge too weak. Built-up edge has been formed.

Remedy – select tougher grade. Select an insert with a stronger cutting edge. Decrease cutting speed.

Złamanie krawędzi Edge fracture



Zużycie – zniszczeniu może ulec nie tylko płytka, ale również podkładka i przedmiot obrabiany.

Przyczyna – zbyt kruchy gatunek węglik. Za duże obciążenia płytki. Za duży kąt przyłożenia płytki. Za mały rozmiar płytki.

Środki zaradcze – wybrać bardziej ciągliwy gatunek węglik. Zmniejszyć posuw i/lub głębokość skrawania. Wybrać płytkę o mniejszym kącie przyłożenia i/lub natarcia, najlepiej płytkę jednostronną. Zwiększyć stabilność układu OUPN.

Tool wear – damages not only the insert but can also ruin the shim and workpiece.

Cause – too brittle carbide grade. Excessive load on the insert. Too high clearance. Too small insert.

Remedy – reduce feed and/or depth of cut. Select a stronger geometry, preferably a single sided insert. Select a thicker/larger insert and tougher grade. Improve stability.

Powstanie karbów Notch wear



Zużycie – karby powodują niską jakość powierzchni obrabianej oraz ryzyko złamania krawędzi.

Przyczyna – za duża prędkość skrawania lub niedostateczna odporność na ścieranie

Środki zaradcze – wybrać gatunek o większej odporności na ścieranie. Dla materiałów mających skłonność do utwardzania się podczas obróbki, należy zastosować mniejszy kąt przystawienia. Podczas obróbki materiałów żaroodpornych należy zmniejszyć prędkość skrawania.

Tool wear – notch wear causing poor surface texture and risk of edge breakage.

Cause – cutting speed too high or insufficient wear resistance.

Remedy – select a more wear resistant grade. For work-hardening materials, select a smaller entering angle. Reduce cutting speed when machining heat resistant material.

6



Wydzielająca się nadmierna ilość ciepła.
Excessive heat generated.

7



Wykruszenia krawędzi skrawającej.
Insert chippings found.

8



Słabe odprowadzanie ciepła w czasie obróbki.
Poor heat distribution during machining.

9



Złe warunki łamania i odprowadzania wiórów.
Poor chip control.

10



Duży hałas podczas obróbki.
Excessive noise during machining.

11



Tendencja do drgań.
Vibration tendency.