



Spis treści

Wykaz tabel - wytyczne technologiczne do gwintowania	293
Przegląd - gwintowniki ręczne i maszynowe do otworów przelotowych	294
Przegląd gwintowników maszynowych do otworów nieprzelotowych	296
Przegląd gwintowników bezwiórowych i frezów do gwintów	298
Gwintowanie przy użyciu płytek skrawających	299
Rodzaje gwintów	300
Tabele otworów pod gwint	302
System mikrosmarowania	306
1 Metody wykonywania gwintów	307
2 Gwintowanie otworów	307
2.1 Opis metody	307
2.2 Rodzaje gwintowników	308
2.3 Zużycie i droga pracy gwintownika odpowiadająca jego okresowi trwałości	308
2.4 Podział warstwy skrawanej przy gwintowaniu	309
2.5 Siły i zapotrzebowanie mocy przy gwintowaniu	310
2.6 Wskaźniki technologiczne dla gwintowników	311
3 Gwintowanie bezwiórowe	312
4 Frezowanie gwintów	313
4.1 Zasada frezowania gwintów krótkich	313
4.2 Obliczanie czasu głównego	313
4.3 Cechy szczególne gwintowania za pomocą frezów	314
4.4 Wykonywanie gwintów za pomocą frezów wierząco-gwintujących	315
4.5 Frezowanie gwintów za pomocą frezów trzpieniowych	317
4.6 Frezowanie gwintów z użyciem płytek skrawających	319
4.7 Frezowanie obiegowe i frezowanie gwintów przy zastosowaniu płytek skrawających wielobocznych i trójkątnych	322
5 Toczenie gwintów	325
5.1 Wybór prawidłowej metody obróbki i płytki podporowej	326
5.2 Wybór dosuwu	328
5.2.1 Dosuw promieniowy	328
5.2.2 Dosuw wzdłuż boku zarysu gwintu	329
5.2.3 Dosuw naprzemienny	329
5.2.4 Liczba przejść i dosuw w każdym przejściu	329
5.3 Czas główny przy toczeniu gwintów	330
5.4 Przykład toczenia gwintów	331
5.5 Usuwanie usterek przy toczeniu gwintów	332
5.6 Zalecenia technologiczne GARANT do toczenia gwintów	333

Wykaz tabel - wytyczne technologiczne do gwintowania

		Materiał narzędzia skrawającego / powłoka	Nr tabeli	Strona
Gwintowanie otworów	Gwintowniki maszynowe do obróbki materiałów twardych	Wykonane całkowicie ze stopów twardych	4.1	311
Frezowanie gwintów	Frezy maszynowe wierząco-gwintujące	Wykonane całkowicie ze stopów twardych/TiAlN	4.2	316
	Frezy maszynowe trzpieniowe do gwintowania	Wykonane całkowicie ze stopów twardych/TiAlN	4.3	318
	Frezy trzpieniowe do gwintowania w stalach hartowanych z pogłębiaczem	Wykonane całkowicie ze stopów twardych	4.4	319
	Frezy do gwintowania z płytkami skrawającymi i chłodzeniem wewnętrznym	Stop twardy / TiAlN	4.7	321
	Frezy obwiedniowe i do gwintowania z płytkami wielobocznymi i trójkątnymi	Stop twardy	4.8	324
Toczenie gwintów	GARANT Toczenie gwintów	Stop twardy / TiN / TiAlN	4.13	333



Przeгляд - gwintowniki ręczne i maszynowe do otworów przelotowych

rodzaj gwintu ▶ barwny pierścień ▶	M	M-LH	MF	G	BSW	UNC	UNF	M					
numer katalogowy	130150	130400	130450	130460	130470	130550	130670	130700	130750	131100	131120	131130	131140
do otworów przelotowych	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D
do otworów nieprzelotowych	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D					3×D
nakrój (kształt)	A/D/C	A/D/C	A/D/C	A/D/C	D/C	D/C	A/D/C	D/C	D/C	B	B	E	C
tolerancja	6H	6H	6HX	6H	6H	ISO 228	średnie	2B	2B	6H	6H	6H	6HX
materiał skrawający	HSS	HSS/E	HSS/E	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS-E	HSS-PM	HSS/E	HM
powłoka			azotow.							wap.	tw.chrom	TiAN	
wewn. kanały chłodzące (IK)												IK	
zakres wielkości	1-30	2-20	2-20	2-20	2-52	1/8"-2"	1/8"-1"	nr 2-1"	nr 4-1"	1,6-24	2-20	1,6-12	3-12
▼ przeznaczenie	prędkość skrawania Vc = m / min.												
aluminium dające długi wiór	○			○	○	○	○	○	○	○	9-16	10-21	
aluminium dające krótki wiór	○			○	○	○	○	○	○	○	9-16	10-21	10-21
odlew aluminium > 10% Si	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10-21		15-21
stal < 500 N/mm ²	●			●	●	●	●	●	●	●	9-20	9-30	9-30
stal < 750 N/mm ²	●	●		●	●	●	●	●	●	●			
stal < 900 N/mm ²	●	●		●	●	●	●	●	●	●			
stal < 1100 N/mm ²		○	●										
stal < 1400 N/mm ²			●										
stal > 45 HRC													
INOX < 900 N/mm ²		○											
INOX > 900 N/mm ²		○											
stopy Ti > 850 N/mm ²		●											
żelazo szare (G)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	9-16	10-21	10-21
mosiądze													
grafit i G(C)FK, duroplasty	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			5-30
uniwersalne	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			

rodzaj gwintu ▶ barwny pierścień ▶	M	M												
numer katalogowy	132080	132150	132160	132170	132400	132420	132450	132500	132550	132570	132600	132640	132700	132720
do otworów przelotowych	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D
do otworów nieprzelotowych	2×D							3×D	3×D	3×D	3×D			
nakrój (kształt)	D	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	B	CS	B
tolerancja	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6H	6H	6H
materiał skrawający	VHM	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HM	HSS/E	HSS/E	HSS/E
powłoka	TiAN	wap.	TiCN	TiCN	HSS-PM	azotow.	TiCN	azotow.	TiCN				TiN	TiCN
wewn. kanały chłodzące (IK)														
zakres wielkości	3-12	2-24	1,6-24	1,6-20	2,5-16	2-24	3-24	2-20	2-20	3-16	2-10	1-30	3-16	3-16
▼ przeznaczenie	prędkość skrawania Vc = m / min.													
aluminium dające długi wiór														
aluminium dające krótki wiór		9-16	10-21		10-19							9-16	10-21	10-21
odlew aluminium > 10% Si					10-19									
stal < 500 N/mm ²		9-20	9-30	23-30								9-20	9-30	9-30
stal < 750 N/mm ²		9-20	8-30	15-30								9-20	8-30	8-30
stal < 900 N/mm ²		9-20	8-30	15-30	9-26	9-26						9-20	8-30	8-30
stal < 1100 N/mm ²					6-11	6-11						4-8	6-11	6-11
stal < 1400 N/mm ²					2-5	2-5								
stal > 45 HRC	1-4													
INOX < 900 N/mm ²		4-9	5-11	8-10								4-9	5-11	5-11
INOX > 900 N/mm ²			4-8	5-9			4-8							
stopy Ti > 850 N/mm ²					2-6	2-6	2-4							
żelazo szare (G)								6-11	6-21	10-15				
mosiądze		9-16	10-21					9-16	10-21	10-30	9-16	9-16	10-21	10-21
grafit i G(C)FK, duroplasty	5-30				5-28	5-28							5-25	5-25
uniwersalne												4-20	5-30	5-30

● / pismo pogrubione = nadają się bardzo dobrze; ○ / pismo normalne = przydatne warunkowo



M																
131150-131200	131250	131280	131290	131300-131350	131450	131650	131700	131750	131760	131800	131850	131900	131920	131930	131950	132050
2x D	2x D	3x D	3x D	2x D	2x D	2x D	2x D	2x D	3x D	2x D	3x D	2x D	3x D	3x D	1,5x D	1,5x D
B	C	B	CS	B	B	B	D	D	B	A	B	B	B	B	C	C
6H	6H	6H	6H	6G	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6HX	6HX	6HX	6HX
HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E
	TIN												wap.	TICN		TIN
1-36	3-20	3-20	3-20	2-20	2-16	2-20	2-30	3-12	3-20	2-16	2-20	3-20	2-24	3-24	2,5-20	6-16
prędkość skrawania Vc = m/min.																
9-16	10-21			9-16	9-16	9-16	9-16	9-16	9-16	9-16			9-16	9-16		
9-20	9-30	9-26	9-26	9-20	9-20	9-20	9-20	9-20	9-20	9-20	9-20	9-20	9-20	9-30	9-30	8-30
9-20	8-30	9-26	9-26	9-20	9-20	9-20	9-20	9-20	9-20	9-20	9-20	9-20	9-20	8-30	9-20	8-30
		6-11	6-11										4-8	4-8	6-11	4-8
															2-4	2-5
							6-11	6-11	2-3							
										6-11	6-11	6-11	9-16			
												9-16				
4-20	5-30	5-26	5-26	4-20	4-20	4-20	4-20	4-20	4-20	4-20						



M		M-LH		MF						MF-LH		G		UNC	UNF	PG
132730	132740	132800	132830	132835	132860	132862	132870	132880	132900	133010	133300	133320	133350	133400	133450	
3x D	3x D	3x D	2x D	2x D	2x D	2x D	3x D	3x D	3x D	2x D	1,5x D	2x D	3x D	3x D	3x D	
B	B	B	B	CS	B	D	B	B	C	B	C	D	B	B	D	
6H	6H	6H	6H	6H	6H	6HX	6HX	6HX	6H	6H	ISO 228	ISO 228	2B	2B		
HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	VHM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	ISO 228	VHM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	
TAIIN	TICN	wap.		TIN	TICN	TAIIN	wap.	azotow.	TIN			TAIIN				
IK											1/8"-1"	1/8"-1/4"	nr 4-1"	nr 10-1"	7-36	
6-20	3-20	3-24	2-63	5-24	3-30	8-12	4-24	4-22	3-30	8-16						
prędkość skrawania Vc = m/min.																
16-40	10-21	9-16	9-16	16-40			9-16		10-21		9-16		9-16	9-16	9-16	
23-30	9-30		9-20	23-30			9-20		9-30	9-20	9-20		9-20	9-20	9-20	
15-30	8-30	9-20	9-20	15-30	8-30		9-20		8-30	9-20	9-20		9-20	9-20	9-20	
15-30	8-30	9-20		8-30			9-20		8-30	9-20						
11-15	6-11	4-8		6-11					6-11							
						1-4							1-4			
8-10	5-11	4-9					4-9		5-11						4-9	
								6-11								
25-31	10-21	9-16					9-16	9-16	10-21						9-16	
							5-30	5-25					5-30			
8-40	5-30	4-20							5-30					4-20	4-20	

pismo pogrubione = nadają się bardzo dobrze; pismo normalne = przydatne warunkowo

Przegląd gwintowników maszynowych do otworów nieprzelotowych

rodzaj gwintu ▶ barwny pierścień ▶	M										
nr katalogowy	134200	134250	134270	134600	134620	134650	134660	134850	135100	135150	135290
do otworów nieprzelotowych	3×D	3×D	2×D	2×D	3×D	2×D	3×D	3×D	3×D	3×D	2×D
nakrój (forma)	C	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C
tolerancja	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H
materiał skrawający	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	VHM
powłoka		wap.	chrom tw.						TIN	wap.	
wewn. kanały chłodzące (IK)											IK
zakres wielkości	2 – 10	1,6 – 24	1,6 – 20	2 – 30	3 – 20	3 – 12	3 – 20	2 – 30	3 – 20	2 – 20	6 – 16
▼ przeznaczenie	prędkość skrawania Vc = m / min.										
aluminium dające długi wiór	9 – 16	9 – 16	16 – 40								
aluminium dające krótki wiór	9 – 16	9 – 16	16 – 40			9 – 16	9 – 16	9 – 16	10 – 21		
odlew aluminium > 10% Si			14 – 31								
stal < 500 N/mm ²		9 – 20	23 – 30	9 – 20	9 – 26	9 – 20	9 – 20	9 – 20	9 – 30	9 – 20	9 – 30
stal < 750 N/mm ²				9 – 20	9 – 26	9 – 20	9 – 20	9 – 20	8 – 30	9 – 20	8 – 30
stal < 900 N/mm ²					9 – 26				8 – 30	9 – 20	8 – 30
stal < 1100 N/mm ²					6 – 11						
stal < 1400 N/mm ²											
stal > 45 HRC											
INOX < 900 N/mm ²											
INOX > 900 N/mm ²											
stopy Ti > 850 N/mm ²											
żelazo szare (G)		9 – 16	25 – 31				6 – 11	6 – 11	6 – 21	6 – 11	
mosiądze								9 – 16	10 – 21	9 – 16	
grafit i G(C)/FK, duroplasty				4 – 20							5 – 30
uniwersalne					4 – 20	4 – 20	4 – 20				

rodzaj gwintu ▶ barwny pierścień ▶	M							M-LH	MF			
nr katalogowy	135900	135950	136050	136150	136155	136160	136170	136180	136210	136250	136260	136270
do otworów nieprzelotowych	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	2×D	2×D	2×D	2×D
nakrój (forma)	C	C	C	C	E	C	C	C	D	D	C	C
tolerancja	6H	6H	6H	6H	6G	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H
materiał skrawający	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E
powłoka	TIN	TiCN	wap.	TIN	TiAlN	TiAlN	TiCN	HSS/E	wap.	HSS/E	wap.	TiCN
wewn. kanały chłodzące (IK)					IK							
zakres wielkości	2 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	6 – 16	3 – 20	3 – 24	3 – 24	4 – 36	3 – 30	4 – 24
▼ przeznaczenie	prędkość skrawania Vc = m / min.											
aluminium dające długi wiór									9 – 16			
aluminium dające krótki wiór	10 – 21	10 – 21	9 – 16	10 – 21	16 – 40	16 – 40	10 – 21	9 – 16	9 – 16	9 – 16	9 – 16	
odlew aluminium > 10% Si												
stal < 500 N/mm ²	9 – 30	9 – 30	9 – 20	9 – 30	23 – 30	23 – 30	9 – 30		9 – 20		9 – 20	9 – 30
stal < 750 N/mm ²	8 – 30	8 – 30	9 – 20	8 – 30	15 – 30	15 – 30	8 – 30	9 – 20		9 – 20	9 – 20	8 – 30
stal < 900 N/mm ²	8 – 30	8 – 30	9 – 20	8 – 30	15 – 30	15 – 30	8 – 30	9 – 20		9 – 20	9 – 20	8 – 30
stal < 1100 N/mm ²	6 – 11	6 – 11	4 – 8	6 – 11	11 – 15	11 – 15	6 – 11	4 – 8				6 – 11
stal < 1400 N/mm ²												
stal > 45 HRC												
INOX < 900 N/mm ²	5 – 11	5 – 11	4 – 9	5 – 11	8 – 10	8 – 10	5 – 11	4 – 9				
INOX > 900 N/mm ²												
stopy Ti > 850 N/mm ²												
żelazo szare (G)												6 – 11
mosiądze	10 – 21	10 – 21	9 – 16	10 – 21	25 – 31	25 – 31	10 – 21	9 – 16	9 – 16		9 – 16	
grafit i G(C)/FK, duroplasty												
uniwersalne	5 – 30	5 – 30	4 – 20	5 – 30	8 – 40	8 – 40	5 – 30	4 – 20		4 – 20	4 – 20	

pismo pogrubione = nadają się bardzo dobrze; pismo normalne = przydatne warunkowo



M												
135300	135320	135360	135370	135375	135450 - 135550	135600	135650	135700	135730	135750	135760	135850
2xD	2xD	2xD	2xD	3xD	2xD	2xD	2xD	2xD	2xD	2xD	2xD	3xD
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6H	6H	6H	6H	6H	6H	6G	6H	6H	6H	6HX	6HX	6H
HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E
wap.	TiCN	wap.	TiCN	TiN/wap.	wap.	wap.	wap.	TiCN	TiCN	wap.	TiCN	wap.
2-24	3-24	3-24	3-24	4-24	2-30	2-20	2-24	3-24	2-20	2-20	2-20	2-30
prędkość skrawania Vc = m/min.												
					9-16	9-16	9-16	10-21				9-16
9-20	9-30			23-30	9-20	9-20	9-20	9-30	23-30			9-20
9-20	8-30	9-20	8-30	15-30	9-20	9-20	9-20	8-30	15-30			9-20
9-20	8-30	9-20	8-30	15-30	9-20	9-20	9-20	8-30	15-30	9-26	15-30	9-20
4-8	6-11	4-8	6-11	11-15						6-11	11-15	4-8
		2-4	2-5	7-8						2-5	7-8	
					4-9	4-9	4-9	5-11	8-10			4-9
							3-6	4-8	5-9			
				4-7						2-6	4-7	
					9-16	9-16	9-16	10-21				9-16
												4-20



MF				G				UNC	UNF	NPT	
137050	137055	137150	137340	137350	137410	137450	137700	137800	137860	138000	138100
2xD	2xD	2xD	2xD	2xD	2xD	2xD	2xD	2xD	2xD	2xD	2xD
C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	C
6H	6HX	6H	ISO 228	ISO 228	ISO 228	ISO 228	ISO 228	ISO 228	2B	2B	
HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM
wap.	wap.	TiN	chrom. tw.	wap.	TiCN	wap.	TiCN	TiN			TiAlN
4-24	5-16	4-30	1/8"-1"	1/8"-2"	1/8"-1"	1/8"-1"	1/8"-2"	1/8"-1/2"	nr 4-1"	nr 10-1"	1/8"-1"
prędkość skrawania Vc = m/min.											
9-16		10-21	16-40	9-16		9-16	10-21	10-21	9-16	9-16	
			14-31								
9-20		9-30	23-30	9-20		9-20	9-30	9-30	9-20	9-20	
9-20		8-30		9-20	15-30	9-20	8-30	8-30	9-20	9-20	
9-20	9-26	8-30		9-20	15-30	9-20	8-30	8-30			15-30
	6-11	6-11			11-15			6-11			11-15
	2-5				7-8						7-8
4-9		5-11				4-9	5-11	5-11			
	2-6						4-8				
9-16		6-21									
		10-21	25-31	9-16		9-16	10-21	10-21			
		5-30						5-30			

pismo pogrubione = nadają się bardzo dobrze; pismo normalne = przydatne warunkowo





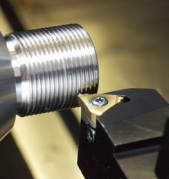
Przegląd gwintowników bezwiotrowych i frezów do gwintów

	rodzaj gwintu ▶				M				MF				G	
	pierścieni barwny ▶													
nr katalogowy	139110	139120	139140	139145	139150	139160	139240	139242	139244	139245	139360	139410	139460	
głębokość gwintu	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	
rowek smarowy	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
makrój (kształt)	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
tolerancja	6HX	6HX	6GX	6HX	6HX	6HX	6GX	6HX	6HX	6HX	6HX	ISO 228	ISO 228	
materiał skrawający	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	VHM	VHM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	
powłoka	TiN	TiAlN	TiAlN	TiAlN-S	TiN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiN	TiAlN	TiN	
wewn. kanały chłozd. (IK)	2-16	1-16	2-12	2-12	2-16	2-16	2-12	3-5	6-12	8-20	6-20	1/8"-1/2"	1/8"-1/2"	
zakres wielkości	prędkość skrawania Vc = m/min.													
▼ przeznaczenie	25-40													
Al dające długi wior	15-31													
Al dające krótki wior	15-31													
odlew al. > 10% Si	15-31													
stal < 500 N/mm ²	15-31	15-31	15-31	15-31	15-31	15-31	15-31	40-70	40-70	15-31	15-31	15-31	15-31	
stal < 750 N/mm ²	14-30	14-30	14-30	14-30	14-30	14-30	14-30	40-60	40-60	14-30	14-30	14-30	14-30	
stal < 900 N/mm ²	14-30	14-30	14-30		14-30	14-30	14-30	25-50	25-50		14-30		14-30	
stal < 1100 N/mm ²								20-40	20-40					
stal < 1400 N/mm ²														
stal > 45 HRC														
INOX < 900 N/mm ²	6-15	6-15	6-15		6-15	6-15	6-15			6-15	6-15	6-15	6-15	
INOX > 900 N/mm ²														
stopy Ti > 850 N/mm ²														
żelazo szare (G)														
mosiądzy		9-15	9-15				9-15	9-15			9-15		9-15	
grafit i G(C)FK, duroplasty														
uniwersalne	6-31	6-31	6-31		6-31	6-31	6-31			6-31	6-31	6-31	6-31	

	rodzaj gwintu ▶													
	pierścieni barwny ▶													
	frezы палцовоe do gwintów				frezы палцовоe do gwintów									
	M				M				G				NPT	
nr katalogowy	139480	139510	139515	139650	139652	139655	139658	139660	139670	139685	139688	139710	139720	139730
głębokość gwintu	2×D	1,5×D	2×D	2×D	1,5×D	1,5×D	2×D	2,5×D	2×D	1,5×D	2×D	2×D	2×D	2×D
popęłbiacz	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°
materiał skrawający	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
powłoka	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
wewn. kanały chłozd. (IK)	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK
zakres wielkości	6-18	4-10	4-14	3-24	4-16	4-20	4-20	4-20	2,5-12	2,5-24	8-12	8-16	1/16"-1"	1/8"-3/8"
▼ przeznaczenie	orientacyjne prędkości skrawania Vc = m/min. / posuw na ząb* fz = mm/ząb													
Al dające długi wior	250/0,075			220/0,065					220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065
Al dające krótki wior	250/0,075	220/0,065	220/0,065	220/0,065					220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065
odlew al. > 10% Si	250/0,075	220/0,065	220/0,065	220/0,065					220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065
stal < 500 N/mm ²	200/0,065			80/0,065					80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065
stal < 750 N/mm ²	200/0,065			80/0,065					80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065
stal < 900 N/mm ²	200/0,065			80/0,065					80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065
stal < 1100 N/mm ²	175/0,040			80/0,065					80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065
stal < 1400 N/mm ²	150/0,040			30/0,025	60/0,025	60/0,025			60/0,025	60/0,025	60/0,025	60/0,025	60/0,025	60/0,025
stal > 45 HRC	65/0,025			35/0,010										
INOX < 900 N/mm ²	150/0,040			50/0,040					50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040
INOX > 900 N/mm ²	150/0,040			50/0,040					50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040
stopy Ti > 850 N/mm ²				60/0,030	60/0,030	60/0,030			60/0,030	60/0,030	60/0,030	60/0,030	60/0,030	60/0,030
żelazo szare (G)	250/0,065	90/0,065	90/0,065	88/0,065					88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065
mosiądzy		330/0,040	330/0,040	225/0,065					225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065
grafit i G(C)FK, duroplasty	280/0,065			100/0,065					100/0,065	100/0,065	100/0,065	100/0,065	100/0,065	100/0,065
uniwersalne														

• / pismo pogrubione = nadają się bardzo dobrze; pismo normalne = przydatne warunkowo * posuw dotyczy zarysu

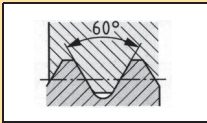
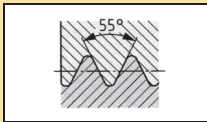
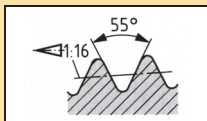
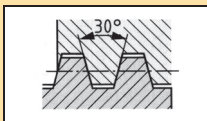
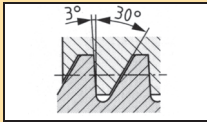
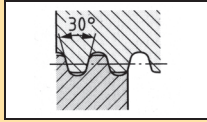
Gwintowanie przy użyciu płytek skrawających

		Zakres	P Stal	M INOX	K GG(G)	N Al, met. nieżel.	S Tytan	H >45 HRC
Frezowanie gwintów								
	GARANT Frezowanie obwied- niowe przy użyciu płytek wie- lobocznych	od M20	●	●	●	●	●	●
	Płytki trójkątne	od M16						
Toczenie gwintów								
	KOMET UniTurn Toczenie dokładne	od M6	●	●	●	●	●	
								
	GARANT Toczenie gwintów	od M10	●	●	●	●	●	○

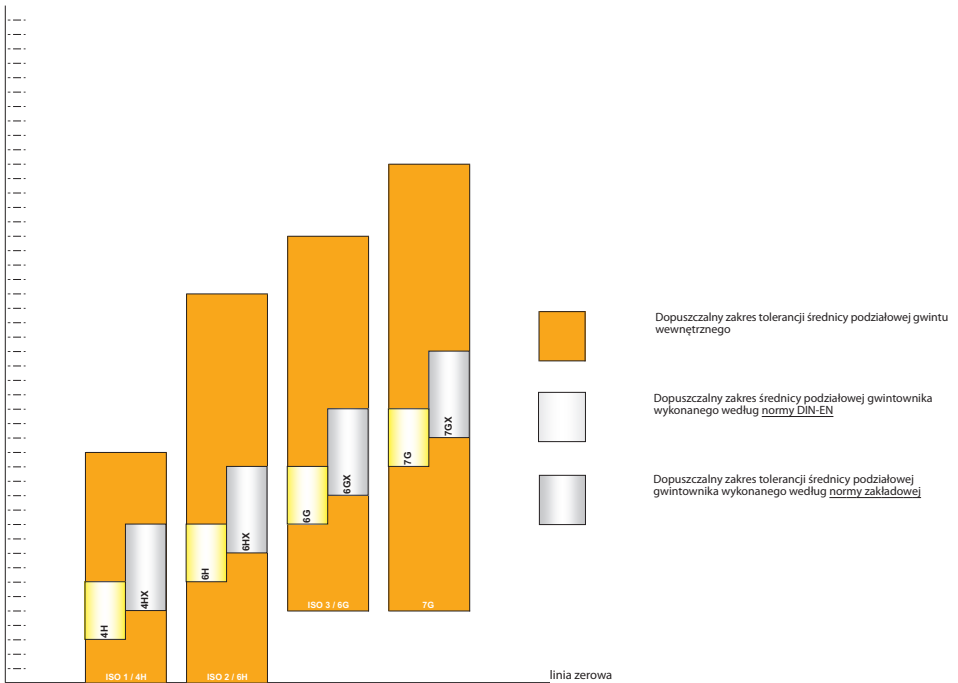
Rodzaje gwintów

Zależnie od przeznaczenia, gwinty różnią się zarysem, liczbą zwojów, skokiem, wymiarem, wybiegiem i zbieżnością.

DIN 202 przewiduje następujące rodzaje gwintów, podzielone według głównych dziedzin zastosowania:

Nazwa	Zarys	Oznaczenie	Zastosowanie
Gwint metryczny ISO		M M20; M20x1	Gwinty zwykłe, gwinty drobnozwojne
Gwint rurowy wakowy		G G 1 1/4	Gwint zewnętrzny rur,
		Rp Rp 1/8	Gwint wewnętrzny rur gwintowanych
Gwint rurowy stożkowy		R R 3/4	Gwint zewnętrzny rur gwintowanych
Metryczny gwint trapezowy ISO		Tr Tr 40x7	Zastosowanie ogólne
Metryczny gwint trapezowy niesymetryczny		S S 48x8	
Okrągły gwint wakowy		Rd Rd 40x 1/6	

Schemat tolerancji stosowanych przy wykonywaniu gwintów metrycznych i właściwych dla nich tolerancji gwintowników



Tabele otworów pod gwint
Gwintowniki:
Gwint metryczny ISO DIN 13

M	Skok mm	ø wewn. nakrętki ToI. ISO 2 (6 H) maks. mm	ø otworu pod gwint DIN 336 mm
1	0,25	*0,785	0,75
1,1	0,25	*0,885	0,85
1,2	0,25	*0,985	0,95
1,4	0,3	*1,142	1,10
1,6	0,35	1,321	1,25
1,8	0,35	1,521	1,45
2	0,4	1,679	1,6
2,2	0,45	1,838	1,75
2,5	0,45	2,138	2,05
3	0,5	2,599	2,5
3,5	0,6	3,010	2,9
4	0,7	3,422	3,3
4,5	0,75	3,878	3,7
5	0,8	4,334	4,2
6	1	5,153	5
7	1	6,153	6
8	1,25	6,912	6,8
9	1,25	7,912	7,8
10	1,5	8,676	8,5
11	1,5	9,676	9,5
12	1,75	10,441	10,2
14	2	12,210	12
16	2	14,210	14
18	2,5	15,744	15,5
20	2,5	17,744	17,5
22	2,5	19,744	19,5
24	3	21,252	21
27	3	24,252	24
30	3,5	26,771	26,5
33	3,5	29,771	29,5
36	4	32,270	32
39	4	35,270	35
42	4,5	37,799	37,5
45	4,5	40,799	40,5
48	5	43,297	43
52	5	47,297	47
56	5,5	50,796	50,5
60	5,5	54,796	54,5
64	6	58,305	58
68	6	62,305	62

*) Pole tolerancji ISO 1 (4 H)

(Poprzedni profil DIN, tol. średnia)

1,7	0,35	1,346	1,3
2,3	0,4	1,920	1,9
2,6	0,45	2,176	2,1

Gwint drobnozwojny ISO DIN 13

MF	ø wewn. nakrętki ToI. ISO 2 (6 H) maks. mm	ø otworu pod gwint DIN 336 mm
2 x 0,25	*1,774	1,75
2,2 x 0,25	*1,974	1,95
2,3 x 0,25	2,071	2,05
2,5 x 0,35	*2,184	2,15
2,6 x 0,35	2,252	2,20
3 x 0,35	*2,684	2,65
3,5 x 0,35	*3,184	3,15
4 x 0,35	*3,684	3,65
4 x 0,5	3,599	3,50
5 x 0,5	4,599	4,50
6 x 0,5	5,599	5,50
6 x 0,75	5,378	5,20
7 x 0,75	6,378	6,20
8 x 0,5	7,599	7,50
8 x 0,75	7,378	7,20
8 x 1	7,153	7
9 x 0,75	8,378	8,20
9 x 1	8,153	8
10 x 0,5	9,599	9,50
10 x 0,75	9,378	9,20
10 x 1	9,153	9
10 x 1,25	8,912	8,80
11 x 1	10,153	10
12 x 0,75	11,378	11,20
12 x 1	11,153	11
12 x 1,25	10,912	10,80
12 x 1,5	10,676	10,50
13 x 1	12,153	12
14 x 1	13,153	13
14 x 1,25	12,912	12,80
14 x 1,5	12,676	12,50
15 x 1	14,153	14
15 x 1,5	13,676	13,50
16 x 1	15,153	15
16 x 1,5	14,676	14,50
18 x 1	17,153	17
18 x 1,5	16,676	16,50
18 x 2	16,210	16
20 x 1	19,153	19
20 x 1,5	18,676	18,50
20 x 2	18,210	18
22 x 1	21,153	21
22 x 1,5	20,676	20,50
22 x 2	20,210	20

*) Pole tolerancji ISO 1 (4 H)

MF	ø wewn. nakrętki ToI. ISO 2(6 H) maks. mm	ø otworu pod gwint DIN 336 mm
24 x 1	23,153	23
24 x 1,5	22,676	22,50
24 x 2	22,210	22
25 x 1	24,153	24
25 x 1,5	23,676	23,50
26 x 1,5	24,676	24,50
27 x 1,5	25,676	25,50
27 x 2	25,210	25
28 x 1,5	26,676	26,50
28 x 2	26,210	26
30 x 1	29,153	29
30 x 1,5	28,676	28,50
30 x 2	28,210	28
32 x 1,5	30,676	30,50
33 x 1,5	31,676	31,50
33 x 2	31,210	31
34 x 1,5	32,676	32,50
35 x 1,5	33,676	33,50
36 x 1,5	34,676	34,50
36 x 2	34,210	34
36 x 3	33,252	33
38 x 1,5	36,676	36,50
39 x 1,5	37,676	37,50
39 x 2	37,210	37
39 x 3	36,252	36
40 x 1,5	38,676	38,50
40 x 2	38,210	38
40 x 3	37,252	37
42 x 1,5	40,676	40,50
42 x 2	40,210	40
42 x 3	39,252	39
45 x 1,5	43,676	43,50
45 x 2	43,210	43
45 x 3	42,252	42
48 x 1,5	46,676	46,50
48 x 2	46,210	46
48 x 3	45,252	45
50 x 1,5	48,676	48,50
50 x 2	48,210	48
50 x 3	47,252	47
52 x 1,5	50,676	50,50
52 x 2	50,210	50
52 x 3	49,252	49

Wskazówka: Gwint metryczny ISO i metryczny gwint drobnozwojny ISO dla gwintowników bezwiórowych na stronie 305.

Tabele otworów pod gwint

Gwintowniki:

Amerykański gwint grubozwojny
ASME B1.1

UNC	∅ zewnętrzna gwintu	∅ wewn. nakrętki Tol. ISO 3 B	∅ otworu pod gwint mm
	mm	maks. mm	
Nr 1 – 64	1,854	1,582	1,55
Nr 2 – 56	2,184	1,872	1,85
Nr 3 – 48	2,515	2,146	2,1
Nr 4 – 40	2,845	2,385	2,35
Nr 5 – 40	3,175	2,697	2,65
Nr 6 – 32	3,505	2,896	2,85
Nr 8 – 32	4,166	3,528	3,5
Nr 10 – 24	4,826	3,950	3,9
Nr 12 – 24	5,486	4,590	4,5
1/4" – 20	6,350	5,250	5,1
5/16" – 18	7,938	6,680	6,6
3/8" – 16	9,525	8,082	8
7/16" – 14	11,112	9,441	9,4
1/2" – 13	12,700	10,881	10,8
9/16" – 12	14,288	12,301	12,2
5/8" – 11	15,875	13,693	13,5
3/4" – 10	19,050	16,624	16,5
7/8" – 9	22,225	19,520	19,5
1" – 8	25,400	22,344	22,25
1 1/8" – 7	28,575	25,082	25
1 1/4" – 7	31,750	28,258	28
1 3/8" – 6	34,925	30,851	30,75
1 1/2" – 6	38,100	34,026	34
1 3/4" – 5	44,450	39,560	39,5
2" – 4 1/2	50,800	45,367	45
2 1/4" – 4 1/2	57,150	51,717	51,5
2 1/2" – 4	63,500	57,389	57,25
2 3/4" – 4	69,850	63,739	63,5
3" – 4	76,200	70,089	70
3 1/4" – 4	82,550	76,439	76,2
3 1/2" – 4	88,900	82,789	82,6
3 3/4" – 4	95,250	89,139	88,9
4" – 4	101,600	95,489	95,25

Amerykański gwint grubozwojny
ASME B1.1

UNF	∅ zewnętrzna gwintu	∅ wewn. nakrętki Tol. ISO 3 B	∅ otworu pod gwint mm
	mm	maks. mm	
Nr 0 – 80	1,524	1,306	1,25
Nr 1 – 72	1,854	1,613	1,55
Nr 2 – 64	2,184	1,913	1,9
Nr 3 – 56	2,515	2,197	2,15
Nr 4 – 48	2,845	2,459	2,4
Nr 5 – 44	3,175	2,741	2,7
Nr 6 – 40	3,505	3,012	2,95
Nr 8 – 36	4,166	3,597	3,5
Nr 10 – 32	4,826	4,168	4,1
Nr 12 – 28	5,486	4,717	4,7
1/4" – 28	6,350	5,563	5,5
5/16" – 24	7,938	6,995	6,9
3/8" – 24	9,525	8,565	8,5
7/16" – 20	11,112	9,947	9,9
1/2" – 20	12,700	11,524	11,5
9/16" – 18	14,288	12,969	12,9
5/8" – 18	15,875	14,554	14,5
3/4" – 16	19,050	17,546	17,5
7/8" – 14	22,225	20,493	20,4
1" – 12	25,400	23,363	23,25
1 1/8" – 12	28,575	26,538	26,5
1 1/4" – 12	31,750	29,713	29,5
1 3/8" – 12	34,925	32,888	32,75
1 1/2" – 12	38,100	36,063	36

Tabele otworów pod gwint
Gwintowniki:
**Gwint Whitwortha
BS 84**

BSW	Liczba zwojów	∅ zewnętrzna gwintu mm	∅ wewn. nakrętki maks. mm	∅ otworu pod gwint mm
1/16"	60	1,612	1,231	1,15
3/32"	48	2,409	1,910	1,8
1/8"	40	3,203	2,590	2,6
5/32"	32	4,003	3,211	3,1
3/16"	24	4,796	3,744	3,6
7/32"	24	5,595	4,538	4,4
1/4"	20	6,389	5,224	5,1
5/16"	18	7,977	6,661	6,5
3/8"	16	9,575	8,052	7,9
7/16"	14	11,167	9,379	9,3
1/2"	12	12,755	10,610	10,5
9/16"	12	14,343	12,176	12
5/8"	11	15,930	13,598	13,5
3/4"	10	19,105	16,538	16,5
7/8"	9	22,280	19,411	19,25
1"	8	25,469	22,185	22
1 1/8"	7	28,644	24,879	24,75
1 1/4"	7	31,819	28,054	27,75
1 3/8"	6	35,008	30,555	30,2
1 1/2"	6	38,184	33,730	33,5
1 5/8"	5	41,359	35,921	35,5
1 3/4"	5	44,534	39,096	38,5
1 7/8"	4 1/2	47,717	41,648	41,5
2"	4 1/2	50,892	44,823	44,5
2 1/4"	4	57,242	50,420	50
2 1/2"	4	63,592	56,770	56,6
2 3/4"	3 1/2	69,942	62,108	62
3"	3 1/2	76,292	68,459	68

**Gwint Whitwortha rurowy
DIN ISO 228/1**

G	Liczba zwojów	∅ zewnętrzna gwintu mm	∅ wewn. nakrętki maks. mm	∅ otworu pod gwint mm
G 1/8"	28	9,728	8,848	8,8
G 1/4"	19	13,157	11,890	11,8
G 3/8"	19	16,662	15,395	15,25
G 1/2"	14	20,955	19,172	19
G 5/8"	14	22,911	21,128	21
G 3/4"	14	26,441	24,658	24,5
G 7/8"	14	30,201	28,418	28,25
G 1"	11	33,249	30,931	30,75
G 1 1/8"	11	37,897	35,579	35,3
G 1 1/4"	11	41,910	35,592	39,25
G 1 3/8"	11	44,323	42,005	41,7
G 1 1/2"	11	47,803	45,485	45,25
G 1 3/4"	11	53,746	51,428	51,1
G 2"	11	59,614	57,296	57
G 2 1/4"	11	65,710	63,392	63,1
G 2 1/2"	11	75,184	72,866	72,6
G 2 3/4"	11	81,534	79,216	78,9
G 3"	11	87,884	85,566	85,3
G 3 1/4"	11	93,980	91,662	91,5
G 3 1/2"	11	100,330	98,012	97,7
G 3 3/4"	11	106,680	104,362	104
G 4"	11	113,030	110,712	110,4

Gwintowniki bezwiórowe:
**Gwinty rurowe Whitwortha
DIN ISO 228/1**

G	Liczba zwojów	∅ zewnętrzna gwintu mm	∅ otworu mm
G 1/8"	28	9,728	9,35
G 1/4"	19	13,157	12,55
G 3/8"	19	16,662	16,05
G 1/2"	14	20,955	20,15

Tabele otworów pod gwint

Gwint do rurek pancernych

DIN 40 430

Pg	∅ zewnętrzna gwintu	∅ wewn. nakrętki	∅ otworu pod gwint
	mm	maks. mm	mm
Pg 7	12,5	11,43	11,4
Pg 9	15,2	14,01	14
Pg 11	18,6	17,41	17,25
Pg 13,5	20,4	19,21	19
Pg 16	22,5	21,31	21,25
Pg 21	28,3	27,03	27
Pg 29	37,0	35,73	35,5
Pg 36	47,0	45,73	45,5
Pg 42	54,0	52,73	52,5
Pg 48	59,3	58,03	58

Gwint rurowy stożkowy NPT

stożek 1:16, wykonać otwór wstępny wakuowy bez użycia rozwiertaka

NPT	Liczba zwojów	∅ otworu pod gwint	Min. głębokość otworu pod gwint
	Gg/1"	mm	mm
1/16"	27	6,15	12
1/8"	27	8,5	12
1/4"	18	11	17,5
3/8"	18	14,5	17,6
1/2"	14	17,9	22,9
3/4"	14	23,2	23
1"	11 1/2	29	27,4
1 1/4"	11 1/2	37,8	28,1
1 1/2"	11 1/2	44	28,4
2"	11 1/2	56	28,4

Gwintowniki bezwiórowe:

Gwint metryczny ISO DIN 13

M	Skok	∅ otworu
	mm	mm
1	0,25	0,9
1,1	0,25	1
1,2	0,25	1,1
1,4	0,3	1,25
1,6	0,35	1,45
1,7	0,35	1,55
1,8	0,35	1,65
2	0,4	1,8
2,2	0,45	2
2,3	0,4	2,1
2,5	0,45	2,3
2,6	0,45	2,4
3	0,5	2,80
3,5	0,6	3,25
4	0,7	3,70
5	0,8	4,65
6	1	5,55
8	1,25	7,45
10	1,5	9,35
12	1,75	11,20
14	2	13,10
16	2	15,10
18	2,5	16,90
20	2,5	18,90

Gwint metryczny drobnozwojny

ISO DIN 13

MF	∅ otworu
	mm
4 x 0,5	3,8
5 x 0,5	4,8
6 x 0,5	5,8
6 x 0,75	5,65
8 x 0,75	7,65
8 x 1	7,55
10 x 1	9,55
12 x 1	11,55
12 x 1,5	11,35
14 x 1,5	13,35
16 x 1	15,55
16 x 1,5	15,35
18 x 1	17,55
18 x 1,5	17,35
20 x 1	19,55
20 x 1,5	19,35
22 x 1,5	21,35
24 x 1,5	23,35
26 x 1,5	25,35
28 x 1,5	27,35
30 x 1,5	29,35

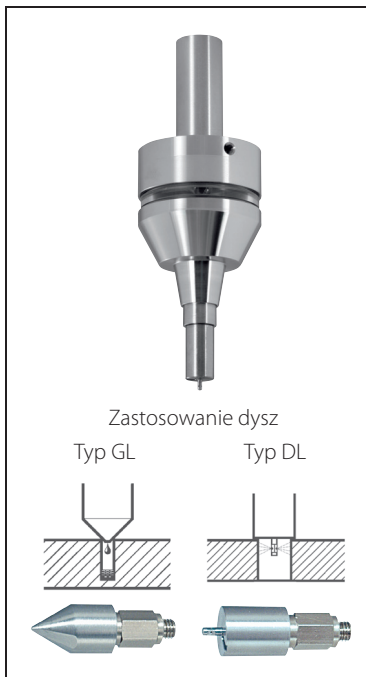
System mikrosmarowania

Wykonanie: Stabilna obudowa ze stali VA z **3-komorowym układem ciśnieniowym, zapewniającym dokładne dozowanie** środka.

- Zalety:**
- bardzo łatwe zastosowanie w centrum obróbkowym
 - wyeliminowanie kłopotliwego i niedokładnego smarowania ręcznego
 - dłuższe okresy trwałości gwintowników maszynowych i pewność przebiegu procesu
 - nadaje się do wszystkich olejów chłodząco-smarujących do gwintowania o lepkości do 570 mm²/s

Zastosowanie: W centrach obróbkowych **system mikrosmarowania, stosowany w układzie poziomym i pionowym** jest włączony w proces produkcji. Olej jest rozprowadzany systemem **mechaniczno-hydraulicznym** z zasobnika za pomocą dyszy (mikrorozdzielacz albo mikroszczek), dokładnie punktowo, na ściankę otworu pod gwint. Zużywa się do tego, w optymalny sposób, bardzo niewielkich ilości oleju. System mikrosmarowania zapobiega negatywnym zmianom w konsystencji emulsji w centrum obróbkowym. Eliminuje tym samym konieczność istotnie droższego przestawienia się na emulsję zawierającą co najmniej 8% smaru, co jest konieczne dla zapewnienia niezawodności procesu gwintowania.

- Typy dysz:** **Typ GL** (mikroiniektor) dla otworów nieprzelotowych do M 2,5
Typ DL (mikrorozdzielacz) dla otworów nieprzelotowych i przelotowych do M 12



Zastosowanie dysz

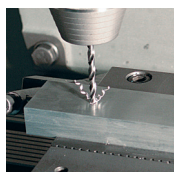
Typ GL

Typ DL

Przykład: zalecana ilość oleju dla otworów pod gwint

Średnica otworu pod gwint [mm]	1	3	5	10	20	30
Ilość oleju [μl]	8	30	50	80	120	150
Posuw w osi Z [mm]	0,05	0,15	0,25	0,4	0,6	0,75

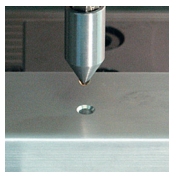
System mikrosmarowania zapewnia istotne zalety:



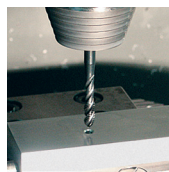
Wiercenie i pogłębianie w obrabianym przedmiocie



Nie występuje konieczność przerywania procesu obróbki, tym samym oszczędność czasu



Punktowe i oszczędne, automatyczne użycie oleju chłodząco-smarującego do gwintowania w układzie poziomym i pionowym, zarówno dla dysz typu GL, jak i DL



Idealnie przygotowuje do prawidłowego przebiegu procesu gwintowania

1 Metody wykonywania gwintów

Gwinty są wykonywane między innymi następującymi metodami:

- gwintowanie otworów,
- gwintowanie bezwiórowe,
- frezowanie gwintów,
- toczenie gwintów.

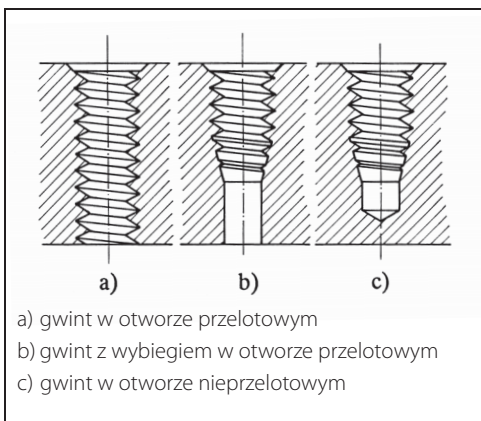
2 Gwintowanie otworów

2.1 Opis metody

Gwintowanie otworów jest to rozwieranie połączone z wykonaniem gwintu wewnętrznego. Najmniej problemów sprawia wykonywanie gwintów w otworach przelotowych. Umożliwia ono stosowanie narzędzi z długim nakrojem i odpowiednio małą grubością warstwy skrawanej. Wióry mogą być odprowadzane w kierunku otworu. Nie występuje zagrożenie pęknięcia narzędzia przy zmianie kierunku ruchu.

W przypadku otworów przelotowych z wybiegiem gwintu (por. Rys. 4.1) należy się natomiast liczyć z powstaniem szczytowej wartości momentu obrotowego przy zmianie kierunku obrotów.

Gwintowanie otworów nieprzelotowych stawia jeszcze inne wymagania narzędziu, gdyż wióry nie mogą być odprowadzane do przodu, ale muszą być wycofywane przez rowek wiórowy. Powoduje to dodatkowe utrudnienie przepływu środka chłodzącego.

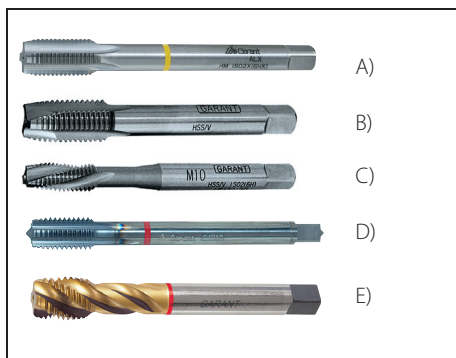


Rys. 4.1 Kształty wybiegu gwintu

2.2 Rodzaje gwintowników

Kształt gwintownika musi być dostosowany zwłaszcza do rodzaju wiórów (krótkie, łamiwe albo długie) i do kierunku ich odprowadzania (do przodu lub do tyłu). Kilka kształtów przedstawiono na Rys. 4.2.

- A) Gwintowniki z rowkami prostymi do otworów przelotowych.
- B) Jak A), jednak ze ścięciem w nakroju, do gwintowania stali.
- C) Gwintowniki z lewoskrętną linią spiralną do gwintowania otworów przelotowych w materiałach dających długi wiór.
- D) Gwintowniki z prostymi rowkami do obróbki materiałów twardych.
- E) Gwintowniki z prawoskrętną linią spiralną do gwintowania otworów nieprzelotowych w stali.



Rys. 4.2 Kształty niektórych gwintowników GARANT

2.3 Zużycie i droga pracy gwintownika odpowiadająca okresowi jego trwałości

Przy gwintowaniu problem sprawiają często występujące wykruszenia krawędzi skrawających. Mogą one wystąpić zarówno w nakroju, jak i w części prowadzącej, podczas nacinania, a także wycofywania. Wykruszanie przy nacinaniu występuje najczęściej przez zakleszczenie drobnych wiórów. Wykruszanie krawędzi skrawających przy wycofywaniu jest najczęściej spowodowane zgrzewaniem zachodzącym na powierzchniach przyłożenia i ścinaniem, przy zmianie kierunku obrotów, strefy odkształceń obrabianego materiału, poprzedzającej powstanie wióra.

Okres trwałości i droga pracy gwintownika, odpowiadająca jego okresowi trwałości, wynikają z mierzalnych kryteriów jakościowych wykonywanych gwintów, takich jak np.:

- średnica podziałowa,
- średnica otworu pod gwint,
- chropowatość powierzchni nośnej gwintu,
- skok,
- moment obrotowy skrawania lub pobór mocy.

2.4 Podział warstwy skrawanej przy gwintowaniu

Kształt przekroju warstwy skrawanej A wynika z przedstawionego na *Rys. 4.3* podziału warstwy skrawanej (gwintownik z trzema nakrojami skrawającymi). Kąt nakroju ϑ określa ukośne położenie poszczególnych przejść narzędzia i liczbę zwojów gwintu z_g , na które rozkłada się nakrój.

$$\cos \vartheta = \frac{h}{h'}$$

ϑ kąt nakroju

h grubość warstwy skrawanej

h' wysokość pojedynczego przekroju

$$z_g = \frac{H \cdot \Delta H}{P \cdot \operatorname{tg} \vartheta}$$

(równ. 4.1)

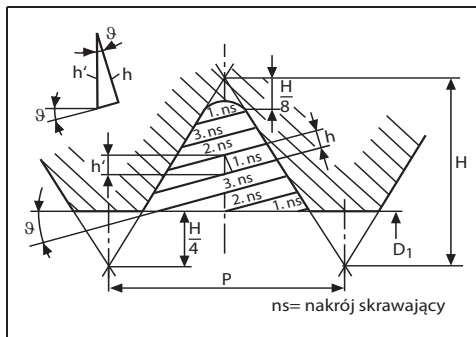
z_g liczba zwojów gwintu

H wysokość gwintu

ΔH wartość H

P skok

ϑ kąt nakroju



Rys. 4.3 Podział przekroju warstwy skrawanej w zwoju gwintu na ostrza gwintownika z trzema nakrojami skrawającymi

Wysokość gwintu H musi zostać przy tym zmniejszona o wartość ΔH (por. *rys. 4.3*).

$$\Delta H = \frac{H}{8} + \frac{H}{4}$$

Wysokość jednostkowa przekroju h' wynika z zależności:

$$h' = \frac{P}{z} \cdot \operatorname{tg} \vartheta$$

P skok

z liczba krawędzi skrawających

ϑ kąt nakroju albo kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej

a grubość warstwy skrawanej h z zależności:

$$h = h' \cdot \cos \vartheta = \frac{P}{z} \cdot \sin \vartheta$$

(równ. 4.2)

Całkowity **przekrój warstwy skrawanej** A oblicza się z powierzchni gwintu pomniejszonej o dwa małe obszary na wierzchołku i rdzeniu gwintu.

$$A = 0,4 \cdot P^2$$

A przekrój warstwy skrawanej

P skok

(równ. 4.3)

2.5 Siły i zapotrzebowanie mocy przy gwintowaniu

Siłę skrawania F_C oblicza się z zależności:

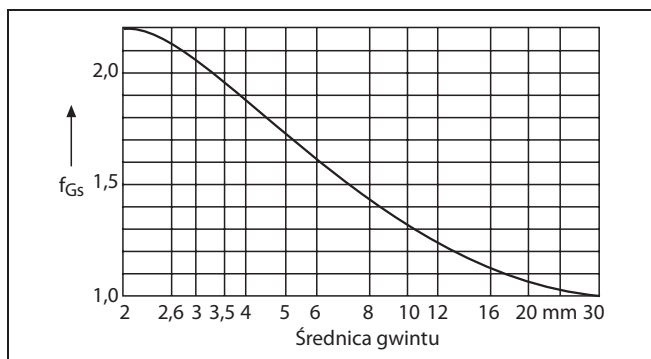
$$F_C = \frac{1}{z} \cdot A \cdot k_C \cdot f_{GS} \cdot K_{Ver}$$

- z liczba krawędzi skrawających (równ. 4.4)
- A przekrój warstwy skrawanej
- k_C właściwy opór skrawania (por. równ. 2.14)
- f_{GS} współczynnik technologiczny gwintowania
- K_{Ver} współczynnik korekcyjny uwzględniający zużycie (por. Tabela 2.12)

Wpływ różnych warunków skrawania (tarcie o powierzchnię nośną gwintu, kąt natarcia, prędkość skrawania, dodatkowe odkształcenie wiórów itd.) jest uwzględniony przez współczynnik technologiczny f_{GS} . Wynosi on dla:

- żeliwa
- stali

$f_{GS} = 1,1$
 f_{GS} jest zależny od średnicy gwintu (por. Rys. 4.4)



Rys. 4.4 Określenie współczynnika technologicznego dla gwintowania

Moment skrawania M_C i moc skrawania P_C oblicza się następująco:

$$M_C = F_C \cdot z \cdot \frac{D_2}{2}$$

- M_C moment obrotowy skrawania [Nm] (równ. 4.5)
- F_C siła skrawania
- z liczba krawędzi skrawających
- D_2 średnica podziałowa gwintu

$$P_C = \frac{M_C \cdot n}{9554}$$

- P_C moc skrawania [kW]
- n prędkość obrotowa [obr./min] (równ. 4.6)

2.6 Wytyczne technologiczne dla gwintowników

**Tabela 4.1 GARANT – Gwintowniki maszynowe (VHM)
dla obróbki materiałów twardych**

Numery katalogowe: 132080; 132862; 133320



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Twardość	Gwintowanie				
			vc			wielkość	n
			[m/min]				
min.	start	maks.					
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	2	3	4	M 3	318
						M 4	239
						M 5	191
						M 6	159
						M 8	119
						M 10	95
						M 12	80
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	1	2	3	M 3	212
						M 4	159
						M 5	127
						M 6	106
						M 8	80
						M 10	64
						M 12	53

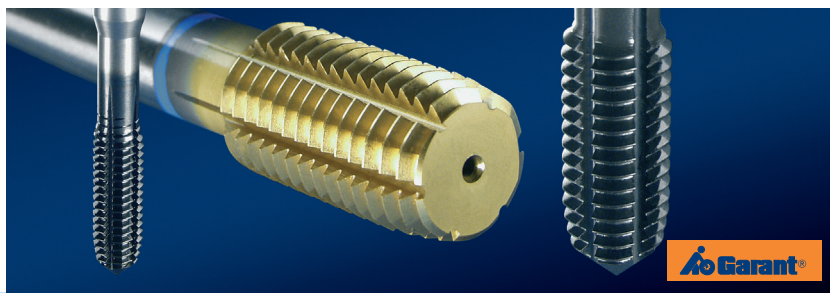
Wskazówki technologiczne dla gwintowników maszynowych wykonanych całkowicie ze stopów twardych:

Zastosowanie tylko z uchwytem posiadającym kompensację długości, także na obrabiarkach z synchronizowanym napędem wrzeciona.

Zalecenie:

- Średnicę otworu pod gwint wykonać o około 0,1 do 0,2 mm większą od średnicy przewidzianej w normie DIN.
- Koniecznie stosować smarowanie olejem chłodząco-smarującym.
- Po każdym przejściu narzędzia oczyszczać gwintownik.
- Przestrzegać zalecanej prędkości skrawania.

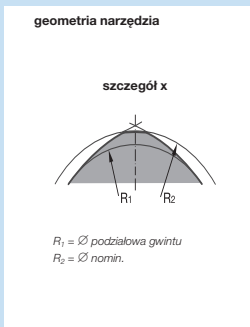
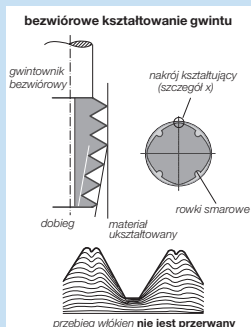
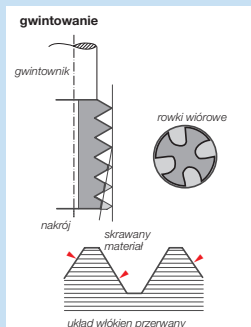
3 Gwintowanie bezwiórowe



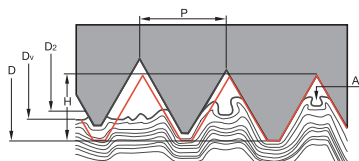
Gwintowniki bezwiórowe - wygniatające

Porównanie nacinania i bezwiórowego kształtowania gwintów

Informacja



Charakterystyka płynięcia materiału przy kształtowaniu



$D = \varnothing$ nomin.
 $D_2 = \varnothing$ podziabwa gwintu
 $D_v = \varnothing$ otworu
 $H =$ wysokość zarysu
 $P =$ skok gwintu
 $A =$ kieszonka (pazur)

Warunki

- Materiały podatne na kształtowanie:** Niemal wszystkie metale kolorowe, Al i jego stopy, również materiały dające krótkie wióry, z wydłużeniem przy zerwaniu od 1 do 3%. Kształtować można bardzo wiele gatunków stali, nawet stale ulepszone cieplnie, do 900 N/mm². Granice zastosowania mogą jednak zostać określone tylko na drodze doświadczeń praktycznych.
- Smarowanie** Przy wygniataciu gwintów bardzo ważne są dobre właściwości poślizgowe. Do gwintowania bezwiórowego należy stosować środki chłodząco-smarujące lub oleje zawierające grafit. o dobrych własnościach smarych lub należy dodać odpowiednie komponenty do posiadanych już smarów. Gwintowniki wygniatające powlekanie dają bardzo dobre rezultaty również z emulsjami.
- Większa średnica otworu pod gwint** niż przy stosowaniu gwintowników skrawających. Zarys wyk. gwintu nie jest w pełni ukształtowany. Stopień pokrycia boku zarysu gwintu wynosi 70 – 75%.

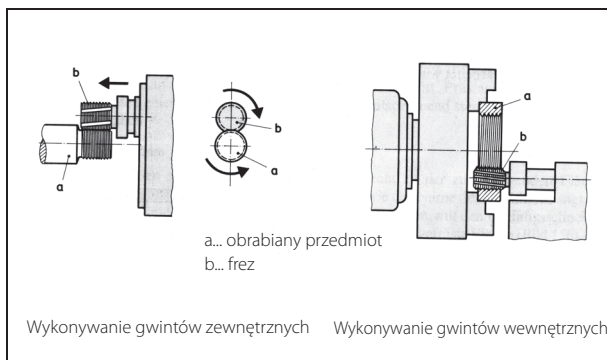
Cechy bezwiórowego wykonywania gwintów

- tylko 1 narzędzie do obróbki otworów **przelotowych i nieprzelotowych**;
- obniżenie kosztów**, dzięki dużej trwałości i większym prędkościom wygniatańia;
- wióry przestają być problemem**;
- bezodpadkowe wykonanie** gwintu;
- włókna nie ulegają przerywaniu, dzięki temu **większa wytrzymałość** i możliwość **większego obciążania**;
- lepsza jakość powierzchni** nośnych gwintu;
- o gwintów głębokich (do 4 x D)**.

4 Frezowanie gwintów

4.1 Zasada frezowania gwintów krótkich

Frezy GARANT do gwintów krótkich nadają się do wykonywania zarówno gwintów wewnętrznych, jak i zewnętrznych. Szybkoobrotowy frez wcina się na pełną głębokość w obrabiany przedmiot, który powoli się przy tym obraca. Zasada jest przedstawiona schematycznie na Rys. 4.5.



Rys. 4.5 Frezowanie gwintów

4.2 Obliczanie czasu głównego

Przy frezowaniu stosuje się do obliczania czasu głównego t_h ogólną zależność (patrz także równanie 3.18):

t_h	czas główny [min]	
L	całkowita droga narzędzia [mm]	(równ. 4.7)
i	liczba przejść (obiegów)	
v_f	prędkość posuwu [mm/min]	
f	posuw [mm/obr.]	
n	prędkość obrotowa [min^{-1}]	

Przy **frezowaniu gwintów krótkich** dobieg freza ($\frac{1}{6}d \cdot \pi$) jest określany poniższymi równaniami:

$$L = \frac{7}{6} \cdot d \cdot \pi$$

L	całkowita droga narzędzia [mm]	(równ. 4.8)
d	średnica gwintu [mm]	

$$t_h = \frac{7d \cdot \pi}{6f \cdot n}$$

t_h	czas główny [min]	
d	średnica zewnętrzna gwintu [mm]	(równ. 4.9)
f	posuw [mm/obr.]	
n	prędkość obrotowa [obr./min]	

4.3 Cechy szczególne gwintowania przy pomocy frezów

Przy gwintowaniu przy pomocy frezów na obrabiarkach CNC należy wziąć pod uwagę, że w większości obrabiarek zaprogramowana prędkość posuwu odnosi się do osi narzędzia. Przy ruchu liniowym prędkości posuwu w osi i na krawędzi skrawającej są identyczne. W przypadku ruchu kołowego powstaje jednak znaczna różnica prędkości posuwu, którą można obliczyć według poniższych zależności (por. również Rys. 4.6).

Przy **frezowaniu gwintów wewnętrznych**:

$$v_{f2} = \frac{v_{f1} \cdot (d_i - D_{wz})}{d_i}$$

- v_{f2} prędkość posuwu w osi narzędzia [mm/min]
 - v_{f1} prędkość posuwu na ostrzu [mm/min]
 - d_i średnica gwintu wewnętrznego [mm]
 - D_{wz} średnica freza [mm]
- (równ. 4.10)

Przy **frezowaniu gwintów zewnętrznych**:

$$v_{f2} = \frac{v_{f1} \cdot (d_a - D_{wz})}{d_a}$$

- v_{f2} prędkość posuwu w osi narzędzia [mm/min]
 - v_{f1} prędkość posuwu na ostrzu [mm/min]
 - d_a średnica gwintu zewnętrznego [mm]
 - D_{wz} średnica freza [mm]
- (równ. 4.11)

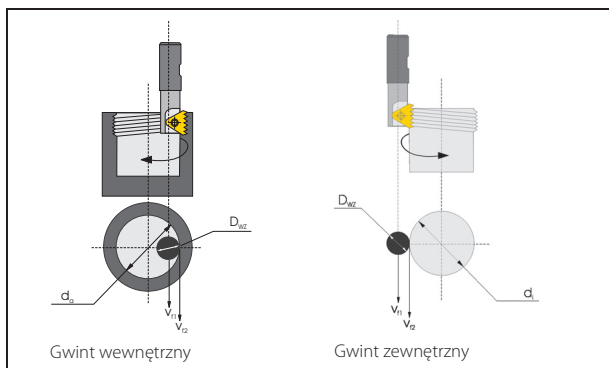
Dla obu tych metod obowiązują poza tym następujące zależności:

$$v_{f1} = f_z \cdot n \cdot z$$

- v_{f1} prędkość posuwu w osi narzędzia [mm/min]
 - f_z posuw na ostrzu [mm/min]
 - n prędkość obrotowa [obr./min]
 - z liczba ostrzy
- (równ. 4.12)

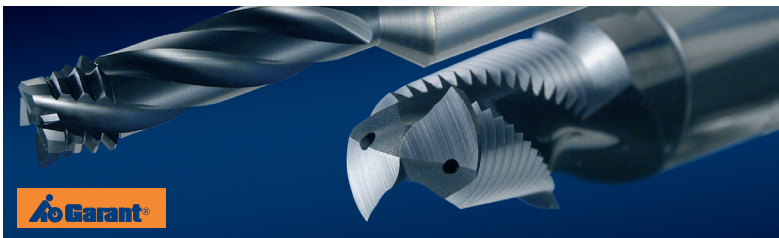
$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D_{wz} \cdot \pi}$$

- n prędkość obrotowa [obr./min]
 - v_c prędkość skrawania [m/min]
 - D_{wz} średnica freza [mm]
- (równ. 4.13)



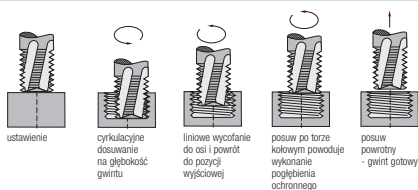
Rys. 4.6 Zależności geometryczne przy frezowaniu gwintów wewnętrznych i zewnętrznych

4.4 Wykonywanie gwintów przy pomocy frezów wierząco-gwintujących



Frezy wierząco-gwintujące
Obróbka cyrkulacyjnym frezem nr 139480:

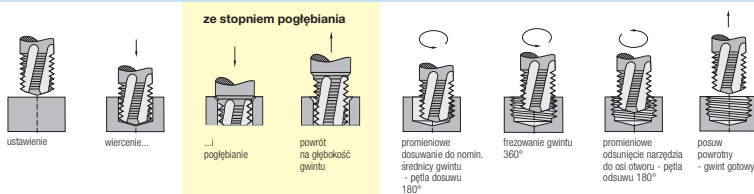
Informacja



Materiał:	prędkość skraw. v_c m/min	* posuw f_z mm
stale łatwo skrawalne do 900 N/mm ²	150 – 250	0,05 – 0,08
ulepszone, zarodoporne stale do 1100 N/mm ²	100 – 200	0,03 – 0,05
stale narzędziowe	100 – 200	0,03 – 0,05
stale nierdzewne	100 – 200	0,03 – 0,05
żelwo szare	200 – 300	0,05 – 0,08
stopy aluminium	200 – 300	0,05 – 0,10
stale narzędziowe 35–45 HRC	80 – 85	0,02 – 0,03
stale narzędziowe 45–55 HRC	75 – 80	0,02 – 0,03
stale narzędziowe 55–62 HRC	70 – 75	0,02

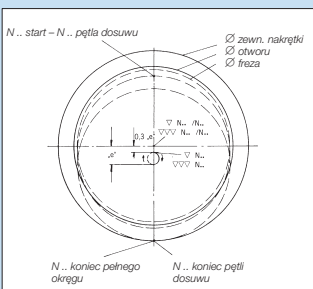
*posuw dołczyczy zarysu

Kolejność obróbki obiegowym frezem wierząco-gwintującym w Al i żelźwie (nr 139510 – 139515):



Wytyczne doboru prędkości skrawania i posuwu:

		stopy aluminium	żeliwo	żeliwo steraloidalne
prędk. skrawania przy wierceniu v_c (m/min)		100 – 400	50 – 120	50 – 100
f (mm/obrót)	≤ M6	0,10 – 0,20	0,10 – 0,20	0,10 – 0,20
f (mm/obrót)	≤ M12	0,12 – 0,35	0,10 – 0,30	0,10 – 0,20
prędk. skrawania przy frezowaniu v_c (m/min)		100 – 400	50 – 120	50 – 100
f_z (mm/ząb)	≤ M6	0,03 – 0,07	0,02 – 0,04	0,02 – 0,04
f_z (mm/ząb)	≤ M12	0,05 – 0,10	0,05 – 0,10	0,05 – 0,08



Jeżeli w programie CNC nie ma komendy „prędkość na torze frezowania zewnętrznego”, wówczas parametr ten oblicza się na podst. poniższego wzoru:

$$F_{\text{freza zew.}} = n \times z \times f_z$$

F = prędkość na torze (mm/min)

n = prędkość obrotowa (obr./min)

z = liczba zębów

f_z = posuw freza (mm/ząb)

e = mimośrednicowość (mm)

AD_{M1} = średnica zewnętrzna nakrętki (mm)

$$F_{\text{toru punktu środk.}} = \frac{n \times z \times f_z \times 2_g}{AD_M}$$

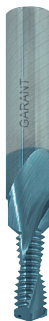
Cechy:

- tylko 1 narzędzie do obróbki otworów przelotowych i nieprzelotowych;
- jednym narzędziem można wykonać w jednej operacji otwór, pogłębienie i gwint w otworze;
- o ponad 50% krótszy główny czas obróbki, dzięki wyższej prędkości skrawania i większemu posuwowi;
- nie jest konieczna wymiana narzędzi, a więc oszczędność czasu;
- wióry przestają być problemem – powstają tylko krótkie wióry, które są wyplukiwane z otworu przez chłodziwo;
- łatwe wykonywanie gwintów o innych tolerancjach, z nadwyżką wymiarową lub naddatkiem na obróbkę;
- wysoka jakość powierzchni gwintu.

Tabela 4.2 GARANT – Frezy maszynowe wierząco-gwintujące (VHM/TiAIN)

Numery katalogowe 139510; 139515

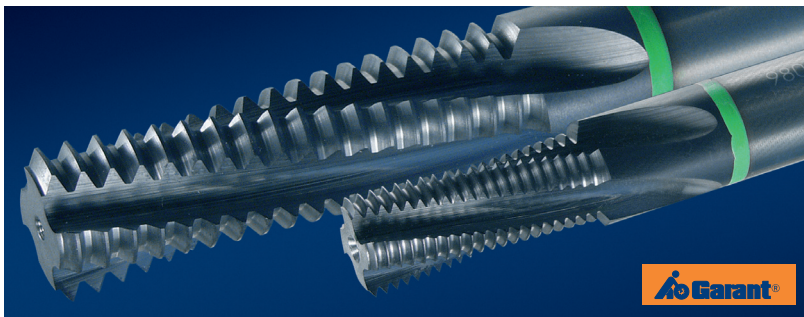
Liczba ostrzy 2



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wyrzynalność [N/mm ²]	Wiercenie				Frezowanie gwintów				Pogłębienie d maks. [mm]		
			vc [m/min] min. start maks.	d [mm]	n [obr./min]	f _z [mm/ząb] min. maks.	vc [m/min] min. start maks.	Wielkość [obr./min]	n [obr./min]	f _z [mm/ząb] min. maks.		v _f maks. [mm/min]	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	50 90 120	3,30	8,681	0,10 - 0,20	1,736	50 90 120	M4	7,162	0,04 - 0,08	573	4,5
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB		4,20	6,821		1,364		M5	5,730		458	5,5
				5,00	5,730		1,146		M6	4,775		382	6,6
				6,75	4,244	0,10 - 0,30	1,273		M8	3,581	0,10 - 0,20	716	9,0
				8,50	3,370		1,011		M10	2,865		573	11,0
				10,25	2,795		838		M12	2,387		477	13,5
				12,00	2,387		716		M14	2,046		409	15,5
				14,00	2,046		614		M16	1,790		358	17,5
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	50 70 100	3,30	6,752	0,10 - 0,20	1,350	50 70 100	M4	5,570	0,04 - 0,08	446	4,5
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB		4,20	5,305		1,061		M5	4,456		357	5,5
				5,00	4,456		891		M6	3,714		297	6,6
				6,75	3,301		660		M8	2,785	0,10 - 0,16	446	9,0
				8,50	2,621		524		M10	2,228		357	11,0
				10,25	2,174		435		M12	1,857		297	13,5
				12,00	1,857		371		M14	1,592		255	15,5
				14,00	1,592		318		M16	1,393		223	17,5
17.0	Al. dające dt.wiór; st. al. do przer. pl. Mg	do 350	100 220 400	3,30	21,221	0,10 - 0,20	4,244	100 220 400	M4	17,507	0,06 - 0,14	2,451	4,5
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór			4,20	16,673		3,335		M5	14,006		1,961	5,5
17.2	Stopy odlewnicze alumini. > 10% Si			5,00	14,006		2,801		M6	11,671		1,634	6,6
				6,75	10,375	0,12 - 0,35	3,631		M8	8,754	0,10 - 0,20	1,751	9,0
				8,50	8,239		2,884		M10	7,003		1,401	11,0
				10,25	6,832		2,391		M12	5,836		1,167	13,5
				12,00	5,836		2,042		M14	5,002		1,000	15,5
				14,00	5,002		1,751		M16	4,377		875	17,5

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu v_f wynikają z wartości początkowej prędkości skrawania vc i maksymalnego posuwu na ząb f_z.

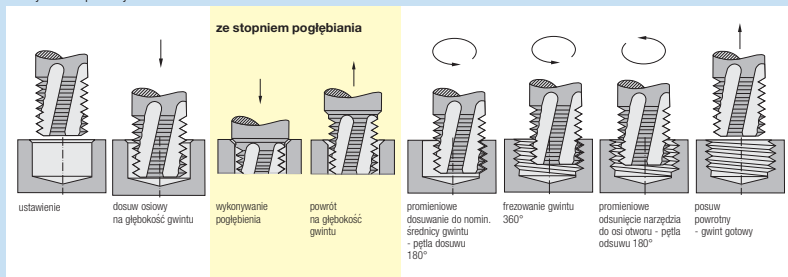
4.5 Frezowanie gwintów przy pomocy frezów trzpieniowych



Frezy trzpieniowe do gwintów

Informacja

Kolejność operacji:



Wytyczne doboru prędkości skrawania i posuwu:

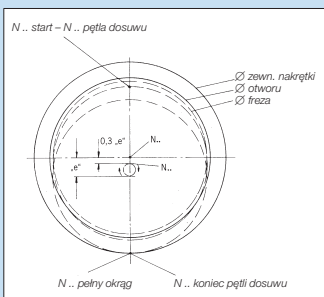
	stop alu- mimum	żeliwo	stale nie- stopowe	stale nie- rdzawne	żeliwo ster.	stop tytanu
prędk. skrawania przy frezowaniu v_c (m/min)	100 – 400	50 – 120	50 – 100	25 – 75	50 – 100	20 – 60
f_z (mm/ząb) \leq M6	0,03 – 0,07	0,02 – 0,04	0,02 – 0,04	0,01 – 0,02	0,02 – 0,04	0,01 – 0,02
f_z (mm/ząb) \leq M12	0,05 – 0,10	0,05 – 0,10	0,04 – 0,06	0,02 – 0,03	0,05 – 0,08	0,02 – 0,04

Jeżeli w programie CNC nie ma komendy „prędkość na torze frezowania zewnętrzno”, wówczas parametr ten oblicza się na podstawie poniższego wzoru:

$$F_{\text{frezu zewn.}} = n \times z \times f_z$$

$$F_{\text{toru punktu środk.}} = \frac{n \times z \times f_z \times 2e}{AD_M}$$

F = prędkość na torze (mm/min)
 n = prędkość obrotowa (obr./min)
 z = liczba zębów
 f_z = posuw freza (mm/ząb)
 e = mimośrodowość (mm)
 AD_M = średnica zewnętrzna nakrętki (mm)



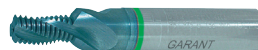
Cechy:

- tylko 1 narzędzie do obróbki otworów **przelotowych i nieprzelotowych**;
- **krótszy główny czas obróbki**, dzięki wyższej prędkości skrawania i większemu posuwowi;
- **skrócenie czasu wymiany narzędzi**;
- potrzebne jest tylko 1 narzędzie do **gwintów lewych i prawych** oraz dla różnych tolerancji;
- łatwa obróbka **materiałów trudno skrawalnych**;
- **wióry nie stwarzają problemu**, ponieważ powstają tylko krótkie wióry przy frezowaniu.

Tabela 4.3 GARANT Frezy maszynowe trzpieniowe do gwintów (VHM/TiAlN)

Numery katalogowe 139650; 139655; 139658; 139660; 139670; 139685; 139688; 139710; 139720; 139730

Liczba ostrzy 3 do 5



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm ²]	Frezowanie gwintów										Pogłębienie d maks. [mm]
			vc [m/min]			Wielkość		n [obr./min]	f _z [mm/ząb]		vf maks. [mm/min]		
			min.	start	maks.	M	n		min.	maks.			
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	50	80	100	M 4	6.366	0,06	-	0,12	764	4,5	
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500-850				M 5	5.093				611	5,5	
2.0	Stale automatowe	< 850				M 6	4.244				509	6,6	
2.1	Stale automatowe	850-1000				M 8	3.138	0,12	-	0,18	573	9,0	
3.0	Stale niestop. do ulepszc. ciepln.	< 700				M 10	2.546				458	11,0	
3.1	Stale niestop. do ulepszc. ciepln.	700-850				M 12	2.122	0,18	-	0,24	509	13,5	
3.2	Stale niestop. do ulepszc. ciepln.	850-1000				M 14	1.819	0,24	-	0,32	437	15,5	
						M 16	1.592				382	17,5	
						M 20	1.273	0,30	-	0,40	306	24,0	
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	40	50	80	M 4	3.979	0,03	-	0,06	239	4,5	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700				M 5	3.183				191	5,5	
13.1	Stale nierdz. martenzytczne	< 1100				M 6	2.653				159	6,6	
						M 8	3.979	0,06	-	0,12	477	9,0	
						M 10	3.183				382	11,0	
						M 12	1.326	0,09	-	0,18	239	13,5	
						M 14	1.137	0,12	-	0,24	205	15,5	
						M 16	995				179	17,5	
						M 20	796	0,15	-	0,30	143	24,0	
15.0	Żeliwo (GG)	> 180 HB	75	100	150	M 4	7.958	0,06	-	0,12	955	4,5	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB				M 5	6.366				764	5,5	
						M 6	5.305				637	6,6	
						M 8	3.979	0,18	-	0,30	1.194	9,0	
						M 10	3.183				955	11,0	
						M 12	2.653	0,24	-	0,45	1.194	13,5	
						M 14	2.274	0,32	-	0,60	1.023	15,5	
						M 16	1.989				895	17,5	
						M 20	1.592	0,40	-	0,75	716	24,0	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	50	75	100	M 4	5.968	0,03	-	0,06	716	4,5	
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB				M 5	4.775				573	5,5	
						M 6	3.979				477	6,6	
						M 8	2.984	0,03	-	0,09	537	9,0	
						M 10	2.387				430	11,0	
						M 12	1.989	0,06	-	0,15	477	13,5	
						M 14	1.705	0,08	-	0,20	409	15,5	
						M 16	1.492				358	17,5	
						M 20	1.194	0,10	-	0,25	286	24,0	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	40	60	80	M 4	4.775	0,03	-	0,06	286	4,5	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850-1200				M 5	3.820				229	5,5	
						M 6	3.183				191	6,6	
						M 8	2.387	0,03	-	0,09	215	9,0	
						M 10	1.910				172	11,0	
						M 12	1.592	0,06	-	0,15	239	13,5	
						M 14	1.364	0,08	-	0,20	205	15,5	
						M 16	1.194				179	17,5	
						M 20	955	0,10	-	0,25	143	24,0	
17.0	Al. dające dt.wiór; st. al. do przer. pl. Mg	do 350	100	220	400	M 4	17.507	0,09	-	0,21	3.676	4,5	
17.1	Stopy al. dające krótki wiór					M 5	14.006				2.941	5,5	
17.2	Stopy odlewnicze al. > 10% Si					M 6	11.671				2.451	6,6	
						M 8	8.754	0,15	-	0,24	2.101	9,0	
						M 10	7.003				1.681	11,0	
						M 12	5.836	0,18	-	0,30	1.751	13,5	
						M 14	5.002	0,24	-	0,40	1.501	15,5	
						M 16	4.377				1.313	17,5	
						M 20	3.501	0,30	-	0,50	1.050	24,0	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	200	225	300	M 4	17.905	0,09	-	0,15	2.686	4,5	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850				M 5	14.324				2.149	5,5	
						M 6	11.937				1.790	6,6	
						M 8	8.952	0,12	-	0,15	1.343	9,0	
						M 10	7.162				1.074	11,0	
						M 12	5.968	0,15	-	0,24	1.432	13,5	
						M 14	5.116	0,20	-	0,32	1.228	15,5	
						M 16	4.476				1.074	17,5	
						M 20	3.581	0,25	-	0,40	859	24,0	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf wynikają z wartości początkowej prędkości skrawania vc i maksymalnego posuwu na ząb fz.

Tabela 4.4 GARANT Frezy trzpieniowe VHM do gwintów z pogłębiaczem, do obróbki stali hartowanej

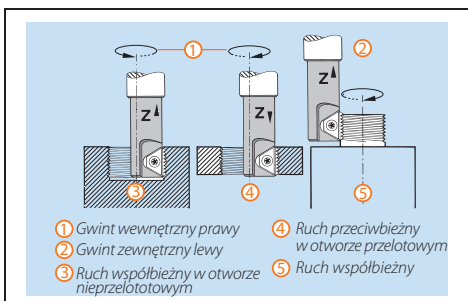


Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Twardość	Średnica nominalna	Liczba zębów	Prędkość skrawania vc [m/min]	Posuw pogłębiania fs [mm/obr.]	Posuw na ząb fz [mm/ząb]	Podział warstwy skrawanej
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	M4	4	30	0,15	0,008	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M5	4	30	0,15	0,010	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M6	4	35	0,15	0,013	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M8	4	35	0,20	0,015	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M10	5	40	0,20	0,017	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M12	5	40	0,20	0,018	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M14	5	40	0,22	0,020	dwustop. prom. (2/3–1/3)
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	M4	4	25	0,006	0,005	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M5	4	25	0,008	0,006	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M6	4	30	0,010	0,008	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M8	4	30	0,015	0,010	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M10	5	35	0,015	0,012	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M12	5	35	0,017	0,015	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M14	5	40	0,018	0,018	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M16	5	40	0,020	0,020	dwustop. prom. (2/3–1/3)

Wskazówka: Zalecane parametry skrawania dla zakresu do 67 HRC znajdują się aktualnie w opracowaniu.

4.6 Frezowanie gwintów z użyciem płytek skrawających

Frezy do gwintów z płytkami skrawającymi są stosowane na frezarkach CNC i w centrach obróbkowych, umożliwiającą interpolację linii śrubowej dzięki sterowaniu 3-osiowemu.



Rys. 4.7 Kolejność obróbki przy frezowaniu gwintu z użyciem płytek

Ich zaleta polega na uniwersalnym zastosowaniu, jak np.:

- Do gwintów zewnętrznych i wewnętrznych.
- Do gwintów w otworach przelotowych i nieprzelotowych.
- Do gwintów cylindrycznych albo stożkowych.
- Dzięki frezowaniu współbieżnemu albo przeciwbieżnemu i zmianie osiowego kierunku posuwu mogą być wykonywane prawie wszystkie występujące w praktyce warianty gwintów.
- Gwinty o odmiennych tolerancjach nie stanowią problemów.
- Frezowanie gwintów jest możliwe w stalach, żeliwie szarym, stopach aluminium i w metalach kolorowych.
- Wyeliminowanie problemów z wiórami - powstają tylko krótkie wióry.
- Mały nacisk przy skrawaniu - istotne przy obróbce przedmiotów cienkościennych.

Długość użytkowa narzędzia (wielkość) [mm]	Skok gwintu [mm]	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4
	Średnica czynna [mm]	Najmniejsza średnica otworu [mm]										
12	11,5	12	12,5	13,2	13,9	14,5	15,1					
20	11,5	12	12,5	13,2	13,9	14,5	15,1					
22	17	17,6	18,2	19	19,6	20	20,5	21				
43	20	20,7	21,4	22	22,6	23	23,5	24				
25	22	22,7	23,4	24	24,6	25	25,5	26				
52	30	30,7	31,4	32	32,8	33,5	34,1	34,6	36,6	39	42	45
92	30	30,7	31,4	32	32,8	33,5	34,1	34,6	36,6	39	42	45
58	37	38	38,6	39,5	40,4	41	41,5	42	44	46,5	49	52
98	37	38	38,6	39,5	40,4	41	41,5	42	44	46,5	49	52

Tabela 4.5 Przeporządkowanie najmniejszych średnic otworów

Długość użytkowa narzędzia (wielkość) [mm]	Skok gwintu [mm]	19	14	11
	Średnica czynna [mm]	Najmniejsza średnica otworu [mm]		
12	11,5	13,9	15,1	
20	11,5	13,9	15,1	
22	17	19,6	20,5	21,5
43	20	22,6	23,5	24,5
25	22	24,6	25,5	26,5
52	30	32,8	34,1	35,6
92	30	32,8	34,1	35,6
58	37	40,4	41,5	43
98	37	40,4	41,5	43

Tabela 4.6 Przeporządkowanie najmniejszych średnic otworów

Tabela 4.7 GARANT Frezy do gwintów z płytkami skrawającymi i chłodzeniem wewnętrznym (HM/TiCN)

Numer katalogowy: 139780

Liczba płytek skrawających 1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm ²]	Frezowanie gwintów			vc [m/min]	fz [mm/obr.]
			min.	start	maks.		
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	150	160	180	0,1-0,15	
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	100	120	150	0,08-0,1	
2.0	Stale automatowe	< 850	150	160	180	0,1-0,15	
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	100	120	150	0,08-0,1	
3.0	Niestopowe stale do uleps. ciepln.	< 700	120	150	200	0,08-0,1	
3.1	Niestopowe stale do uleps. ciepln.	700 – 850	100	130	160	0,08-0,1	
3.2	Niestopowe stale do uleps. ciepln.	850 – 1000	100	130	160	0,04-0,08	
4.0	Stopowe stale do uleps. ciepln.	850 – 1000	100	120	150	0,08-0,1	
4.1	Stopowe stale do uleps. ciepln.	1000 – 1200	80	90	110	0,04-0,08	
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	80	90	110	0,04-0,08	
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	80	90	110	0,04-0,08	
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	80	90	110	0,04-0,08	
7.0	Stale do azotowania	< 1000	80	90	110	0,04-0,08	
7.1	Stale do azotowania	> 1000	–	–	–	–	
8.0	Stale narzędziowe	< 850	80	90	110	0,04-0,08	
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	–	–	–	–	
8.0	Stale narzędziowe	1100 – 1400	–	–	–	–	
9.0	Stale szybko tnące	830 – 1200	–	–	–	–	
10.0	Stale hartowane	45-55 HRC	–	–	–	–	
10.1	Stale hartowane	55-60 HRC	–	–	–	–	
10.2	Stale hartowane	60-67 HRC	–	–	–	–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	–	–	–	–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–	–	–	–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	–	–	–	–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	130	150	180	0,03-0,05	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	100	120	150	0,02-0,03	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	–	–	–	–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	130	150	180	0,03-0,05	
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–	–	–	–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	130	140	160	0,12-0,15	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	130	140	160	0,12-0,15	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	100	110	130	0,1-0,12	
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	110	130	0,1-0,12	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–	–	–	–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–	–	–	–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	250	260	280	0,15-0,2	
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		220	230	250	0,12-0,14	
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		180	200	220	0,1-0,12	
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	220	230	250	0,12-0,14	
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	100	110	130	0,04-0,08	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	160	180	200	0,08-0,1	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	100	110	130	0,04-0,08	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	–	–	–	–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	220	230	250	0,12-0,14	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	–	–	–	–	
19.0	Grafit		–	–	–	–	
20.0	Termoplasty		220	240	270	0,12-0,15	
20.1	Duroplasty		220	240	270	0,12-0,15	
20.2	GFK i CFK		100	110	130	0,04-0,08	



4.7 Frezowanie obiegowe i frezowanie gwintów przy zastosowaniu płytek skrawających wielobocznych i trójkątnych

Nowa generacja frezów obiegowych umożliwia wykonywanie z wysoką dokładnością

- rowków pod pierścienie osadcze,
- metrycznych gwintów wewnętrznych ISO,
- gwintów rurowych Whitwortha.

Wieloboczne połączenie płytki skrawającej i korpusu freza wyraźnie poprawia ekonomiczność procesu obróbki. Skutki:

- dłuższy okres trwałości,
- większe objętości skrawanego materiału,
- większe posuwy,
- krótsze czasy obróbki.

Zalecenia technologiczne są podane w niżej zamieszczonym przeglądzie.

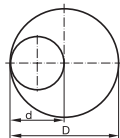




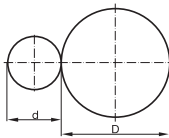
Frezowanie obiegowe z płytkami wielobocznymi i trójkątnymi

Informacja

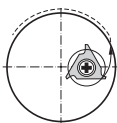
frezowanie powierzchni wewn.



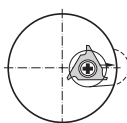
frezowanie powierzchni zewn.



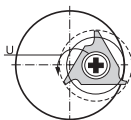
wcinanie po łuku okręgu



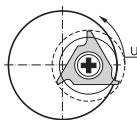
wcinanie prostoliniowe



zaprogramowany tor posuwu odniesiony do osi narzędzia



posuw efektywny odniesiony do średnicy zewnętrznej narzędzia



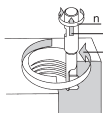
Idealny stosunek średnic otworu do narzędzia 2:1 zapewnia niewielki kąt opasania i tym samym spokojną pracę narzędzia. **Zalecane jest frezowanie współbieżne.**

W miarę możliwości zawsze dokonywać wcinania po łuku okręgu. Przy wcinaniu prostoliniowym pracować z 1/3 posuwu, a całkowity posuw włączyć dopiero po osiągnięciu zadanej głębokości wcięcia.

Zawsze zwracać uwagę na posuw rzeczywisty (efektywny) na średnicy zewnętrznej narzędzia.

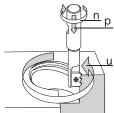
Frezowanie gwintów

gwint wewnętrzny



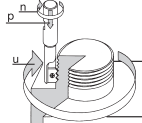
gwint prawy (frezowanie współbieżne)

gwint wewnętrzny



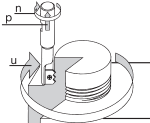
gwint lewy (frezowanie współbieżne)

gwint zewnętrzny



gwint prawy (frezowanie współbieżne)

gwint zewnętrzny



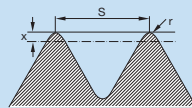
gwint lewy (frezowanie współbieżne)

Zalecane jest frezowanie współbieżne. Jeżeli długość gwintu jest większa niż długość oprawki płytki gwintującej, można uzupełnić brakujący odcinek. Jeżeli wcinanie następuje po łuku kołowym trzeba uwzględnić posuw osiowy (odpowiednio do skoku gwintu).

n = kierunek obrotów freza – zaznaczono prawy
p = osiowy kierunek posuwu (1 obr./skok)
u = promieniowy kierunek posuwu

Wartości korekcyjne przy frezowaniu gwintów wewnętrznych

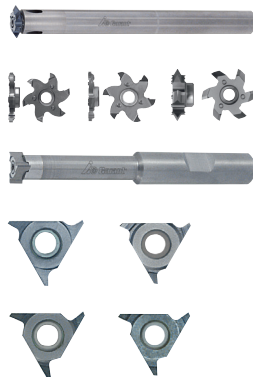
Wskazówka: Gwint wewnętrzny programuje się na wymiar nominalny. W celu wykonania gwintów odpowiadających sprawdzianom konieczne jest, aby przy frezowaniu wprowadzić do układu sterowania obrabiarki promień freza, mierzony od promienia naroża (r), minus wartość korekcyjna X dla danego skoku (S).



skok gwintu	0,50	0,75	0,80	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
wartość korekcyjna	0,017	0,031	0,035	0,036	0,045	0,052	0,059	0,076	0,091	0,104	0,129	0,143	0,166	0,181	0,205	0,219

Tabela 4.8 GARANT Frezy obwiedniowe i frezy do gwintowania z wielobocznymi i trójkątnymi płytkami skrawającymi
Numer katalogowe 217250; 217252; 217400; 217405
W przypadku korpusów frezów wykonanych ze stopów twardych należy przemnożyć posuw na ząb (fz) o następujący współczynnik: Wykonanie L (długość): x 0,5 Wykonanie XL (bardzo długość): x 0,4

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm ²]	Płytki wieloboczne P16 / P26		Płytki trójkątne 04, 03, 02, 01	
			vc [m/min]	fz [mm/ząb]	vc [m/min]	fz [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	250	0,05 – 0,25	260	0,05 – 0,12
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	180	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
2.0	Stale automatowe	< 850	180	0,05 – 0,25	260	0,05 – 0,12
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	120	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
3.0	Niestopowe stale do ulepszc. ciepln.	< 700	180	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
3.1	Niestopowe stale do ulepszc. ciepln.	700 – 850	180	0,05 – 0,25	180	0,05 – 0,12
3.2	Niestopowe stale do ulepszc. ciepln.	850 – 1000	120	0,05 – 0,25	160	0,05 – 0,12
4.0	Stopowe stale do ulepszc. ciepln.	850 – 1000	180	0,05 – 0,25	160	0,05 – 0,12
4.1	Stopowe stale do ulepszc. ciepln.	1000 – 1200	100	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	120	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	120	0,05 – 0,25	180	0,05 – 0,12
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	100	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
7.0	Stale do azotowania	< 1000	120	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
7.1	Stale do azotowania	> 1000	100	0,05 – 0,25	120	0,05 – 0,12
8.0	Stale narzędziowe	< 850	180	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	120	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	100	0,05 – 0,25	120	0,05 – 0,12
9.0	Stale szybkołatające	830 – 1200	120	0,05 – 0,25	120	0,05 – 0,12
10.0	Stale hartowane	45-55 HRC	100	0,05 – 0,15	120	0,05 – 0,10
10.1	Stale hartowane	55-60 HRC	100	0,05 – 0,10	100	0,05 – 0,08
10.2	Stale hartowane	60-67 HRC	100	0,05 – 0,08	80	0,05 – 0,08
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	120	0,05 – 0,15	140	0,05 – 0,12
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	100	0,05 – 0,15	120	0,05 – 0,12
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	80	0,05 – 0,15	120	0,03 – 0,08
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	180	0,05 – 0,15	180	0,05 – 0,12
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	180	0,05 – 0,15	160	0,05 – 0,12
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	120	0,05 – 0,15	130	0,05 – 0,12
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	120	0,05 – 0,15	120	0,05 – 0,12
14.0	Stopy specjalne	< 1200	120	0,05 – 0,15	120	0,05 – 0,12
15.0	Żelwo (GG)	< 180 HB	180	0,05 – 0,25	180	0,05 – 0,12
15.1	Żelwo (GG)	> 180 HB	180	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
15.2	Żelwo (GGG, GT)	> 180 HB	120	0,05 – 0,25	160	0,05 – 0,12
15.3	Żelwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	80	0,01 – 0,08	120	0,01 – 0,05
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	60	0,01 – 0,08	100	0,01 – 0,05
17.0	Al. dające dł. wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	400	0,15 – 0,40	600	0,05 – 0,25
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		300	0,15 – 0,40	500	0,05 – 0,25
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		250	0,15 – 0,40	400	0,05 – 0,25
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	400	0,15 – 0,40	500	0,05 – 0,25
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	400	0,15 – 0,40	300	0,05 – 0,25
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	400	0,15 – 0,40	400	0,05 – 0,25
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	400	0,15 – 0,40	300	0,05 – 0,25
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	400	0,15 – 0,40	220	0,05 – 0,25
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	300	0,15 – 0,40	300	0,05 – 0,25
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	250	0,15 – 0,40	220	0,05 – 0,25
19.0	Grafit		–	–	–	–
20.0	Termoplasty		400	0,15 – 0,40	600	0,05 – 0,25
20.1	Duroplasty		300	0,15 – 0,40	500	0,05 – 0,25
20.2	GFK i CFK		250	0,15 – 0,40	400	0,05 – 0,25



Wskazówka: Wartość posuwu na ząb fz zależy od mocy obrabiarki.

Małe płytki stosować z mniejszymi posuwami na ząb.

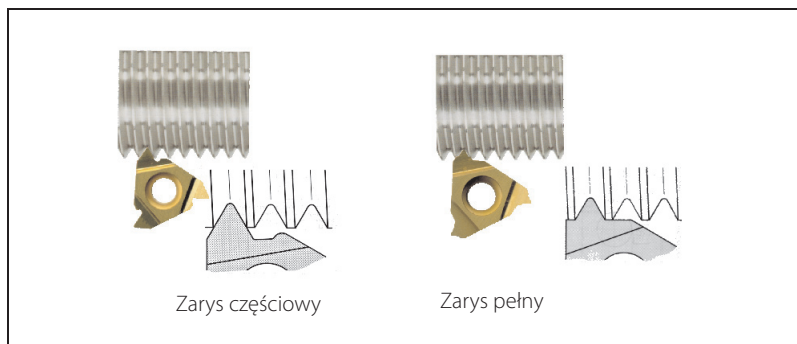
5 Toczenie gwintów

Do **toczenia gwintów zewnętrznych** stosuje się najczęściej noże tokarskie według DIN 4975, których kąt ostrza odpowiada kątowi boku zarysu nacinanego gwintu. Kąt wzniosu linii śrubowej gwintu jest ustawiany za pomocą obrotowego imaka nożowego.

Do **toczenia gwintów wewnętrznych** stosuje się najczęściej oprawki zaciskowe ze specjalnymi płytkami profilowymi do gwintów. Toczenie gwintów wewnętrznych jest jednak również możliwe z pomocą programu wytaczania i toczenia dokładnego UniTurn (patrz także rozdział „Toczenie”).

Płytki skrawające pełnoprofilowe (Rys. 4.8) są często stosowane do toczenia gwintów. Nacinają one kompletny zarys gwintu, łącznie z wierzchołkiem. Do każdego profilu i każdego skoku konieczna jest oddzielna płytka skrawająca.

Płytki skrawające dla profilu częściowego pokrywają natomiast duży zakres różnych skoków.



Rys. 4.8 Zastosowanie płytek skrawających do zarysu pełnego lub częściowego

Płytki skrawające gwarantują uzyskanie prawidłowej wysokości zarysu gwintu oraz prawidłowego promienia na dnie i wierzchołku zarysu gwintu. Półfabrykat nie musi być przed toczeniem wstępnie obtoczony na dokładną średnicę. Po wytoczeniu gwintu nie jest potrzebne usuwanie zadziorów. Trzeba uwzględnić, że przy obróbce np. stali nierdzewnych może dojść do problemów przy zbyt małych głębokościach dosuwu, może zaistnieć problem związany ze skrawalnością.

5.1 Wybór prawidłowej metody obróbki i płytki podporowej

Wybór właściwej metody obróbki jest uzależniony od wielu czynników. Ważniejsze spośród nich to:

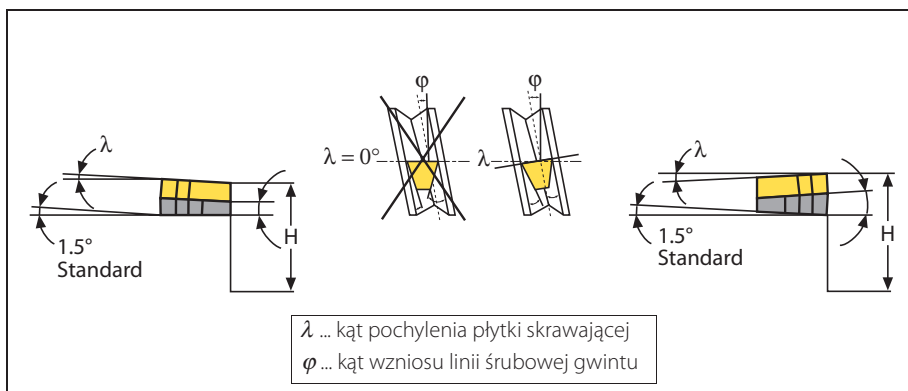
- kształt obrabianego detalu,
- posiadane narzędzia,
- typ obrabiarki i parametry eksploatacyjne,
- gwint prawy albo lewy.

Ogólnym celem powinno być zawsze **przeniesienie sił skrawania** poprzez gniazdo płytki i uchwyt narzędziowy na fundament maszyny. Jest to szczególnie ważne przy zwiększonych siłach skrawania, występujących np. przy dużych skokach. W przypadku skoków średnich i małych, decydujący wpływ powinien mieć natomiast spływ wiórów i wysoka stabilność.

W celu uzyskania większej dokładności zarysu gwintu oraz równomiernego zużycia płytek skrawających - i tym samym dłuższego okresu trwałości i lepszej jakości powierzchni - trzeba możliwie dokładnie dostosować do siebie kąt wzniosu linii śrubowej φ gwintu i kąt pochylenia λ płytki skrawającej. Zależności pomiędzy kątem wzniosu linii śrubowej i płytką podporową są przedstawione na Rys. 4.10.

Zasadniczo możliwe są następujące **metody toczenia gwintów**:

- wrzeciono może obracać się w kierunku ruchu wskazówek zegara albo w kierunku przeciwnym
- narzędzie może przesuwać się w stronę uchwytu albo w kierunku przeciwnym
- narzędzie może być zamocowane „normalnie” albo odwrotnie



Rys. 4.9 Zależność kąta wzniosu linii śrubowej gwintu i kąta pochylenia narzędzia

Uchwyty GARANT są standardowo dostarczane z płytkami podporowymi pozwalającymi na uzyskanie kąta wzniosu linii śrubowej wynoszącego 1,5°. Taka płytka podporowa pokrywa potrzeby ponad 85% zastosowań. Wymiar H pozostaje stały dla wszystkich płytek podporowych i kombinacji płytek skrawających.

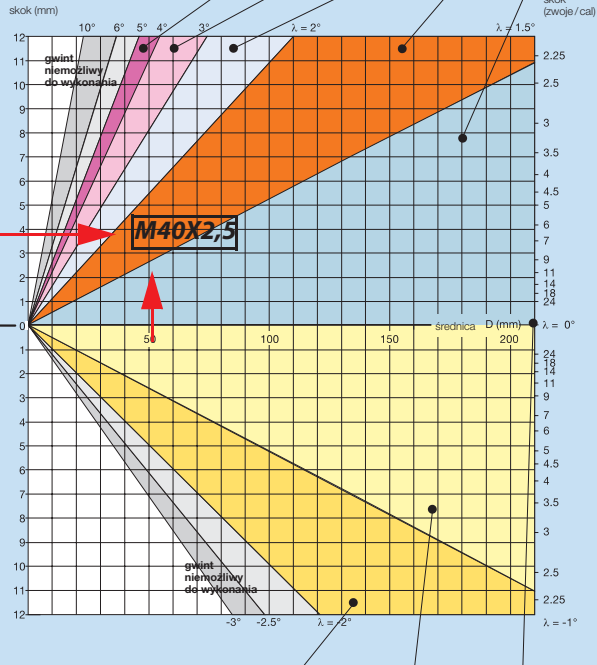
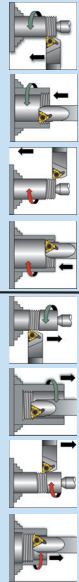
Do gwintów spoza zakresu standardowego można wybrać odpowiednie płytki podporowe w oparciu o poniższy wykres.

ER = zewnętrzne (External) – prawe
 IR = wewnętrzne (Internal) – prawe
 (EL) = zewnętrzne (External) – lewe
 (IL) = wewnętrzne (Internal) – lewe
 () = wersja specjalna

do płytek o wielk.	do opravek	płytki podporowe Hoffmann, art. nr 27 2600, o wielk.:				
5 mm / 9,3 1/4" / 11	–	brak możliwości zast. płytki podporowej / płytka podporowa konieczna				
3/8" / 16	ER / (IL) (EL) / IR	16 E4,5 16 I 4,5	16 E3,5 16 I 3,5	16 E2,5 16 I 2,5	16 E1,5 16 I 1,5	16 E0,5 16 I 0,5
1/2" / 22	ER / (IL) (EL) / IR	22 E4,5 (22 I 4,5)	22 E3,5 (22 I 3,5)	22 E2,5 (22 I 2,5)	22 E1,5 (22 I 1,5)	22 E0,5 (22 I 0,5)
wynikowy kąt wzniosu		4,5°	3,5°	2,5°	(standard w zakresie dostawy) 1,5°	0,5°



gwint (IR = prawy, L = lewy)	posuw	oprawki	płytki do gwintów
R	posuw w kierunku uchwytu	ER	ER
		IR	IR
L	posuw w kierunku ręki	(EL)	(EL)
		(IL)	(IL)
L	posuw w kierunku ręki i barki	ER	ER
		IR	IR
R	posuw w kierunku ręki i barki	(EL)	(EL)
		(IL)	(IL)



wynikowy kąt wzniosu		-1,5°	-0,5°	-0°
5 mm / 9,3 1/4" / 11	–	niemożliwe zast. płytki podporowej / płytka podporowa konieczna		
3/8" / 16	ER / (IL) (EL) / IR	16 E-1,5 16 I-1,5	16 E-0,5 16 I-0,5	16 E0 16 I 0
1/2" / 22	ER / (IL) (EL) / IR	22 E-1,5 (22 I-1,5)	22 E-0,5 (22 I-0,5)	22 E0 (22 I 0)
▲ do płytek o wielk.	▲ do opravek	▲ płytki podporowe Hoffmann, art. nr 27 2600, o wielk.:		

Rys. 4.10 Wykres doboru płytek podporowych w zależności od kąta wzniosu linii śrubowej

Przykład: gwint zewnętrzny prawy M40x2,5
 posuw w kierunku uchwytu

Dla tego przykładu idealna jest standardowa płytka podporowa (1,5°) (por. Rys. 4.9)

Obróbka **gwintów wewnętrznych** jest trudniejsza i bardziej złożona niż gwintów zewnętrznych, co przede wszystkim wynika z wpływu odprowadzanych wiórów na proces obróbki. Inne czynniki, takie jak długość odcinka niepodpartego, otwory nieprzelotowe albo trudno obrabialne materiały mogą wywierać jeszcze dodatkowy wpływ na proces obróbki. Dlatego szczególnie ważny jest prawidłowy dosuw. Dosuw w kolejnych przejściach powinien mieścić się w obszarze od 0,06 mm do maksymalnie 0,2 mm. Jeżeli podczas obróbki dojdzie do zbyt dużego ugięcia narzędzia do toczenia wewnętrznego, wówczas może być konieczna korekta ustawiania wysokości.

5.2 Wybór dosuwu

Wybór dosuwu może mieć znaczny **wpływ** na proces obróbki. Wybór dosuwu wpływa szczególnie na:

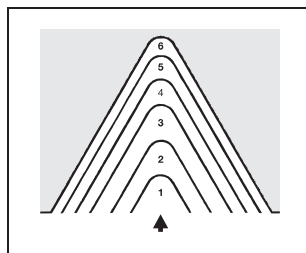
- tworzenie się wióra,
- zużycie ostrzy,
- jakość gwintu,
- osiągnięty okres trwałości.

Szczególnie zależne od **doboru dosuwu** są:

- obrabiarki,
- geometrii ostrzy,
- obrabianego materiału,
- skoku gwintu i
- samego procesu gwintowania.

5.2.1 Dosuw promieniowy

Dosuw promieniowy jest najprostszą i najczęściej stosowaną metodą. Dosuw następuje prostopadłe do osi obrotu. Dosuw promieniowy powoduje wytworzenie wióra w kształcie V i równomiernego zużycia obu powierzchni ostrza.



Dosuw promieniowy jest **zalecany przy**:

- skokach mniejszych niż 1,5 mm,
- materiałach utwardzanych zgniotowo (nadaje się szczególnie do austenitycznych stali nierdzewnych),
- materiałach dających krótki wiór.

Rys. 4.11 Dosuw promieniowy

5.2.2 Dosuw wzdłuż boku zarysu gwintu

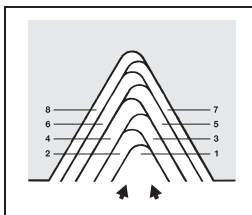


Większość obrabiarek CNC jest wstępnie zaprogramowanych na tę metodę obróbki. Metoda jest **zalecana** przy:

- skokach większych niż 1,5 mm,
- konieczności wyeliminowania drgań.

Rys. 4.12 Dosuw wzdłuż boku zarysu gwintu

5.2.3 Dosuw naprzemienny



Metoda ta umożliwia równomierne zużycie ostrzy i długi okres trwałości narzędzia. Metodę **zaleca się** przy:

- bardzo dużych skokach,
- materiałach dających długi wiór.

Rys. 4.13 Dosuw naprzemienny

5.2.4 Liczba przejść i dosuw w każdym przejściu

W Tabeli 4.9 podano liczbę przejść narzędzia przy toczeniu gwintu. Często liczba ta jest już ustalona przez cykl pracy obrabiarki (toczenie gwintów). Należy przy tym **uwzględnić** poniższe uwagi:

- Przy 1. przejściu należy wybierać głębokości skrawania mniejsze niż 0,5 mm, aby uniknąć wykruszeń na ostrzach.
- Liczbę przejść należy zwiększyć od 2 do 6 w przypadku
 - nacinania gwintów wewnętrznych,
 - stali nierdzewnych,
 - zastosowania cermetali.
- Po wykonaniu ostatniego dosuwu należy wykonać dwa przejścia jałowe (bez dosuwu), w celu oczyszczenia gwintu z wiórów.

Skok [mm]	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
Skok [GZ]	48	32	24	20	16	14	12	10	8	7	6	5,5	5
Liczba przejść	4 do 6	4 do 7	4 do 8	5 do 9	6 do 10	7 do 12	7 do 12	8 do 14	9 do 16	10 do 18	11 do 18	11 do 19	12 do 20

Tabela 4.9 Liczba przejść narzędzia

5.3 Czas główny przy toczeniu gwintów

Toczenie gwintów jest toczeniem wzdłużnym przy użyciu noża kształtowego, z posuwem odpowiadającym skokowi nacinanego gwintu. Liczbę zwojów gwintu uwzględnia się tylko w przypadku gwintów wielozwojnych. **Czas główny t_h** oblicza się z zależności:

$$t_h = \frac{L \cdot i \cdot g}{p \cdot n}$$

- t_h czas główny [min]
 - L droga całkowita narzędzia [mm]
 - i liczba przejść narzędzia
 - p skok gwintu [mm]
 - n prędkość obrotowa [min^{-1}]
 - g liczba zwojów gwintu
- (równ. 4.14)

Liczbę przejść i narzędzia można obliczyć z głębokości gwintu t i głębokości skrawania a_p .

$$i = \frac{t}{a_p}$$

- t głębokość gwintu [mm]
 - a_p głębokość skrawania [mm]
- (równ. 4.15)

Odpowiednie wartości **głębokości gwintu t** są podane w Tabeli 4.11, a **głębokości skrawania a_p** są podane w Tabeli 4.12.

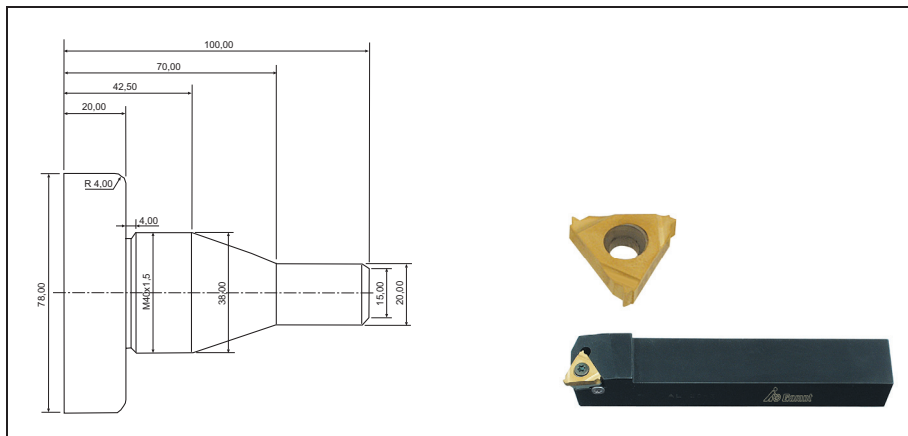
Wielkość gwintu	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Głębokość gwintu t [mm]	0,81	0,97	1,13	1,29	1,62	1,95	1,95	2,27

Tabela 4.10 Głębokości t gwintów metrycznych według DIN 13

Rodzaj obróbki	Gwint metryczny i gwint Whitwortha	Gwint trapezowy
Obróbka zgrubna	$a_p = 0,1 \dots 0,2$ mm	$a_p = 0,05 \dots 0,1$ mm
Obróbka wykańczająca	$a_p = 0,05$ mm	$a_p = 0,03 \dots 0,05$ mm
Obowiązuje przybliżona zależność	$a_p = \sqrt{\frac{d}{40}}$ [mm]	d średnica zewnętrzna gwintu

Tabela 4.11 Głębokości skrawania a_p przy zgrubnym i wykańczającym toczeniu gwintów

5.4 Przykład toczenia gwintów



Przykład zastosowania: Gwintowanie

Stosowane parametry:

Materiał: X6 CrNiMoTi 17 12 (1.4571) VA
(grupa materiałowa GARANT 13.2, rozdział „Materiały”, podrozdział 1.)

Narzędzie: Oprawka nożowa zaciskowa, wielkość 25

Płytkę skrawającą: Płytkę skrawającą pełnoprofilową do gwintów, wielkość 60/1,5 HB 7135

Parametry skrawania: Prędkość skrawania $v_c = 80$ m/min
Posuw $f = 0,2$ mm/obr.

Chłodzenie: Emulsja

5.5 Usuwanie usterek przy toczeniu gwintów

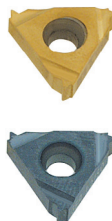
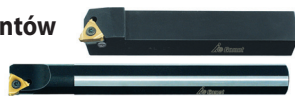
Rodzaj usterek								
1	Wykruszenie ostrza							
2	Zużycie powierzchni przyłożenia							
3	Wykruszenia							
4	Odształcenia plastyczne							
5	Narosty							
6	Drgania							
7	Niewłaściwa jakość powierzchni							
8	Niewłaściwe łamanie wióra							
1	2	3	4	5	6	7	8	Sposób usunięcia
								Wybrać materiał narzędzia o większej odporności na zużycie
								Wybrać materiał narzędzia o większej odporności na obciążenia dynamiczne
								Zmniejszyć liczbę przejść
								Zwiększyć liczbę przejść
								Kontrolować wysokość kłów
								Wybrać dosuw promieniowy
								Wybrać zmodyfikowany dosuw do boku zarysu gwintu
								Zmniejszyć prędkość skrawania
								Zwiększyć prędkość skrawania
								Poprawić doprowadzanie cieczy chłodząco-smarującej
								Zwiększyć wydajność cieczy chłodząco-smarującej
								Nie stosować cieczy chłodząco-smarującej
								Poprawić stabilność
								Zwiększyć dosuw na przejście narzędzia
								Sprawdzić, czy zastosowano właściwą płytkę podporową
								Skontrolować średnicę obrabianego przedmiotu
								Wybrać powlekany materiał narzędzia
								Sprawdzić dobór płytki podporowej

Tabela 4.12 Usterki, ich przyczyny i sposób usunięcia przy toczeniu gwintów

5.6 Zalecenia technologiczne GARANT do toczenia gwintów

Tabela 4.13 GARANT Toczenie gwintów

Numer katalogowe: 272010; 272060; 272120; 272160



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm]	Narzędzia ze stopów twardych powlekanych			
			HB 7135 (PVD-TiN)		HB 7020 (PVD-TiAlN)	
			v_c [m/min]	ciecz chłodz.-smarująca	v_c [m/min]	środek chłodz.-smarujący
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	70 – 120 – 180	emulsja	70 – 160 – 200	na sucho/emulsja
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	70 – 120 – 180	emulsja	70 – 160 – 200	na sucho/emulsja
2.0	Stale automatowe	< 850	70 – 120 – 180	emulsja	70 – 160 – 200	emulsja
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	70 – 120 – 180	emulsja	70 – 160 – 200	emulsja
3.0	Niestopowe stale do uleps. ciepln.	< 700	70 – 120 – 180	emulsja	70 – 160 – 200	na sucho/emulsja
3.1	Niestopowe stale do uleps. ciepln.	700 – 850	70 – 120 – 180	emulsja	70 – 160 – 200	na sucho/emulsja
3.2	Niestopowe stale do uleps. ciepln.	850 – 1000	50 – 110 – 160	emulsja/olej	70 – 130 – 180	na sucho/emulsja
4.0	Stopowe stale do uleps. ciepln.	850 – 1000	50 – 100 – 120	emulsja/olej	50 – 110 – 150	emulsja/olej
4.1	Stopowe stale do uleps. ciepln.	1000 – 1200	45 – 70 – 100	emulsja/olej	45 – 80 – 120	emulsja/olej
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	50 – 110 – 160	emulsja/olej	70 – 130 – 180	na sucho/emulsja
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	50 – 100 – 120	olej	50 – 110 – 150	emulsja/olej
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	45 – 70 – 100	emulsja/olej	45 – 80 – 120	emulsja/olej
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50 – 70 – 100	emulsja/olej	50 – 80 – 120	emulsja/olej
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50 – 65 – 100	emulsja/olej	50 – 75 – 120	emulsja/olej
8.0	Stale narzędziowe	< 850	50 – 100 – 120	emulsja/olej	50 – 110 – 150	emulsja/olej
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	45 – 70 – 100	emulsja/olej	45 – 80 – 120	emulsja/olej
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	45 – 70 – 100	emulsja/olej	45 – 80 – 120	emulsja/olej
9.0	Stale szybkołatające	830 – 1200	45 – 70 – 100	emulsja/olej	45 – 80 – 120	emulsja/olej
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–	–	–	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	50 – 65 – 100	emulsja	50 – 75 – 120	emulsja
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	50 – 65 – 100	emulsja	50 – 75 – 120	emulsja
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	50 – 65 – 100	emulsja/olej	50 – 75 – 120	emulsja/olej
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	80 – 110 – 180	emulsja	–	–
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	80 – 110 – 180	emulsja	–	–
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	80 – 100 – 150	emulsja	–	–
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	80 – 100 – 150	emulsja	–	–
14.0	Stopy specjalne	< 1200	50 – 65 – 100	olej	50 – 75 – 120	olej
15.0	Żelwo (GG)	< 180 HB	100 – 120 – 170	na sucho	100 – 140 – 185	na sucho
15.1	Żelwo (GG)	> 180 HB	100 – 120 – 170	na sucho	100 – 140 – 185	na sucho
15.2	Żelwo (GGG, GT)	> 180 HB	100 – 120 – 170	na sucho	100 – 140 – 185	na sucho
15.3	Żelwo (GGG, GT)	> 260 HB	80 – 100 – 130	na sucho	80 – 130 – 150	na sucho
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	50 – 70 – 100	emulsja/olej	50 – 80 – 120	emulsja/olej
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	50 – 65 – 100	emulsja/olej	50 – 75 – 120	emulsja/olej
17.0	Al. dające dl.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	100 – 220 – 350	emulsja	100 – 220 – 350	emulsja
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór	–	100 – 220 – 350	emulsja	100 – 220 – 350	emulsja
17.2	Stopy aluminium > 10% Si	–	75 – 120 – 250	emulsja	75 – 200 – 300	emulsja
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	100 – 220 – 350	emulsja	100 – 220 – 350	emulsja
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	75 – 120 – 250	emulsja/na sucho	75 – 200 – 300	na sucho
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	75 – 120 – 250	emulsja/olej	75 – 200 – 300	emulsja/olej
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	75 – 120 – 250	emulsja/olej	75 – 200 – 300	emulsja/olej
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	75 – 120 – 250	emulsja/olej	75 – 200 – 300	emulsja/olej
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	75 – 120 – 250	emulsja/olej	75 – 200 – 300	emulsja/olej
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	75 – 120 – 250	emulsja/olej	75 – 200 – 300	emulsja/olej
19.0	Grafit	–	75 – 120 – 250	na sucho	75 – 200 – 300	na sucho
20.0	Termoplasty	–	100 – 220 – 350	emulsja	100 – 220 – 350	emulsja
20.1	Duroplasty	–	100 – 220 – 350	emulsja	100 – 220 – 350	emulsja
20.2	GFK i CFK	–	75 – 120 – 250	emulsja	75 – 200 – 300	emulsja