

GARANT PŘÍRUČKA OBRÁBĚNÍ



VRTÁNÍ · ZÁVITY · ZAHLUBOVÁNÍ · VYSTRUŽOVÁNÍ · ŘEZÁNÍ · FRÉZOVÁNÍ · SOUSTRUŽENÍ · RÁDLOVÁNÍ · UPÍNÁNÍ

SILNÉ OBRÁBĚCÍ NÁSTROJE OD A DO Z

VRTÁNÍ PEVNÉ BŘITY



VRTÁNÍ VYMĚNITELNÉ BŘITY



Skupiny výrobků	Výhody	Skupiny výrobků	Výhody
GARANT Vrtáky HSS a HSS/E	Univerzální použití i pro těžko obrobitelné materiály	SECO Vrtáky s výměnnou hlavou	3xD a 5xD (s faset. kroužkem) Univerzální použití Vrtání do tvrdých materiálů
GARANT Vrtáky TK a PKD	Vysoce výkonné vrtání pomocí speciální geometrie břitů Vrtání až 12 x D a IK Vrtání do tvrdých stejně jako do hliníkových a litých materiálů	KOMET Vrtáky s vyměnitel- nými břitovými destičkami	Použití za obtížných podmínek vrtání Pro stacionární nebo rotační použití
		KOMET Vrtáky	Univerzální použití
		KOMET Vybrušovací hlavy	Univerzální použití

VRTÁNÍ / FRÉZOVÁNÍ ZÁVITŮ



ZAHLUBOVÁNÍ



Skupiny výrobků	Výhody	Skupiny výrobků	Výhody
GARANT Řezání závitů HSS/E	Univerzální použití Jednoduchá manipulace Bezpečný výběr a přiřazení díky označení barevnými kroužky	GARANT Kuželové záhlubníky HSS	Univerzální použití
GARANT TK -řezání závitů	Řezání závitů v tvrdých materiálech	GARANT Kuželové záhlubníky TK	Zahlubování tvrdých stejně jako hliníkových a litých materiálů
GARANT Tváření závitů	Beztržisková výroba závitů	GARANT Zarovnávací záhlubníky DIN	Univerzální použití
GARANT Frézování závitů	Frézování závitů v otvorech pro závit při výrobě závitů všech velikostí i pro HSC stroje	Kombinované zarovnávací záhlubníky	Stupňovité vrtání a zahlubování mimo normu Vnitřní přívod chladicí kapaliny

SILNÉ OBRÁBĚCÍ NÁSTROJE OD A DO Z





Skupiny výrobků	Výhody
GARANT Výstružníky HSS/E	Univerzální použití
GARANT NC výstružníky HSS/E a TK	NC provedení Upnutí v hydraulickém upínacím pouzdře nebo sklíčidle HG
GARANT TK vystružování	Vyšší přesnost házivosti Vystružování v tvrdých stejně jako hliníkových a litých materiálech

Skupiny výrobků	Výhody
GARANT Kovové kotoučové pily HSS	Univerzální použití
GARANT Kovem osazené kotoučové pily TK	Vysoce výkonné ozubení pro rychloběžné stroje na řezání hliníku
RÖNTGEN HSS a bimetalové pilové listy	Univerzální použití Ozubení a tvar zubů v závislosti na použití. Pro plasty a neželezné kovy až po vysokolegované oceli
RÖNTGEN Pilový pás - tvrdokov	Vysoce výkonné pily

FRÉZOVÁNÍ



SOUSTRUŽENÍ



Skupiny výrobků	Výhody
GARANT Frézy HSS a HSS/E	Těž pro těžko obrobitelné materiály
GARANT Frézy na práškovou ocel	Frézování nasucho a těžko obrobitelné materiály
GARANT Frézy TK	HPC, HSC a frézování tvrdých mat., frézování nasucho, kopír. frézování a frézování zápustek
SECO Frézovací systém Minimaster	Optimální kombinace stopky a frézov. hlavy
GARANT Frézy s vyměnitelnými břitovými destičkami	Univerzální použití - zanořovací / rovinné / rohové frézování
SECO Frézy s vyměnit. břitovými destičkami	Vyměnitelné břitové destičky ISO
	Nástroje s vnitřním chlazením
	Rovin. a roh. frézování
	Frézování drážek T
	Frézování kotoučů
GARANT Frézovací výhružníky s břitovými destičkami	Univerzální použití
	Úhel od 10°–80°, plynule nastavitelný

Skupiny výrobků	Výhody
GARANT ISO soustružení	Univerzální použití
	Leštěné vyměnitelné břitové destičky na hliník
	Soustružení tvrdých materiálů pomocí CBN
	Soustružení tvrdých materiálů a litiny pomocí keramiky
	Jemné soustružení
GARANT/SECO upichování	Univerzální použití
SECO MDT zapichování	Systém pro podélné, čelní a kopírovací soustružení, zapichování drážek a upichování
SECO Soustružení ISO	Univerzální použití
	Geometrie Wiper
KOMET Uni Turn jemné soustružení	Jemné soustružení pro otvory od Ø 3 mm
GARANT Soustružení závitů	Vnitřní a vnější závit 11', 16' a 22' desek

SILNÉ OBRÁBĚCÍ NÁSTROJE OD A DO Z

RÁDLOVÁNÍ



UPÍNÁNÍ



Skupiny výrobků	Výhody	Skupiny výrobků	Výhody
Lisování rýh	Univerzální použití	Upínací přípravky SK	Pro tradiční a HSC obrábění
Frézování rýh	Pro tradiční soustruhy	Upínací přípravky HSK	Pro přesné a HSC obrábění
Nastavitelné rádlovací nástroje	Pro CNC soustruhy	Přesné upínací přípravky	Optimální obvodová hřzivost, maximální životnost nástroje, pro obrábění techniku HSC
		GARANT Přesná upínací pouzdra	
		Hydraulická upínací pouzdra	
		Vysoce přesná sklíčidla (HG)	
		Tepelné upínače	

Obsah

	1. Skupiny materiálů Železné materiály, neželezné kovy, plasty	Skupiny materiálů
	2. Základy Materiály, obrobiteľnosť, moderní výrobní technologie, řezné materiály a povlaky	Základy
	3. Vrtání s pevnými a vyměnitelnými břity Veličiny obrábění, síly, čas obrábění, hloubky vrtání / předvrtání, výsledek vrtání, HSS, TK, vyměnitelné břitové destičky, parametry	Vrtání
	4. Závity Výpočty, řezání, tváření a frézování závitů, parametry	Závity
	5. Zhlubování Veličiny obrábění, síly, čas obrábění, provedení, parametry	Zhlubování
	6. Vystružování Veličiny obrábění, síly, čas obrábění, provedení, tolerance povrchů, parametry	Vystružování
	7. Řezání Výpočty, kotoučové pily, pásové pily, parametry	Řezání
	8. Frézování Výpočty, HSS, TK, vyměnitelné břitové destičky, parametry	Frézování
	9. Soustružení / rádlování Výpočty, vnější soustružení, vnitřní soustružení, soustružení závitů, upichování, zapichování, parametry	Soustružení
	10. Upínání Vyvážení, upnutí nástroje, upínací přípravky SK, upínací přípravky HSK, držáky VDI	Upínání
	Informace Sbírka vzorců, seznam hesel <i>Všechny údaje v této příručce o obrábění jsou bez záruky a platí jako doporučení</i>	Informace



Obsah



1	Materiálové skupiny	10
1.1	Rozdělení do materiálových skupin GARANT	10
1.2	Označení materiálů	43
1.2.1	Systémy označování ocelí a litin	44
1.2.2	Systémy označování neželezných materiálů	48
1.2.3	Označování termoplastických formířských hmot	50
2	Železné materiály	51
2.1	Ocelové materiály	51
2.1.1	Rozdělení ocelí	51
2.1.2	Ovlivňování obrobitelnosti oceli	52
2.1.2.1	Obrobitelnost v závislosti na obsahu uhlíku	52
2.1.2.2	Obrobitelnost v závislosti na legujících prvcích	53
2.1.2.3	Obrobitelnost v závislosti na tepelném zpracování	55
2.1.3	Obrobitelnost různých ocelových materiálů	56
2.2	Litinové materiály	60
2.2.1	Rozdělení litinových materiálů	60
2.2.2	Obrobitelnost litinových materiálů	61
3	Neželezné kovy	63
3.1	Hliník a hliníkové slitiny	63
3.1.1	Rozdělení hliníkových slitin	63
3.1.2	Obrobitelnost hliníkových slitin	65
3.2	Hořčík a hořčíkové slitiny	68
3.3	Titan a titanové slitiny	70
3.4	Měď a měděné slitiny	72
3.5	Slitiny na bázi niklu	73
3.6	Slitiny na bázi kobaltu	75
4	Plasty	76
4.1	Rozdělení plastů	76
4.2	Termoplasty	77
4.3	Duroplasty	77
4.4	Elastomery	77
4.5	Termoplastické elastomery (TPE)	78
4.6	Lamináty (FVK)	78
4.6.1	Sklolamináty (GFK)	79
4.6.2	Plasty zpevněné uhlíkovým vláknem (CFK)	80
4.7	Identifikace, vlastnosti a označení plastů	80
4.8	Obrobitelnost plastů	83
4.8.1	Obrobitelnost termoplastů a duroplastů	83
4.8.2	Obrobitelnost laminátů (FVK)	85

5	Klasifikace vlastností na základě zkoušky tvrdosti materiálů	87
5.1	Zkouška tvrdosti kovů	87
5.1.1	Statický postup zkoušení tvrdosti	87
5.1.2	Porovnání údajů o tvrdosti	88
5.2	Zkouška tvrdosti plastů	88
5.2.1	Tvrdost podle Brinella u tvrdých plastů	88
5.2.2	Shoreova tvrdost u měkkých plastů	90





1. Materiálové skupiny

1.1 Rozdělení do materiálových skupin GARANT

Tabulka 1.1 obsahuje přehled rozdělení materiálů do různých skupin. V další tabulce 1.2 jsou kromě označení materiálů uvedeny jejich chemické složení a oblasti použití stejně jako údaje o určování řezné síly.

Materiál. skupina	Poznámka	Strana
1.0	Všeobecné konstrukční oceli do 500 N/mm ²	12
1.1	Všeobecné konstrukční oceli do 500-850 N/mm ²	12
2.0	Automatové oceli do 850 N/mm ²	12
2.1	Automatové oceli s 850-1000 N/mm ²	13
3.0	Nelegované oceli k zušlechťení do 700 N/mm ²	13
3.1	Nelegované oceli k zušlechťení s 700-850 N/mm ²	13
3.2	Nelegované oceli k zušlechťení s 850-1000 N/mm ²	14
4.0	Legované oceli k zušlechťení s 850-1000 N/mm ²	14
4.1	Legované oceli k zušlechťení s 1000-1200 N/mm ²	14
5.0	Nelegované cementační oceli do 750 N/mm ²	15
6.0	Legované cementační oceli do 1000 N/mm ²	16
6.1	Legované cementační oceli nad 1000 N/mm ²	16
7.0	Nitridační oceli do 1000 N/mm ²	16
7.1	Nitridační oceli nad 1000 N/mm ²	17
8.0	Nástrojové oceli do 850 N/mm ²	17
8.1	Nástrojové oceli s 850-1100 N/mm ²	17
8.2	Nástrojové oceli nad 1100 N/mm ²	18
9.0	Rychlořezné oceli s 850-1200 N/mm ²	19
10.0	Kalené oceli s 48-55 HRC	20
10.1	Kalené oceli s 55-60 HRC	20
10.2	Kalené oceli s 60-67 HRC	20

Tabulka 1.1 Rozdělení materiálů do skupin GARANT

Tabulka 1.1 Pokračování - rozdělení materiálů do skupin GARANT

	Konstrukční ocel odolná vůči otěru s 1350 N/mm^2	20
	Konstrukční ocel odolná vůči otěru s 1800 N/mm^2	20
12.0	Pružinové oceli do 1500 N/mm^2	20
13.0	Nerezové oceli - sřené do 700 N/mm^2	21
13.1	Nerezové oceli - austenitické do 700 N/mm^2	21
13.2	Nerezové oceli - austenitické do 850 N/mm^2	23
13.3	Nerezové oceli - martenzitické / feritické do 1100 N/mm^2	26
14.0	Speciální slitiny do 1200 N/mm^2	27
15.0	Litiny do 180 HB (GG)	28
15.1	Litiny od 180 HB (GG)	28
15.2	Litiny (kuličkový grafit, temperovaná litina) od 180 HB (GGG, GT)	28
15.3	Litiny (kuličkový grafit, temperovaná litina) od 260 HB	29
16.0	Titan, titanové slitiny do 850 N/mm^2	29
16.1	Titan, titanové slitiny s $850\text{-}1200 \text{ N/mm}^2$	30
17.0	Hliník, hliníkové slitiny do 530 N/mm^2	30
17.1	Hliník, hliníkové slévárenské slitiny < 10% Si do 600 N/mm^2	30
17.2	Hliník, hliníkové slévárenské slitiny > 10% Si do 600 N/mm^2	31
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	31
19.0	Měď, nízko legovaná, do 400 N/mm^2	31
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky, do 600 N/mm^2	32
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky, do 600 N/mm^2	32
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky, do 600 N/mm^2	32
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky, s $600\text{-}850 \text{ N/mm}^2$	32
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky, do 850 N/mm^2	33
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky, s $850\text{-}1200 \text{ N/mm}^2$	33
20.0	Grafit	33
21.0	Termoplasty a duroplasty	34
21.1	Lamináty	40



Tabulka 1.2 Rozdělení do materiálových skupin GARANT

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost [N/mm ²]	Chemické složení [%]	Použití
1.0	Všeobecné konstrukční oceli do 500 N/mm ²						
	1.0037	St 37-2	1780	0,17	340–470	0,17 C; 1,4 Mn; 0,045 P; 0,045 S; 0,009 N	Všeobecná konstrukční ocel
1.1	Všeobecné konstrukční oceli s 500–850 N/mm ²						
	1.0050	St 50-2	1990	0,26	470–610	0,17 C; 1,4 Mn; 0,045 P; 0,045 S; 0,009 N	Všeobecná konstrukční ocel
	1.0060	St 60-2	2110	0,17	570–710	0,17 C; 1,4 Mn; 0,045 P; 0,045 S; 0,009 N	Všeobecná konstrukční ocel
2.0	Automatové oceli do 850 N/mm ²						
	1.0711	9 S 20	1200	0,18	460–710	0,13 C; 0,05 Si; 0,6–1,2 Mn; 0,1 P; 0,18–0,25 S	Cementované masivní díly pro automobilový průmysl
	1.0718	9 S MnPb 28	1200	0,18	360–570	0,14 C; 0,9–1,3 Mn; 0,27–0,33 S; 0,15–0,35 Pb	Masivní díly pro automobilový průmysl (výnikající drobitelnost s přísadou Pb)
	1.0726	35 S 20	1200	0,18	540–740	0,32–0,39 C; 0,1–0,3 Si; 0,7–1,1 Mn; 0,18–0,25 S	Masivní díly střední pevnosti pro automobilový průmysl
	1.0727	45 S 20	1200	0,18	640–840	0,42–0,5 C; 0,1–0,3 Si; 0,7–1,1 Mn; 0,18–0,25 S	Masivní díly vyšší pevnosti pro automobilový průmysl
	1.0737	9 S MnPb 36	1200	0,18	490–740	0,15 C; 0,1–0,3 Si; 1,1–1,5 Mn; 0,1 P; 0,34–0,4 S; 0,15–0,35 Pb	Masivní díly pro automobilový průmysl (výnikající drobitelnost s přísadou Pb)

Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly kc1.1 [N/mm ²]	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6) m	Pevnost [N/mm ²]	Chemické složení [%]	Použití
2.1	Automatové oceli s 850–1000 N/mm²						
	1.0728	60 S 20	1200	0,18	670–880	0,57–0,65 C; 0,1–0,3 Si; 0,7–1,1 Mn; 0,06 P _{max} ; 0,18–0,25 S	Masivní díly nejvyšší pevnosti, automobilový průmysl a výroba aparátů, přístrojů a strojů
3.0	Nelegované oceli k zkušební do 700 N/mm²						
	1.0402	C 22	1800	0,16	470–820	0,17–0,24 C; 0,4 Si; 0,4–0,7 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni;	Součástky s nízkým namáháním
	1.0501	C 35	1516	0,27	600–750	0,32–0,39 C; 0,4 Si; 0,5–0,8 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni	Součástky s poněkud vyšším namáháním
	1.1180	Ck 35	1860	0,20	600–750	0,32–0,39 C; 0,4 Si; 0,5–0,8 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni	Součástky pro poněkud vyšší namáhání ve všeobecném strojírenství a automobilovém průmyslu
3.1	Nelegované oceli k zkušební s 700–850 N/mm²						
	1.0503	C 45	1680	0,26	650–800	0,42–0,5 C; 0,4 Si; 0,5–0,8 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni	Součástky se středním namáháním
	1.1191	Ck 45	2220	0,14	650–800	0,42–0,5 C; 0,5–0,8 Mn; 0,1 Mo; 0,4 Ni	Součástky pro střední namáhání ve všeobecném strojírenství a automobilovém průmyslu



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost [N/mm ²]	Chemické složení [%]	Použití
3.2	Nelegované oceli k zúšlechťení s 850–1000 N/mm ²						
	1.1167	36 Mn 5	1710	0,27	640–1080	0,32–0,4 C; 0,4 Si; 1,2–1,5 Mn; 0,035 P; 0,035 S	Součástky s vyšším namáháním pro všeobecné strojírenství
	1.1221	Ck 60	2130	0,18	750–1000	0,57–0,65 C; 0,4 Si; 0,6–0,9 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni	Součástky pro vysoké namáhání ve všeobecném strojírenství a automobilovém průmyslu
4.0	Legované oceli k zúšlechťení s 850–1000 N/mm ²						
	1.7003	38 Cr 2	2070	0,25	800–950	0,35–0,42 C; 0,5–0,8 Mn; 0,4–0,6 Cr; 0,4 Si _{max} ; 0,035 P _{max} ; 0,035 S _{max}	Součástky s vyšším namáháním ve výrobě automobilů, motorů a strojů, jako jsou díly převodovek nápravy či hřídele
	1.7030	28 Cr 4	2070	0,25	850–1000	0,24–0,31 C; 0,6–0,9 Mn; 0,9–1,2 Cr; 0,4 Si _{max} ; 0,035 P _{max} ; 0,030 S _{max}	Malé součástky s vyšším namáháním ve výrobě automobilů, motorů a strojů, jako jsou ozubená kola převodovek či hnací hřídele
4.1	Legované oceli k zúšlechťení s 1000–1200 N/mm ²						
	1.7218	25 CrMo 4	2070	0,25	650–1100	0,22–0,29 C; 0,6–0,9 Mn; 0,9–1,2 Cr; 0,15–0,3 Mo	Díly ve výrobě automobilů a jiných vozidel, teplo náprav, hnacích poloos či dílů turbin
	1.6582	34 CrNiMo 6	1800	0,27	800–1400	0,3–0,38 C; 0,4 Si; 0,5–0,8 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 1,3–1,7 Cr; 0,15–0,3 Mo; 1,3–1,7 Ni	Součástky vysoké odolné proti opotřebení ve výrobě automobilů a motorů, křivkových hřídelů a částí rozvodů či převodovek

Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 4.1

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost [N/mm ²]	Chemické složení [%]	Použití
4.1	Legované oceli k zušlechťení s 1000–1200 N/mm ²						
	1.7220	34 CrMo 4	2240	0,21	750–1200	0,3-0,37 C; 0,6-0,9 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,15-0,3 Mo	Součástky vysoké houževnatosti ve výrobě automobilů a jiných vozidel, klikových hřídelů a hnacích poloos, čepů náprav či ojnic
	1.7225	42 CrMo 4	2500	0,26	800–1300	0,38-0,45 C; 0,6-0,9 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,15-0,3 Mo	Součástky vysoké houževnatosti ve výrobě automobilů a jiných vozidel, klikových hřídelů a hnacích poloos, čepů náprav či ojnic
	1.7707	30 CrMoV 9	1710	0,27	900–1450	0,26-0,34 C; 0,4 Si; 0,4-0,7 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 2,3-2,7 Cr; 0,15-0,25 Mo; 0,1-0,2 V	Součástky vysoké houževnatosti ve výrobě automobilů a jiných vozidel, klikových hřídelů, čepů, šroubů
	1.8159	50 CrV 4	2220	0,26	850–1300	0,47-0,55 C; 0,7-1,1 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,1-0,25 V	Součástky vysoké odolné proti opotřebení ve výrobě automobilů a ponorní, ozubených kol, hnacích pastorků, hřídelů, kloubových dílů
5.0	Nelegované cementační oceli do 750 N/mm ²						
	1.0401	C 15	1820	0,22	590–880	0,12-0,18 C; 0,4 Si; 0,3-0,6 Mn; 0,045 P; 0,045 S; 0,009 N	Konstrukční prvky a strojní součásti
	1.1141	CK 15	1630	0,17	590–740	0,12-0,18 C; 0,4 Si; 0,3-0,6 Mn; 0,035 P; 0,035 S	Malé součástky strojů s nízkou pevností v jádře



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly kc1.1 [N/mm ²]	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6) m	Pevnost [N/mm ²]	Chemické složení [%]	Použití
6.0	Legované cementační oceli do 1000 N/mm ²						
	1.5919	15CrNi6	2100	0,26	500–590	0,14–0,19 C; 0,4 Si; 0,4–0,6 Mn; 0,035 P _{max} ; 1,4–1,7 Cr; 1,4–1,7 Ni; 0,035 S _{max}	Součástky ve výrobě automobilů, motorů a aparátů, jako jsou hrací pastorky, pístní čepy či převodové hřídele
	1.7012	13Cr2	2100	0,26	690–930	0,1–0,16 C; 0,15–0,35 Si; 0,4–0,6 Mn; 0,035 P _{max} ; 0,3–0,5 Cr; 4,25–4,75 Ni; 0,035 S _{max}	Menší součástky ve výrobě automobilů a strojů s požadovanou zvýšenou odolností proti otěru, jako jsou vačkové hřídele, pístní čepy či válce
	1.7131	16MnCr5	2100	0,26	500	0,14–0,19 C; 0,4 Si; 1,0–1,3 Mn; 0,035 P; 0,8–1,1 Cr	Ozubená kola, talířová a převodová kola, hřídele, šrouby, čepy
6.1	Legované cementační oceli nad 1000 N/mm ²						
	1.7147	20 MnCr 5	2140	0,25	800–1400	0,17–0,22 C; 0,4 Si; 1,1–1,4 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 1,0–1,3 Cr	Díly převodovek a kloubů, ozubená kola, talířová kuzelová kola, hřídele, čepy, součástky s vyšší pevností v jádře
	1.7262	15 CrMo 5	2290	0,17	640–1180	0,15–0,35 C; 0,15–0,35 Si; 0,8–1,1 Mn; 1,0–1,3 Cr; 0,2–0,3 Mo	Stěně opotřebovávaná talířová a převodová kola, ozubená kola, klíkové hřídele, čepy, pouzdra
7.0	Nítridační oceli do 1000 N/mm ²						
	1.8507	34 CrAlMo 5	1740	0,26	800–1000	0,3–0,37 C; 0,4 Si; 0,5–0,8 Mn; 1,0–1,3 Cr; 0,8–1,2 Al	Součásti armatur na přehrádu páru o vysoké tvanivosti, díly do tloušťky 80 mm

Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 7.0

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost [N/mm ²]	Chemické složení [%]	Použití
7.0	Nítridační oceli do 1000 N/mm ²						
	1.8504	34 Cr Al 6	1740	0,26	< 780	0,3-0,37 C; 0,15-0,35 Si; 0,6-0,9 Mn; 0,035 Pmax; 0,035 Smax; 0,8-1,1 Al; 1,2-1,5 Cr	Součástí armatur na přehrátku páru, vřetena ventilů, písní tyče
	1.8506	34 Cr Al S 5	1740	0,26	< 930	0,3-0,37 C; 0,15-0,4 Si; 0,6-0,9 Mn; 0,1 Pmax; 0,07-0,11 S; 0,8-1,2 Al; 1,0-1,3 Cr	Díly podléhající rychlému opotřebení s vysokou povrchovou tvrdostí
7.1	Nítridační oceli nad 1000 N/mm ²						
	1.8519	31 Cr Mo V 9	1740	0,26	1000–1200	0,26-0,34 C; 0,4 Si; 0,4-0,7 Mn; 0,025 Pmax; 0,03 Smax; 2,3-2,7 Cr; 0,15-0,25 Mo; 0,1-0,2 V	Součástí armatur na přehrátku páru, vřetena ventilů, klikové hřídele, díly podléhající rychlému opotřebení
8.0	Nástrojové oceli do 850 N/mm ²						
	1.1730	C 45 W	1680	0,26	< 190 HB	0,4-0,5 C; 0,15-0,4 Si; 0,6-0,8 Mn; 0,035 P; 0,035 S	Neleg. nástrojová ocel, převodová kola, hnací hřídele, materiál na řezání a lisování
	1.2067	100 Cr 6	1410	0,39	< 223 HB	0,95-1,1 C; 0,15-0,35 Si; 0,25-0,45 Mn; 0,03 Pmax; 0,03 Smax; 1,35-1,65 Cr	Řezné nástroje, studené válce, tažné trny, zavrtávací nástroje
8.1	Nástrojové oceli s 850–1100 N/mm ²						
	1.2312	40CrMnMoS 8-6	1800	0,27	1100–1150	0,34-0,45 C; 0,3-0,5 Si; 1,4-1,6 Mn; 0,03 P; 0,05-0,1 S; 1,8-2,0 Cr; 0,15-0,25 Mo	Nástrojová ocel pro práci za studena, nástroje pro zpracování plastů, formovací rámy, dobře obrobitelné



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 8.1

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost	Chemické složení [%]	Použití
8.1	Nástrojové oceli s 850–1100 N/mm ²						
	1.2316	X 36 CrMo 17	1820	0,26	< 285 HB	0,33-0,43 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 15-17 Cr; 1,0-1,3 Mo; 1,0 Ni; 1,0 Ti	Nástrojová ocel pro práci za studena, speciální nerezavějící ocel pro lisovací formy k lisování chemicky agresivních hmot
	1.2363	X100CrMo V51	1820	0,26	< 231 HB	0,95-1,05 C; 0,35-0,65 Mn; 4,5-5,5 Cr; 0,9-1,4 Mo	Nástrojová ocel pro práci za studena, řezné a lisovací nástroje, čelisti na válcování závitů
	1.2851	34CrAl6	1820	0,26	780-980	0,30-0,37 C; 0,15-0,35 Si; 0,6-0,9 Mn; 0,035 Pmax; 0,035 Smax; 1,2-1,5 Cr; 0,8-1,1 Al	Nástrojová ocel pro práci za studena, Plastové lisovací formy pro povrchovou nitridaci
8.2	Nástrojové oceli nad 1100 N/mm ²						
	1.2080	X210Cr12	1820	0,26	< 248 HB	1,9-2,2 C; 0,1-0,4 Si; 0,15-0,45 Mn; 11-12 Cr; 0,1-0,4 Ti	Nástrojová ocel pro práci za studena, vysoké výkonné řezné a lisovací nástroje, lisovníky, čelisti noží, protahovky, tažné matrice a trny.
	1.2344	X40 CrMo V51	1820	0,26	1130-1960	0,37-0,43 C; 0,9-1,2 Si; 0,25-0,55 Mn; 4,5-5,5 Cr; 1,2-1,7 Mo	Nástrojová ocel pro práci za tepla, lisovací a dřevácké trny na kovových protlačovacích lisech, tlakové lici formy na lehké kovy
	1.2379	X155Cr-VMo12.1	1820	0,26	< 255 HB	1,5-1,6 C; 0,15-0,45 Mn; 11-12 Cr; 0,9-1,1 V	Nástrojová ocel pro práci za studena, řezy náclhlyné k prasknutí, čelisti a válce na válcování závitů, prošířovací nože, protahovky, frézy
	1.2436	X 210 CrW 12	1820	0,26	< 255 HB	2,0-2,25 C; 0,15-0,45 Mn; 11-12 Cr; 0,6-0,8 W	Nástrojová ocel pro práci za studena, vysoké výkonné řezné a lisovací nástroje, lisovníky, čelisti noží, protahovky, tažné trny, frézy na dřevo

Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 8.2

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost	Chemické složení [%]	Použití
8.2	Nástrojové oceli nad 1100 N/mm ²						
	1.2710	45 NiCr 6	1710	0,27	930–1960	0,4–0,5 C; 0,15–0,35 Si; 0,5–0,8 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 1,2–1,5 Cr; 1,5–1,8 Ni	Nástrojová ocel pro práci za studena, houževnaté nůžkové řezáče za studena, osy pro opěrné válce
	1.2721	50 NiCr 13	1710	0,27	< 250 HB	0,45–0,55 C; 0,15–0,35 Si; 0,4–0,6 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 0,9–1,2 Cr; 3,0–3,5 Ni	Nástrojová ocel pro práci za studena, matrice všeho druhu za studena, masivní razidla, nůžkové řezáče
	1.2767	X 45 NiCrMo 4	1820	0,26	< 262 HB	0,4–0,5 C; 0,1–0,4 Si; 0,15–0,45 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 1,2–1,5 Cr; 0,15–0,35 Mo; 3,8–4,3 Ni	Nástrojová ocel pro práci za studena, razicí a ohýbací nástroje, přítláčecí listy na ohýbací lis, nůžkové řezáče pro nejlínější řezané materiály
9.0	1.2824	70MnMoCr8	1820	0,26	> 58 HRC	0,65–0,75 C; 0,1–0,5 Si; 1,8–2,5 Mn; 0,03 Pmax; 0,03 Smax; 0,9–1,2 Cr; 0,9–1,4 Mo	Legovaná nástrojová ocel pro práci za studena
	Rychlořezné oceli s 850–1200 N/mm ²						
	1.3255	S 18-1-2-5	1820	0,26	240–300 HB	0,75–0,83 C; 0,45 Si; 0,4 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 3,8–4,5 Cr; 0,5–0,8 Mo; 17,5–18,5 W; 1,4–1,7 V; 4,5–5,0 Co	Sousružnicke, hoblovací a obráběcí nože, hrubovací frézy, vynikající řezná síla a houževnatost
	1.3265	S 18-1-2-10	1820	0,26	240–300 HB	0,72–0,8 C; 0,45 Si; 0,4 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 3,8–4,5 Cr; 0,5–0,8 Mo; 17,5–18,5 W; 1,4–1,7 V; 9–10 Co	Sousružnicke a hoblovací nože, frézy s nejlepší tvrdostí za tepla k obrábění oceli
	1.3243	S 6-5-2 (DMo 5)	1820	0,26	240–300 HB	0,86–0,94 C; 0,45 Si; 0,4 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 3,8–4,5 Cr; 4,5–7,2 Mo; 6,0–6,7 W; 1,7–2,0 V	Výstružníky, spirálové vrtáky, závitníky, frézy, prořezáky, sousružnicke a hoblovací nože a obráběcí nože na ozubená kola



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost	Chemické složení [%]	Použití
10.0	Kalené oceli s 48–55 HRC						
10.1	Kalené oceli s 55–60 HRC						
10.2	Kalené oceli s 60–67 HRC						
11.0	Konstrukční ocel odolná vůči otěru s 1350 N/mm ²						
		Hardox 400	–	–	1350	podle údajů výrobce	Díly podléhající rychlému opotřebení
11.1	Konstrukční ocel odolná vůči otěru s 1800 N/mm ²						
		Hardox 500	–	–	1800	podle údajů výrobce	Díly podléhající rychlému opotřebení
12.0	Pružinové oceli do 1500 N/mm ²						
	1.5023	38 Si 7	1800	0,27	1180–1370	0,35–0,42 C; 1,5–1,8 Si; 0,5–0,8 Mn; 0,03 Pmax; 0,03 Smax	Lisovací pera, pružné podložky, pružné kroužky
	1.7176	55 Cr 3	1800	0,27	1370–1620	0,52–0,59 C; 0,25–0,5 Si; 0,7–1,1 Mn; 0,03 Pmax; 0,03 Smax	Pružiny tvářené za tepla, torzní tyče, šroubové pružiny pro výrobu automobilů
	1.8159	50 Cr V 4	2220	0,26	1100–1300	0,47–0,55 C; 0,4 Si; 0,7–1,1 Mn; 0,035 Pmax; 0,03 Smax; 0,9–1,2 Cr; 0,1–0,2 V	Pružinová a nástrojová ocel, vysoce namáhané díly ve výrobě letadel, motorů a strojů, jako jsou např. krouby, převody a osy

Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost	Chemické složení [%]	Použití
13.0	Nerezové oceli – sříděné do 700 N/mm ²						
	1.4104	X 14 Cr Mo S 17	1820	0,26	650–850	0,1–0,17 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,15–0,35 S; 15,5–17,5 Cr; 0,2–0,6 Mo	Konstrukční díly pro automat. obrábění (šrouby, osy)
	1.4305	X 8 Cr Ni S 18-9	2088	0,29	500–750	0,1 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,15–0,35 S; 17–19 Cr; 8–10 Ni; 0,11 N; 1,0 Cu	Nerezavějící díly pro potravinářský a fotografický průmysl a pro výrobu barev, olejů, mýdel, papíru a textilu
13.1	Nerezové oceli – austenitické do 700 N/mm ² . (Posouzení obrobitelnosti pomocí faktoru PRE na straně 58)						
	1.4000	X 6 Cr 13	1820	0,26	400–700	0,08 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12–14 Cr	Konstrukční díly ve vodě a páře, kování, obložení,
	1.4002	X 6 Cr Al 13	1820	0,26	400–700	0,08 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 13–15 Cr; 0,1–0,3 Al	Výroba zařízení pro ropný průmysl (např. krakovací zařízení), svařované díly vodních elektráren
	1.4016	X 6 Cr 17	1820	0,26	400–630	0,08 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 16–18 Cr	Šrouby a tvárové díly, při známých koroze
	1.4113	X 6 Cr Mo 17-1	2600	0,19	440–660	0,08 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 16–18 Cr; 0,9–1,3 Mo	Krky kol, nárazníky, mřížky chladiců, držadla,
	1.4510	X 6 Cr Ti 17	1820	0,26	450–600	0,05 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 16–18 Cr	Výroba chemických zařízení, potravinářský, barvířský a mydlářský průmysl
	1.4512	X 6 Cr Ti 12	1820	0,26	390–560	0,03 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,015 S; 10,5–12,5 Cr	Tlumiče výfuku
	1.4301	X 5 Cr Ni 18 10	2350	0,21	500–700	0,07 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 17–19 Cr; 0,5 Mo; 9–11,5 Ni	Přístroje a zařízení pro potravinářský průmysl



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 13.1

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost [N/mm ²]	Chemické složení [%]	Použití
13.1	Nerezové oceli – austenitické do 700 N/mm ² . (Posouzení obrobitelnosti pomocí faktoru PRE na straně 58)						
	1.4303	X 5 CrNi 18 12	2350	0,21	490–690	0,06 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 17–19 Cr; 11–13 Ni	Chemický průmysl, šrouby, matice, výlisky protlávané za studena
	1.4306	X 2 CrNi 19 11	2350	0,21	460–680	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 18–20 Cr; 10–12,5 Ni	Potravinářský průmysl, výroba mýdel a syntetických vláken
	1.4401	X5CrNiMo 17 12 2	2600	0,19	530–680	0,07 C; 1 Si; 2 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 0,11 Ni; 16,5–18,5 Cr; 2–2,5 Mo; 10–13 Ni	Soutažky a zařízení pro chemický a textilní průmysl
	1.4404	GX2 CrNiMo 18 10	2600	0,19	530–680	0,03 C; 1 Si; 2 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16,5–18,5 Cr; 2–2,5 Mo; 10–13 Ni; 0,11 N	Soutažky pro chemický průmysl, výrobu barev a olejů a textilní průmysl
	1.4417	X2CrNiMoSi19 5 3	2600	0,19	>650	0,03 C; 1 Si; 1,5 Mn; 0,03 P; 0,02 S; 24–26 Cr; 3–4 Mo; 6–8,5 Ni; 0,15–0,25 N; 1 Cu; 1 W	Ocel odolná proti korozi a kyselinám
	1.4435	X2CrNiMo 18 14 3	2600	0,19	550–700	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 2,5–3 Mo; 12,5–15 Ni; 0,11 N	Svařované díly se zvýšenou chemickou odolností v celulózním a textilním průmyslu
	1.4436	X5CrNiMo 17 13 3	2600	0,19	550–700	0,05 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16,5–18,5 Cr; 2,5–3 Mo; 10,5–13 Ni; 0,11 N	Svařované díly se zvýšenou chemickou odolností v celulózním a textilním průmyslu
	1.4438	X2CrNiMo 18 16 4	2600	0,19	550–700	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 17,5–19 Cr; 3–4 Mo; 13–16 Ni; 0,11 N	Zařízení pro chemický průmysl

Táblka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 13.1

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost [N/mm ²]	Chemické složení [%]	Použití
13.1	Nerezové oceli – austenitické do 700 N/mm². (Posouzení obrobiteľnosti pomocí faktoru PRE na straně 58)						
	1.4650	X 6 CrNiNb 18 10	2550	0,18	500–700	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 17–19 Cr; 9–12 Ni	Konstruktivní díly v potravním průmyslu.
	1.4845	X 12 CrNi 25 –21	2550	0,18	500–700	0,1 C; 1,5 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 24–26 Cr; 19–22 Ni; 0,11 N	Pro součástky v průmyslových pecích, parních kotlích a zařízeních na naftu
13.2	Nerezové oceli – austenitické do 850 N/mm². (Posouzení obrobiteľnosti pomocí faktoru PRE na straně 58)						
	1.4005	X 12 CrS 13	1820	0,26	650–850	0,08–0,15 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,15–0,35 S; 12–14 Cr; 0,6 Mo	Součástky všeho druhu jako šrouby, matice, čepy, konstruktivní díly ve vodě a páře
	1.4006	X 10 Cr 13	1820	0,26	650–850	0,08–0,15 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 11,5–13,5 Cr; 0,75 Ni	Konstruktivní díly ve vodě a páře stejně jako v jemně působících médiích v potravním průmyslu, převážně ve zúšlechťování stavu
	1.4021	X 20 Cr 13	1820	0,26	700–850	0,16–0,25 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12–14 Cr	Osy, hřídele, součástky čerpadel, pístní tyče, kuželek ventilů, jehly trysek, lodní šrouby, chirurgické nástroje.
	1.4031	X 38 Cr 13	1820	0,26	800	0,36–0,42 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12,5–14,5 Cr	Řezné nástroje, kuličky kuličkových ložisek, pružiny, pístní tyče
	1.4034	X 46 Cr 13	1820	0,26	800	0,43–0,5 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12,5–14,5 Cr	Řezné nástroje, kuličky kuličkových ložisek, pružiny, pístní tyče



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 13.2

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost [N/mm ²]	Chemické složení [%]	Použití
13.2	Nerezové oceli – austenitické do 850 N/mm ² . (Posouzení obrobitelnosti pomocí faktoru PRE na straně 58)						
	1.4935	X20CrMoWV121	1820	0,26	690–830	0.17–0.25 C; 0.1–0.5 Si; 0.3–0.8 Mn; 0.045 P; 0.03 S; 11.0–12.5 Cr; 0.8–1.2 Mo; 0.3–0.8 Ni; 0.25–0.35 V; 0.4–0.6 W	Součástky v tepelných elektrárnách, ve výrobě parních kotlů a turbin, výměnní tepla
	1.4311	X 2 CrNiN 18 10	2550	0,18	550–760	0.03 C; 1 Si; 2 Mn; 0.045 P; 0.03 S; 16.5–17 Cr; 8.5–11.5 Ni; 0.12–0.22 N	Tlakové nádoby pro výrobu přístrojů, potravinařský průmysl
	1.4362	X 2 CrNiN 23 4	2550	0,18	600–850	0.03 C; 1.0 Si; 2.0 Mn; 0.035 P; 0.015 S; 22–24 Cr; 0.1–0.6 Mo; 3.5–5.5 Ni; 0.05–0.2 N; 0.1–0.6 Cu	Vysoce pevný materiál pro výrobu chemických přístrojů
	1.4371	X12CrMnNi18 8 5	2550	0,18	650–850	0.03 C; 1 Si; 6–8 Mn; 0.045 P; 0.015 S; 0.15–0.2 N; 16–17 Cr; 3.5–5.5 Ni	Ocel odolná proti korozi a kyselinám
	1.4429	X2CrNiMoN1713 3	2600	0,19	580–780	0.03 C; 1.0 Si; 2.0 Mn; 0.045 P; 0.015 S; 16.5–18.5 Cr; 2.5–3 Mo; 11–14 Ni; 0.12–0.22 N	Tlakové nádoby se zvýšenou chemickou odolností
	1.4539	X2NiCrMoCu25205	2550	0,18	530–730	0.02 C; 0.7 Si; 2.0 Mn; 0.03 P; 0.01 S; 19–21 Cr; 4–5 Mo; 24–28 Ni; 0.15 N; 1.2–2.0 Cu	Chemický a petrochemický průmysl, celulózy a papírenský průmysl
	1.4541	X 6 CrNiTi 18–10 (V4A)	2550	0,18	520–720	0.08 C; 1.0 Si; 2.0 Mn; 0.045 P; 0.015 S; 17–19 Cr; 9–12 Ni; 0.7 Ti	Součástky pro letectví a astronautiku stejně jako pro potravinářský průmysl
	1.4544	X 10 CrNiTi 18 9	2550	0,18	500–750	0.08 C; 1.0 Si; 2.0 Mn; 0.035 P; 0.025 S; 17–19 Cr; 9–11.5 Ni	Součástky pro letectví a astronautiku

Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 13.2

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost	Chemické složení [%]	Použití
			kc1.1 [N/mm ²]	m	[N/mm ²]		
13.2	Nerezové oceli – austenitické do 850 N/mm ² . (Posouzení obrobitelnosti pomocí faktoru PRE na straně 58)						
	1.4546	X 5 CrNiNb 18 -10	2550	0,18	500–750	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 17-19 Cr; 9-11,5 Ni; 1,0 Nb	Pro vyšší požadavky na odolnost proti korozi a tvárnost za studena při nízké pevnosti
	1.4571	X6CrNiMoTi17 12 2	2550	0,18	540–690	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16,5-18,5 Cr; 2-2,5 Mo; 10,5-13,5 Ni	Zařízení pro chemický průmysl,
	1.4573	X 10 CrNiMoTi 18-12	2550	0,18	490–740	0,1 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 16,5-18,5 Cr; 2,5-3 Mo; 12-14,5 Ni	Zařízení pro chemický, textilní a fotografický průmysl, průmysl barev a syntetických pryskyřic a gumárenský průmysl
	1.4583	X 10 CrNiMoNb 18- 12	2550	0,18	490–740	0,1 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 16,5-18,5 Cr; 2,5-3 Mo; 12-14,5 Ni	Svařované díly pro textilní průmysl a průmysl barev a pohonných hmot
	1.4828	X 15 CrNiSi 20-12	2550	0,18	550–750	0,2 C; 1,5-2 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 19-21 Cr; 11-13 Ni; 0,11 N	Pro předehříváče vzduchu
	1.4841	X 15 CrNiSi 25-20	2550	0,18	550–800	0,2 C; 1,5-2,5 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 24-26 Cr; 19-22 Ni	Pro součástky pecí pro tepelné zpracování
	1.4864	X 12 NiCrSi 36-16	2550	0,18	550–750	0,15 C; 1-2 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 15-17 Cr; 33-37 Ni; 0,11 N	Pro součástky ve výrobě pecí a zařízení pro vysoké provozní teploty
	1.4878	X 12 CrNiTi 18 -9	2550	0,18	500–750	0,12 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 17-19 Cr; 9-11,5 Ni	Pro součástky s vysokým mechanickým namáháním



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost	Chemické složení [%]	Použití
13.3	Nerezové oceli – martensitické/fertické do 1100 N/mm ² . (Posouzení obrábitelnosti pomocí faktoru PRE na straně 58)						
	1.4028	X 30 Cr 13	1820	0,26	800–1000	0,26-0,35 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12-14 Cr	Řezné nástroje, kuličky kuličkových ložisek, pružiny, písní lyče
	1.4057	X 17 Cr Ni 16-2	1820	0,26	800–950	0,12-0,22 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 15-17 Cr; 1,5-2,5 Ni	Vysocí namáhané součástky strojů, šrouby, matice ve výrobě čerpadel a kompresorů, stavba lodí
	1.4923	X22CrMo V 12 1	1820	0,26	800–900	0,17-0,23 C; 0,5 Si; 1,0 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 10-12,5 Cr; 0,8-1,2 Mo; 0,3-0,8 Ni; 0,25-0,35 Ti	Součástky pro reaktorovou techniku, chemický průmysl a výrobu turbin, parních kotlů a potrubí
	1.4310	X 12 CrNi 177	2350	0,21	600–950	0,05-0,15 C; 2 Si; 2 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16-19 Cr; 0,8 Mo; 6-9,5 Ni; 0,11 N	Plechý s vyšší pevností pro výrobu automobilů, pružiny
	1.4460	X 8 CrNiMo 27 5	2600	0,19	620–880	0,05 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,035 P; 0,015 S; 25-28 Cr; 1,3-2 Mo; 4,5-6,5 Ni; 0,05-0,2 N	Součástky pro vysoké chemické a mechanické namáhání, např. v lodním stavitelství
	1.4462	X 2 CrNiMoN 225 3	2550	0,18	660–950	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,035 P; 0,015 S; 21-23 Cr; 2,5-3,5 Mo; 4,5-6,5 Ni; 0,1-0,22 N	Chemický a petrochemický průmysl
	1.4980	X 5 NiCrTi 26 15	2600	0,19	<1100	0,08 C; 2,0 Si; 2,0 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 1,35-1,6 Cr; 1,0-1,5 Mo; 24-27 Ni; 1,9-2,3 Ti; 0,1-0,5 V; 0,35 Al	Pro prolábovací nástroje

Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 13.3

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost	Chemické složení [%]	Použití
13.3	Nerezové oceli - * martensitické/feritické do 1100 N/mm². (Posouzení obrábělnosti pomocí faktoru PRE na straně 58)						
	2.4631	NiCr 20 TiAl	2088	0,29	>=1030	0,04-0,1 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,02 P; 0,015 S; 18-21 Cr; 65 Ni; 1,8-2,7 Ti; 1,0-1,8 Al; 2,0 Co; 0,2 Cu; 1,5 Fe	Použití pro lopatky, prstence a kotouče plynových turbin
	2.4632	NiCr 20 Co 18 Ti	2088	0,29	>=1080	0,1 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,03 P; 0,015 S; 18-21 Cr; 1,0-2,0 Al; 15-21 Co; 0,2 Cu; 2,0 Fe; zbytek Ni	Pro maximálně namáhané součástky, jako např. lopatky plynových turbin, nástroje pro práci za tepla, lisovací nástroje, kovářská kladiva, nůžkové řezadla, pružiny
14.0	Speciální slitiny do 1200 N/mm²						
	2.4634	Nimonic 105 (NiCo20Cr15MoAlTi)	2088	0,29	1140	0,12-0,17 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,015 S; 4,5-4,9 Al; 0,003-0,01 B; 18-22 Co; 14-15,7 Cr	Konstrukční letecké materiály, v plynových turbinách pro lopatky, kotouče a tríděle
	2.4602	Hastelloy C22 (NiCr21Mo14W)	2088	0,29	690–950	0,01 C; 0,08 Si; 0,5 Mn; 0,025 P; 0,01 S; 2,0-6,0 Fe; 2,5 Co; 20-22,5 Cr; 12,5-14,5 Mo; 2,5-3,5 W; 0,35 V; 50 Ni min.	Vynikající odolnost v oxidáčních médiích, míchacích zařízeních, výměnících tepla, výfukových systémech, v chemickém průmyslu pro odsíředivky
	2.4360	Monel 400 (NiCu30Fe)	2600	0,19	450–700	62 Ni min.; 1,0 Co; 28-34 Cu; 1,0-2,5 Fe; 0,15 C; 0,5 Al; 2,0 Mn; 0,02 S; 0,5 Si; 0,3 Ti	Konstrukční letecké materiály s příznivými mechanickými a korozně chemickými vlastnostmi, výroba tlakových nádob, odsíředivky a lodních ventilů
	2.4668	Inconel 718 (NiCr19NbMo)	2088	0,29	960–1240	50-55 Ni; 17-21 Cr; 2,8-3,3 Mo; 0,02-0,08 C; 0,35 Si; 0,35 Mn; 0,015 P; 0,015 S; 0,2 Cu; 4,8-5,5 Nb; 1,0 Co; 0,3-0,7 Al; 0,7-1,15 Ti; 0,002-0,006 B; 11,3 Fe min.	Konstrukční letecké materiály, vynikající vlastnosti při nejvyšších teplotách, velice dobrá odolnost proti korozi, raketové pohony, plynové turbíny, čerpadla



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly kc1.1 [N/mm ²]	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6) m	Pevnost [N/mm ²]	Chemické složení [%]	Použití
15.0	Litiny do 180 HB (GG)						
	0.6015	GG 15	950	0,21	150-200 (80–155 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15 S	Převodové skříňe, stojany obráběcích strojů, tělesa turbín, vodící lišty
	0.6020	GG 20	1020	0,25	200-300 (115–205 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15 S	Převodové skříňe, stojany obráběcích strojů, tělesa turbín, vodící lišty
15.1	Litiny od 180 HB (GG)						
	0.6025	GG 25	1160	0,26	250-350 (155–250 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15 S	Převodové skříňe, stojany obráběcích strojů, tělesa turbín, vodící lišty
	0.6030	GG 30	1470	0,26	300-400 (195–270 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15 S	Převodové skříňe, stojany obráběcích strojů, tělesa turbín, vodící lišty
	0.6035	GG 35	1470	0,26	350-450 (275–285 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15	Převodové skříňe, stojany obráběcích strojů, tělesa turbín, vodící lišty
	0.6040	GG 40	1470	0,26	400-500 (290–350 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15	Převodové skříňe, stojany obráběcích strojů, tělesa turbín, vodící lišty
15.2	Litiny (kuličkový grafit, temperovaná litina) od 180 HB (GGG, GT)						
	0.7040	GGG-40	1005	0,25	400 (135–185 HB)	Chemické složení zůstává v maximální míře na výrobci.	Klikové hřídele, vále, ozubená kola, rázové namáhané součástky v automobilovém průmyslu

Táblka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 15.2

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost	Chemické složení [%]	Použití
15.2	Litiny (kuličkový grafit, temperovaná litina) od 180 HB (GGG, GT)						
	0.7060	GGG-60	1050	0.48	600 (200–250 HB)	3,5-3,8 C; 2-3 Si; 0,4 Mn; 0,1 P; 0,01 S; 0,06-0,12 Mg	Klíkové hřídele, válce, ozubená kola, rázové namáhané součástky v automobilovém průmyslu
	0.8040	GTW-40	2060	0.19	360–420 (220 HB)	3,0-3,4 C; 0,4-0,8 Si; 0,4-0,6 Mn; 0,12-0,25 S	Převodové skříně, brzdové bubny, klíkové hřídele, ojnice, řadič válce, páky
15.3	Litiny (kuličkový grafit, temperovaná litina) od 260 HB						
	0.7080	GGG-80	1132	0.44	800 (270–335 HB)	3,5-3,8 C; 2-3 Si; 0,4 Mn; 0,1 P; 0,01 S; 0,06-0,12 Mg	Klíkové hřídele, válce, ozubená kola, rázové namáhané součástky v automobilovém průmyslu
	0.8165	GTS-65	1180	0.24	650 (210–260 HB)	2,3-2,6 C; 1,2-1,5 Si; 0,4-0,5 Mn; 0,1 P; 0,1-0,15 S	Součásti pojezdového ústrojí jako vačkové hřídele, náboje kol, hlavy kloubů, naklápačcí ložiska, součástky zámku
16.0	Titan a titanové slitiny do 850 N/mm ²						
	3.7025	Ti 1	1370	0.21	290–410	0,15 Fe; 0,12 O; 0,05 N; 0,06 C; 0,013 H	Výroba chemických přístrojů, galvanotechnika, letectví a astronautický průmysl
	3.7124	Ti Cu 2	1370	0.21	540–650	2,0-3,0 Cu; 0,2 Fe; 0,2 O; 0,1 C; 0,05 N; 0,01 H; 96,4 Ti min.	Konstruktivní letecké materiály, komplexní součástky, díly skříň hnačho agregátu
	3.7114	Ti Al 5 Sn 2,5	1370	0.21	790–830	4,5-5,5 Al; 2,0-3,0 Sn; 0,5 Fe; 0,2 O; 0,08 C; 0,05 N; 0,015 H; 90,3 Ti min.	Konstruktivní letecké materiály



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly [N/mm ²]	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6) m	Pevnost [N/mm ²]	Chemické složení [%]	Použití
16.1	Titan a titanové slitiny s 850–1200 N/mm ²						
	3.7115	Ti Al 5 Sn 2.5	1370	0,21	>830	4,5..55 Al; 2,3 Sn; zbytek Ti	Letecký a astronautický průmysl, armatury, strojírenství
	3.7164	Ti Al 6 V 4	1370	0,21	>900	5,5..6,75 Al; 3,5..4,5 V; zbytek Ti	Letecký a astronautický průmysl, armatury, strojírenství
17.0	Hliník a hliníkové slitiny do 530 N/mm ²						
	3.3561	G–Al Mg 5	780	0,23	160–220	4,5..5,5 Mg; 0,001–0,4 Mn; 0,001–0,2 Ti	Odlitky v chemickém a potravinářském průmyslu
	3.3535	Al Mg 3	780	0,23	190–290	2,6..3,6 Mg; (Mn+Cr 0,1–0,6)	Potravinářský průmysl, výroba přístrojů, automobilový průmysl, stavba lodí
	3.3527	Al Mg 2 Mn 0,8	780	0,23	190–290	1,6..2,5 Mg; 0,5–1,1 Mn	Pro vyšší teploty, automobilový průmysl, lodní slávitelství, výroba přístrojů
	3.3547	Al Mg 4,5 Mn	780	0,23	275–345	4,0–4,9 Mg; 0,4–1,0 Mn; 0,05–0,25 Cr	Automobilový průmysl, stavba lodí, tlakové nádoby
17.1	Hliník a hliníkové slévarenské slitiny <10% Si do 600 N/mm ²						
	3.2151	G–Al Si 6 Cu 4	830	0,23	160–200	5,0–7,5 Si; 3,0–5,0 Cu; 0,1–0,6 Mn; 0,1–0,5 Mg	Univerzálně použitelné ve strojírenství, hlavy válců
	3.2341	G–Al Si 5 Mg	830	0,23	140–180	91,8 Al [podle DIN: zbytek Al]; 5–6 Si; 0,001–0,4 Mn; 0,001–0,20 Ti; 0,4–0,8 Mg; 0,05 Cu; 0,5 Fe; 0,10 Zn	Soutěsky pro potravinářský a chemický průmysl, kování
	3.2381.01	G–Al Si 10 Mg	830	0,23	160–210	9–11 Si; 0,2–0,5 Mg; 0,001–0,4 Mn	Tenkosložné odlitky odolné proti tlaku a vibracím, skříňové motory

Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 17.1

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost	Chemické složení [%]	Použití
17.1	Hliník a hliníkové slévarenské slitiny <10% Si do 600 N/mm ²						
	3.2371.61	G – Al Si 7 Mg wa	830	0,23	230–310	6,5–7,5 Si; 0,25–0,45 Mg; 0,001–0,2 Ti; zbytek Al	Odličky se střední tloušťkou stěn, s vysokou pevností a houževnatostí, Výroba leteadel
	Hliník a hliníkové slévarenské slitiny >10% Si do 600 N/mm ²						
17.2	3.2581.01	G – Al Si 12	830	0,23	150–200	10,5–13,5 Si; 0,001–0,4 Mn; zbytek Al	Tenkostěnné odličky odolné proti tlaku a vibracím
	3.2583	G-Al Si 12 Cu	830	0,23	150–200	85,1 Al min., 10,5–13,5 Si; 0,001–0,4 Mn; 0,05 Cu; 0,5 Fe; 0,05 Mg; 0,15 Ti; 0,1 Zn	Těžko tvářitelné, tenkostěnné, rázově namáhané odličky pro výrobu přístrojů a strojů, automobilový průmysl, ložní stavitelství, pouzdra, oběžná kola
	Hořčík, hořčíkové slitiny						
18.0	3.5314	Mg Al 3 Zn	390	0,19	240–280	2,5–3,5 Al; 0,7–1,3 Zn; 0,28–0,4 Mn; 0,05 Si; 0,15 Cu; 94,4 Mg min.	Konstrukční letecké materiály pro komplikované tvarované díly
	3.5200	Mg Mn 2	390	0,19	200–220	1,2–2,0 Mn; 0,1 Si; 0,05 Cu; 0,05 Al; 0,03 Zn; 97,7 Mg min.	Konstrukční letecké materiály, palivové nádrže, obložení, anody
	3.5812	Mg Al 8 Zn	390	0,19	270–310	7,8–9,2 Al; 0,2–0,8 Zn; 0,12–0,3 Mn; 0,1 Si; 0,05 Cu; 0,005 Fe; 89,2 Mg min.	Součástky s vysokým mechanickým namáháním
19.0	Měď, nízké legované, do 400 N/mm ²						
	2.0070	SE-Cu	780	0,23	200–250	99,9 Cu min.; 0,003 P	Elektrotechnika, polotovary všeho druhu
	2.1020	Cu Sn 6	880	0,23	350–410	91,7 Cu min.; 5,5–7 Sn; 0,01–0,35 P; 0,1 Fe; 0,3 Ni; 0,05 Pb; 0,3 Zn	Stavba lodí a strojírenství, pružiny všeho druhu, elektrotech. průmysl



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6)	Pevnost	Chemické složení [%]	Použití
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky, do 600 N/mm ²						
	2.0380	Cu Zn 39 Pb 2	780	0,18	360–490	58,5–60 Cu; 1,5–2,5 Pb; 0,1 Al; 0,4 Fe; 0,3 Ni; 0,2 Sn; 36,3 Zn min.	Součástky pro jemnou mechaniku, strojírenství a výrobu přístrojů
	2.0401	Cu Zn 39 Pb 3	980	0,25	360–500	57–59 Cu; 2,5–3,5 Pb; 0,1 Al; 0,5 Fe; 0,5 Ni; 35,8 Zn min.	Soustružené tvarové díly pro automaty
19.2	Mosaz, tvořící krátké třísky, do 600 N/mm ²						
	2.0250	Cu Zn 20	980	0,25	270–320	18,5 Zn min.; 79–81 Cu; 0,02 Al; 0,05 Fe; 0,2 Ni; 0,05 Pb; 0,05 Sn	Elektrické systémy motorových vozidel, manometry
	2.0280	Cu Zn 33	980	0,25	280–360	31 Zn min.; 66–68,5 Cu; 0,02 Al; 0,05 Fe; 0,2 Ni; 0,05 Pb; 0,05 Sn	Díly vyrobené hlubokým tažením, kovovýrobky, součástky hodin
	2.0332	Cu Zn 37 Pb 0,5	980	0,25	290–370	62–64 Cu; 0,1–0,7 Pb; 34,6 Zn min., 0,5 Al; 0,2 Fe; 0,3 Ni; 0,1 Sn	Protlačované lisované profily o vysoké přesnosti, hodinářský průmysl
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky, do 600 N/mm ²						
	2.1090	G-Cu Sn 7 Zn	640	0,25	120–130	81–85 Cu; 3–5 Zn; 5–7 Pb; 6–8 Sn; 2 Ni; 0,3 Sb; 0,25 Fe; 0,05 P	Párve kluzných ložisek ve všeobecném strojírenství
	2.1170	G-Cu Pb 5 Sn	780	0,23	> 240	84–87 Cu; 4–6 Pb; 9–11 Sn; 1,5 Ni; 0,35 Sb; 2,0 Zn; 0,25 Fe; 0,05 P	Valivá ložiska pro práci za tepla, vedení nástrojů a stolů
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky, s 600–850 N/mm ²						
	2.0790	Cu Ni18 Zn19 Pb1	880	0,23	430–530	59–63 Cu; 17–19 Ni; 15,1 Zn min., 0,3 Fe; 0,3–1,5 Pb; 0,7 Mn	Jemná mechanika a výroba přístrojů, lodní stavitelství, slavnění

Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT

Materiál. skupina	Číslo materiálu	Zkratka DIN	Hlavní hodnota specifické řezné síly kc1.1 [N/mm ²]	Růst tangenty (viz obr. 2.22 a rov. 2.6) m	Pevnost [N/mm ²]	Chemické složení [%]	Použití
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky, do 850 N/mm ²						
	2.0916	Cu Al 5	780	0,23	420–580	95 Cu; 5 Al	Výroba přístrojů, stavba lodí, chemický průmysl
	2.0960	Cu Al 9 Mn 2	780	0,23	440–570	83,9 Cu min.; 8–10 Al; 1,5 Fe; 1,5–3 Mn; 0,8 Ni; 0,05 Pb; 0,5 Zn	Vysoce zatížené součásti ložísek, převodová a šneková kola, sedla ventilů, lodní hřídele
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky, s 850–1200 N/mm ²						
	2.1247	Cu Be 2	780	0,23	410–540	96,8 Cu min., 1,8–2,1 Be	Uložení ložísek, membrány, šneková a ozubená kola odolná proti otěru, vysoce namáhané masivní díly
20.0	Grafit						



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT

Materiál, skupina	Zkratky	Ozna- čení	Některé obchodní názvy	Hustota [g/cm ³]	Pevnost [N/mm ²]	Modul pružnosti [N/mm ²]	Vrbová houžev- natost [kJ/m ²]	Koeficient délkové roztlačnosti [10 ⁻⁶ /K]	Teplota použití [°C]	Chemická odolnost vůči					Zvláštní vlastnosti	Použití
										B ... odolné BB ... podmíněně odolné U ... neodolné	Minerální olej	Benzin	Trichlor- etylen	Zředěné kyseliny		
Termoplasty a duroplasty																
21.0																
Termo- plasty	PA	Poly- amidy	Nylon, durethan, vestamid							B	B	B	BB	BB	Univerzální materiál pro konstrukci a údržbu Dobře vhodný pro obrábění na soustružnickýc h automatech	Technické plasty Ozubená kola, řemenice, kluzná ložiska, pouzdra
	PA 6		Ertalon 6SA	1,14	78 ¹⁾	3100	25 ⁺⁺	105	-40...70							
	PA 66		Ertalon 66SA	1,14	90 ¹⁾	3300	15 ⁺⁺	95	-30...80							
	PC	Poly- karbonát	Macrolon, lexan, plasto- carbon	1,2	60 ²⁾	2200	30	65	...115	BB	U	U	B	U		

1) Napětí na mezi kluzu
2) Pevnost v tahu
++ měřeno až do nasycení na zkušebních vzorcích uložených v normálním klimatu (23 °C / 55% rel. vlhkost)

Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 21.0

				Pevnost [N/mm ²]	Modul pružnosti [N/mm ²]	Vrubová houžev- natost [kJ/m ²]	Koeficient délkové roztlačnosti [10 ⁻⁶ /K]	Teplota použití [°C]	Chemická odolnost vůči B... odolné BB... podminěné odolné U... neodolné				Zvláštní vlastnosti	Použití	
									Minerální olej	Benzín	Trichlor- etylen	Zředěné kyseliny			Zředěné louhy
21.0	Termoplasty a duroplasty														
Termo- plasty	PE	Poly- etylen	Hostalen, lupolen, vestolen	0,95	24 ¹⁾	800	10	2*10 ²	-50...80	BB	B	B	B	Nízká specifická hmotnost, fyzilogicky nezávadné, žádná nasakavost	Výroba chemických přístrojů, galvanotechnika, chladičí zařízení... Obložení vnitřku zásobníků a jímek, papírenský průmysl, mrazičí technika, stáček zařízení, potravinařský průmysl proti oděru
	PE-HD			0,95	28 ¹⁾	900	50	2*10 ²	-100...80					Hlubokotěžné, odolné proti úderům a nárazům	
	PE- HMW			0,95	22 ¹⁾	790	4)	2*10 ²	-260...80					Velmi makromolekulár- ní, velice vysoká rázová tuhost	
	PE- UHMW			0,94										Velmi makromolekulár- ní, maximální rázová tuhost, velmi odolné proti oděru	
	PEEK	Poly- ether- ether- keton		1,32	97 ¹⁾	3600	8,2	47	-65...250	B	BB	B	B	Pevný, tuhý; odolný proti chemikáliím, těžko hořlavý	Ložiska, přítláčné kotouče; ozubená kola, těsnění

1) Napětí na mezi kluzu
4) Vzorek neporušen



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 21.0

Materiál, skupina	Zkratky	Ozna- čení	Některé obchodní názvy	Hustota [g/cm ³]	Pevnost [N/mm ²]	Modul pružnosti [N/mm ²]	Vrubová houžev- natost [kJ/m ²]	Koeficient délkové roztlačnosti [10 ⁻⁶ /K]	Teplota použití [°C]	Chemická odolnost vůči B ... odolné BB ... podminěné odolné U ... neodolné					Zvláštní vlastnosti	Použití
										Minerální olej	Benzin	Trichlor- etylen	Zředěné kyseliny	Zředěné louhy		
21.0	Termoplasty a duroplasty															
Termo- plasty	PP	Poly- propylen	Hastalen PP							BB	BB	BB	B	B		Standardní plast Pouzdra, ventilátory
	PP-H	Homo- polymer	Novolen, Kovolen P	0.903	33 ¹⁾	1450	4)	100...200	0...100							
	PP-C	Ko- polymer		0.91	27 ¹⁾	1350	4)	100...200	-30...90							
	PS	Poly- styren	Hostyren N, polystyren, vestyren	1.05	55 ²⁾	3200		80	...70	BB	U	U	B	B	Tvrdý, tvarově stabilní, křehký, velmi dobře technické dielektrické hodnoty	Standardní plast; spotřební materiály, domácí potřeby, obalové materiály
	ABS	Akryl- nitril- buta- dien- styrol			1.05	50 ¹⁾ , 37 ²⁾	2400	23	80...110	-30...80 (tepelné stárnutí)	B	B	U	B	B	Velmi rázově tuhý, dobrá tuhost, odolnost proti chemikáliím
	PMMA	Poly- metyl- meta- plexisklo, krylát	Degulan, degias, plexisklo, resarit	1,19	72 ²⁾	3300	2	70	...70	BB	U	U	B	B	Velmi tuhé, odolné proti povětrnostním vlivům, citlivé na úder	Přůhledný plast, ochranné síťky, optické čočky

1) Napětí na mezi kluzu
2) Pevnost v tahu
4) Vzorok neporušen

Tabuľka 1.2 Pokračovanie – rozdelení do materiálových skupín GARANT – materiálová skupina GARANT 21.0

Materiál, skupina	Zkratky	Ozna- čení	Některé obchodní názvy	Hustota [g/cm ³]	Pevnost [N/mm ²]	Modul pružnosti [N/mm ²]	Vrubová houžev- natost [kJ/m ²]	Koeficient délkové roztlačnosti [10 ⁻⁶ /K]	Teplota použití [°C]	Chemická odolnost vůči				Zvláštní vlastnosti	Použití	
										Minerální olej	Benzín	Trichlor- etylen	Zředěné kyseliny			Zředěné Louhy
21.0	Termoplasty a duroplasty															
Termo- plasty	POM - C	Polyoxy- metylen kopoly- mer	Hostaform, ultraform	1,39	65 ¹⁾	2700	210	110	-50...90 Teplné stárnutí	B	B	U	B	B	Nízký třecí odpor, odolné proti oděru, dobrá pružnost	Technický plast; ozubená kola, spínací zářky, kluzná pouzdra
	PTFE	Poly- tetra- fluor- etylen	Hostaflon TF, teflon	2,17	28,5 ³⁾	400...800 (v tahu)	16	136	-200 ...260	B	B	B	B	B	Nevrtávacelný termoplast, vysoká teplotní stálost, světlostlost a odolnost proti soutčastky, povětrnostním vlivům	Technický plast, obložení v chemickém průmyslu, obaly, izolační soutčastky, těsnění...
	PI	Polymid													Vysoká mechanická Pevnost Velmi vysoká provozní teplota Velice dobrá odolnost proti tečení Dobře kluzné vlastnosti	Vysoce výkonný plast, pouzdra ložisek, těsnění, písky, seda ventilů, kulíčky ventilů, tepelné a elektrické izolatory

1) Napětí na mezi kluzu

3) Pevnosť proti roztřžení



Tábluka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 21.0

Materiál, skupina	Zkratky	Označení	Některé obchodní názvy	Hustota [g/cm ³]	Pevnost [N/mm ²]	Modul pružnosti [N/mm ²]	Vrubová houževnatost [kJ/m ²]	Koeficient délkové roztažnosti [10 ⁻⁶ /K]	Teplota použití [°C]	Chemická odolnost vůči					Zvláštní vlastnosti	Použití
										Minerální olej	Benzin	Trichlor-etylen	Zředěné kyseliny	Zředěné Louhy		
21.0	Termoplasty a duroplasty															
Termoplasty	PI	Polyimid	Vespel SP-1	1,43	41 ²⁾	3100		55	-273...245						Nepříný, optimální fyzikální vlastnosti, elektrická a tepelná izolace	Automobilový, elektrotechnický, polovodičový, letecký a astronautický
			Vespel SP-211	1,55	24 ²⁾	3100		55	...480 (krátkodobě)						Přísada 15% grafitu, 10% teflonu	Minimální součinitel tření
			Vespel SP-3	1,6		3300		50	...480 (krátkodobě)						Nejlepší odolnost proti otěru	Přísada 15% smrků molybdeničitého
	PEI	Polyetherimid		1,27	105 ¹⁾	3000	4)	45	-50...170	B	B	BB	B	B	Nezestěné, amorfní termoplasty	Vysocí výkonný plast
															Vysoká mechanická pevnost	Elektrotechnika, potravinářský průmysl
															Velmi vysoká max. provozní teplota	Lékařská technika (pro opakované sterilizované předměty)
															Vynikající odolnost proti hydrolyze	

1) Napětí na mezi kluzu
2) Pevnost v tahu
4) Vzorek neporušen

Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 21.0

Materiál. skupina	Zkratky	Ozna- čení	Některé obchodní názvy	Hustota [g/cm ³]	Pevnost [N/mm ²]	Modul pružnosti [N/mm ²]	Vrubová houžev- natost [kJ/m ²]	Koeficient délkové roztlačnosti [10 ⁻⁶ /K]	Teplota použití [°C]	Chemická odolnost vůči				Zvláštní vlastnosti	Použití	
										Minerální olej	Benzin	Trichlor- etylen	Zředěné kyseliny			Zředěné louhy
21.0	Termoplasty a duroplasty															
PA 66- GF30	POM GF 25	Polamid +30% skelných vláken	Ertalon 66 – GF 30	1,29	110 ²⁾	5200	55	30	-20...110	B	B	B	BB	BB	velmi vysoká odolnost proti otěru, použití při vyšších maximálních provozních teplotách	Technický plast Ozubená kola, vodící a spojujací díly, součásti pouzder
PP GF 20	PP GF 30	Polyoxy- metylen +25% skelných vláken	Ultraform N2200 G53	1,58	130 ²⁾	8800	55	65...105	-50...100	B	B	U	B	B	Dobry třecí odpor, odolnost proti otěru, dobrá pružnost, odolnost proti průrazu	Vysoce zatížitelné řídící ventily a těsnící kroužky, součástky motorových vozidel, ozubená kola, ložiska, pouzdra
PP GF 20	PP GF 30	Poly- propylen +20% skelných vláken		1,04	33 ¹⁾	2900	50	65...105	0...100	B	BB	BB	B	B	Nízká hustota, vysoká odolnost proti chemikáliím	Rotory ventilátorů, součásti čerpadel
PP GF 20	PP GF 30	Poly- propylen +30% skelných vláken		1,14	83 ¹⁾	6700	45	70	-30...100	B	BB	BB	B	B	Nízká hustota, vysoká odolnost proti chemikáliím	Rotory ventilátorů, součásti čerpadel

1) Napětí na mezi kluzu

2) Pevnost v tahu

3) Pevnost proti roztržení



Tabulka 1.2 Pokračování – rozdělení do materiálových skupin GARANT – materiálová skupina GARANT 21.1

Materiál. skupina	Zkratky	Ozna- čení	Některé obchodní názvy	Hustota [g/cm ³]	Pevnost [N/mm ²]	Modul pružnosti [N/mm ²]	Vrubová houžev- natost [kJ/m ²]	Koeficient délkové roztlačnosti [10 ⁻⁶ /K]	Teplota použití [°C]	Chemická odolnost vůči				Zvláštní vlastnosti	Použití	
										Minerální(olej)	Benzín	Trichlor- etylen	Zředěné kyseliny			Zředěné louhy
21.1	Lamináty															
	PA 66- GF30	Polamid +30% skelných vláken	Ertalon 66 – GF 30	1,29	110 ²⁾	5200		55	-20...110	B	B	B	BB	BB	Velmi vysoká odolnost proti otěru, použití při vyšších maximálních provozních teplotách	Technický plast Ozubená kola, vodící a spojovací díly, součásti pouzder
	POMGF 25	Polyoxy- metylen +25% skelných vláken	Ultraform N2200 G53	1,58	130 ²⁾	8800	55	30	-50...100	B	B	U	B	B	Dobrá třecí odpor, odolnost proti otěru, dobrá pružnost, odolnost proti průrazu	Vysoce zatížitelné řídící vávky a těsnící kroužky, součástky motorových vozidel, ozubená kola, ložiska, pouzdra
	PP GF 20	Polypro- pylen +20% skelných vláken		1,04	33 ¹⁾	2900	50	65...105	0...100	B	B	BB	B	B	Nízká hustota, vysoká odolnost proti chemikáliím	Rotory ventilátorů, součásti čerpadel
	PP GF 30	Polypro- pylen +30% skelných vláken		1,14	83 ¹⁾	6700	45	70	-30...100	B	B	BB	B	B	Nízká hustota, vysoká odolnost proti chemikáliím	Rotory ventilátorů, součásti čerpadel

1) Napětí na mezi kluzu
2) Pevnost v tahu

Materiál. skupina	Zkratky	Ozna- čení	Některé obchodní názvy	Hustota [g/cm ³]	Pevnost [N/mm ²]	Modul pružnosti [N/mm ²]	Vrubová houžev- natost [kJ/m ²]	Koeficient délkové roztlačnosti [10 ⁻⁶ /K]	Teplota použití [°C]	Chemická odolnost vůči B ... odolné BB ... podmíněně odolné U ... neodolné				Zvláštní vlastnosti	Použití
21.1	Lamináty														
	PEEK - GF30	Poly-ether-ether-keton +30% skelných vláken	Victrix	1,50	130	8100	30	25	-20...250	B	B	BB	B	Vysoká mechanická pevnost, tuhost velmi vysoká max. provozní teplota Dobrá odolnost proti tečení při vysokých teplotách	Vysoce výkonný plast Ozubená kola, čerpadla, součástky kompresorů, těsnění, skrabáky, sedla ventilů, kluzná ložiska (v lékařské technice, nukleárním, farmaceutickém a automobilovém průmyslu atd.)



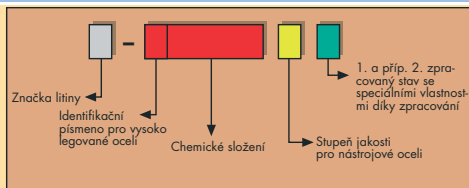
Materiál, skupina	Zkratky	Označení	Některé obchodní názvy	Hustota [g/cm ³]	Pevnost [N/mm ²]	Modul pružnosti [N/mm ²]	Vrubová houževnatost [kJ/m ²]	Koeficient délkové roztažnosti [10 ⁻⁶ /K]	Teplota použití [°C]	Chemická odolnost vůči					Zvláštní vlastnosti	Použití
										B ... odolné	BB ... podmíněně odolné	U ... neodolné				
21.1	Lamináty															
	CF30	Poly-ether-ether-ke-ton +30% uhlíko-vých vláken	Victrex	1,44	224	13000		4...38	-65...250	B	B	BB	B	B	Vysoká mechanická pevnost, tuhost velmi vysoká max. provozní teplota Dobrá odolnost proti tečení při vysokých teplotách	Vysoce výkonný plast Ozubená kola, čerpadla, součástky kompresorů, těsnění, škrabáky, sada ventilů, kluzná ložiska (v lékařské technice)
	PTFE +25% skla	Poly-tetra-fluor-etylen		2,23	11 ³⁾			92	-200 ...230	B	B	B	B	B	Odolný proti tlaku, dobrá chemická odolnost, dobré vlastnosti ohledně oděru a otěru	Těsnění odolná proti tlaku, ložiska, sada ventilů, písní kroužky, těsnící kroužky, těsnění písních tyčí
	PTFE +25% uhlíku	Poly-tetra-fluor-etylen		2,09	11 ³⁾			95	-200 ...260	B	B	B	B	B	Odolný proti tlaku a oděru, odolný proti chemikáliím, dobrá tepelná vodivost, antistatický	Písní kroužky, vodící kroužky pístů, ložiska, těsnění, chemikálie, kroužky ventilových sedel

1) Napětí na mezi kluzu
2) Pevnost v tahu
3) Pevnost proti roztržení
4) Vzorek neporušen
++ měřeno až do nasycení na křesebních vzorcích uožených v normálním klimatu (23 °C / 55% rel. vlhkost)

1.2 Označení materiálů

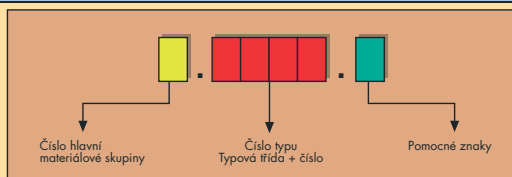
Různé materiály mohou být rozděleny podle normy DIN následujícím způsobem (tabulka 1.3):

Označení materiálů podle chemického složení, DIN 17006



Značka litiny				Údaje o chemickém složení	
G-	Litě			C	Pro nelegované oceli
GG-	Litina s lamelovým grafitem (též GGL-)			Cf	Ocel pro kalení plamenem a indukci
GGG	Litina s kuličkovým grafitem			Ck	Nelegovaná ušlechtilá ocel s nízkým obsahem P a S
GH-	Tvrzená litina			Cm	Nelegovaná ušlechtilá ocel s dolním a horním omezením obsahu S
GS-	Ocelová litina				
GT-	Temperovaná litina obecně				
GTS-	Temperovaná litina s černým lomem			Cq	Ocel vhodná k tváření za studena
GTW-	Temperovaná litina s bílým lomem			Značka pro vysokolegované oceli	
Stav zpracování (zkráceně)				X	Hmotnostní podíly charakteristických složek slitin > 5%
A	Popuštěné	HJ (HI)	Povrch kalení indukci	Stupeň jakosti pro nástrojové oceli	
B	Nejlepší obrobitelnost				
E	Cementované	N	Normalizačně žíhané	W1	1. Jakost
F	Minimální pevnost v tahu	S	Žíhané bez napětí	W2	2. Jakost
G	Žíhané naměkko	U	Nezpracované	W3	3. Jakost
H	kalené	V	zušlechťené	WS	Zvláštní jakost

Označení podle čísel materiálů, DIN 17 007



Hlavní skupiny materiálů		Číslo jakosti
0	Surové železo a feroslitiny	Jakostní třídy naleznete v následujících tabulkách příslušných materiálů
1	Ocel	
2	Těžké kovy (neželezné kovy)	
3	Lehké kovy (neželezné kovy)	

Tabulka 1.3 Označení materiálů a jejich čísla



1.2.1 Systémy označování ocelí a litin

Systémy označování ocelí a litin mohou být rozlišovány podle zkratk nebo čísel. V následujících tabulkách 1.4 až 1.8 jsou tyto systémy přehledně znázorněny.

Systém označování ocelí - zkratky

DIN EN 10027-1
DIN 17006-100

Hlavní symboly

Doplňkové symboly

Písmeno pro skupinu ocelí

Vlastnosti

nebo

Písmeno C

Obsah uhlíku

nebo

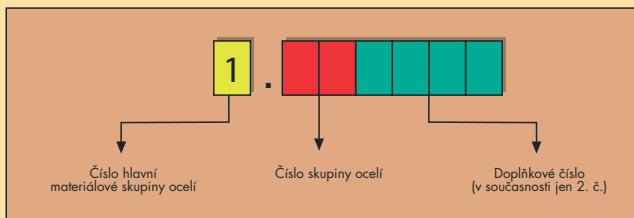
Obsah uhlíku

Legující prvky

Oblast pou ití	Písm.	Vlastnosti	Symbol přísady pro oceli	
St. pro ocelové konstrukce	S	Minimální mez kluzu R_b v N/mm ²	Nárazová práce při různých zkušebních teplotách (příklad: J2: 27J při -20°C)	
St. pro stroje	E	Minimální mez kluzu R_b v N/mm ²	G Jiné jakosti (popř. s čísly)	
Příklad: E 355				
Oblast pou ití	Písm.	Vlastnosti	Symbol přísady pro oceli	
Nelegované oceli	C	100 x průměrný obsah C	E	Předepsaný max. obsah S
Obsah Mn<1%	Kromě automatových ocelí		R	Předepsaný rozsah obsahu S
	Příklad: C 35 E (dosud Ck 35)		D	Pro tažení drátů
			C	Se zvláštní tvářitelností za studena
			U	Pro pružiny
				Pro nástroje
Oblast pou ití	Písm.	Vlastnosti	Legující prvky	
Nelegované oceli	Bez	100 x průměrný obsah C	Písmena	Pro charakteristické legující prvky, seřazené v sestupném pořadí podle obsahu
Obsah Mn<1%			Číslo	Oddělené pomílkami, které odpovídají průměrnému procentuálnímu obsahu prvků x faktor, seřazené v pořadí legujících prvků
Legované oceli	Příkl.: 28 Mn 6 (neleg. ocel)		Cr, Co, Mn, Ni, Si, W faktor 4 Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr faktor 10 C, Ce, N, P, S faktor 100 B faktor 1000	
	42 CrMo 4 (leg. ocel)			
	G...	= ocelová litina		
	Příkl.: G 20Mo 5			
Legované oceli	X	100 x průměrný obsah C		
Min. jeden legující prvek ≥5%	Příkl.: X 22 CrMoV 12-1			
	GX	= ocelová litina		
	Příkl.: GX 7 CrNi Mo 12-1			
Oblast pou ití	Písm.	Legující prvky		
Rychlofrézové oceli	HS	Číslo oddělená pomílkou, která udávají procentuální obsah legujících prvků v následujícím pořadí: W - Mo - V - Co		
		Příkl.: HS 7-4-2-5		

Tabulka 1.4 Systém označování ocelí podle zkratk

DIN EN 10027-2



Číslo skupiny oceli

Nelegované oceli		Legované oceli	
00, 90	Základní oceli	Jakostní oceli	
	Jakostní oceli	08, 98	Oceli se zvláštními fyzikálními vlastnostmi
01, 91	Všeobecné konstrukční oceli, $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$	09, 99	Oceli pro různé oblasti použití
02, 92	Jiné konstrukční oceli, neurčené k tepelnému zpracování, $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$	Ušlechtilé oceli	
		20...28	Nástrojové oceli
03, 93	Oceli s $C < 0,12\%$, $R_m < 400 \text{ N/mm}^2$	29	Volné
04, 94	Oceli s $0,12\% \leq C < 0,25\%$ nebo $400 \text{ N/mm}^2 \leq R_m < 500 \text{ N/mm}^2$	30, 31	Volné
		32	Rychlořezné oceli s Co
05, 95	Oceli s $0,12\% \leq C < 0,25\%$ nebo $500 \text{ N/mm}^2 \leq R_m < 700 \text{ N/mm}^2$	33	Rychlořezné oceli bez Co
06, 96	Oceli s $C \geq 0,55\%$, $R_m \geq 700 \text{ N/mm}^2$	34	Volné
07, 97	Oceli s vyšším obsahem P nebo S	35	Oceli na valivá ložiska
	Ušlechtilé oceli	36, 37	Oceli se zvláštními magnetickými vlastnostmi
10	Oceli se zvláštními fyzikálními vlastnostmi	38, 39	Oceli se zvláštními fyzikálními vlastnostmi
11	Konstrukční oceli a oceli na stroje a nádrže s $C < 0,5\%$	40...45	Nerezové oceli
12	Strojírenské oceli s $C \geq 0,5\%$	46	Chemicky odolné a žáruvzdorné Ni slitiny
13	Konstrukční oceli a oceli na stroje a nádrže se zvláštními požadavky	47, 48	Oceli odolné vůči teple
14	volné	49	Žáruvzdorné materiály
15...18	Nástrojové oceli	50...84	Konstrukční oceli a oceli na stroje a nádrže Seřazené podle legujících prvků
19	volné	85	Nitridační oceli
		86	Volné
		87...89	Oceli neurčené k tepelnému zpracování, vysoce pevné oceli, vhodné ke svařování

Tabulka 1.5 Systém označování ocelí podle čísel

Příklady označování čísel:

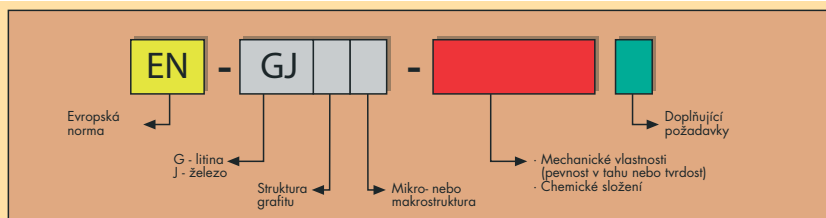
		Materiálová skupina GARANT	(viz kapitola "Materiály", odstavec 1.1)
1.0422	C 22	Ocel k zušlechťení	3.0
1.3505	100 Cr 5	Konstrukční ocel - ocel na valivá ložiska	8.0
1.8515	31 CrMo 12	Nitridační ocel	7.1



Označení litin podle DIN 17006 naleznete v *tabulce 1.3*. V následující *tabulce 1.6* a *1.7* jsou uvedeny systémy označování zkratkami, resp. čísly podle normy EU. *Tabulka 1.8* obsahuje číselný systém pro litiny podle DIN 17007.

Systém označování litin - zkratky podle normy EU

DIN EN 1560

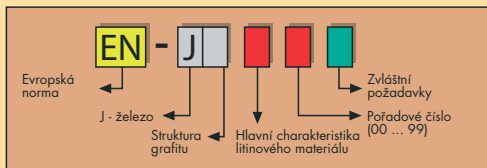


Grafitová struktura		Mikro- nebo makrostruktura		Mechanické vlastnosti
L	Lamelární	A	Austenit	<div>– Údaj o pevnosti v tahu a písmeno popisující zkušební vzorky</div> <div>S Samostatně odlitý zkušební vzorek</div> <div>U Přilitý zkušební vzorek</div> <div>C Zkušební vzorek odebraný z odlitku</div> <div>Navíc, v případě potřeby</div> <div>- údaj o prodloužení v %</div> <div>- hodnota zkušební teploty pro rázovou pevnost</div> <div>– Hodnota tvrdosti</div>
S	Kuličková	F	Ferit	
M	Temperovaný uhlík	P	Perlit	
V	Vermikulární grafit (červíkovitý)	M	Martensit	
N	Bez grafitu (Tvrdená litina)	L	Ledeburit	
Y	Zvláštní struktura	Q	Zakalená	
		T	zušlechtné	
		B	Žhánáno neoduhlčovacím způsobem *)	
		W	Žhánáno oduhličovacím způsobem	
		*)	pouze pro temperovanou litinu	
Příkl.: EN-GJS-400-18S-RT				
Další požadavky				Litina s kuličkovým grafitem, minimální pevnost v tahu $R_m = 400 \text{ N/mm}^2$, prodloužení $A = 18\%$, rázová tuhost při pokojové teplotě měřena na samostatně odlitém zkušebním vzorku
D	Hrubý odlitek			
H	Teplně zpracovaný odlitek			
W	Vhodné ke svařování			
Z	Další stanovené požadavky			
Příkl.: EN-GJS-HB 150				
Litina s kuličkovým grafitem a tvrdostí 150 HB				
Chemické složení				
Písmeno X a informace o podstatných legujících prvcích a jejich obsahu v sestupném pořadí				
Příkl.: En-GJL-XniMn 13-7				
Legovaná litina s lamelovým grafitem, s 13% Ni a 7% Mn				

Tabulka 1.6 Systém označování litin zkratkami

Systém označování litin - čísla podle normy EU

DIN EN 1560



Hlavní charakteristika		Zvláštní požadavky	
0	Rezerva	0	Žádná
1	Pevnost v tahu	1	Samostatně odlitý zkušební vzorek
2	Tvrdost	2	Odlitý zkušební vzorek
3	Chemické složení	3	Odebraný zkušební vzorek
4...9	Rezerva	4	Rázová tuhost při pokojové teplotě
5		5	Rázová tuhost při nízkých teplotách
6		6	Vhodné ke svařování
7		7	Hrubý odlitek
8		8	Teplem zpracovaný odlitek
9		9	Další požadavky

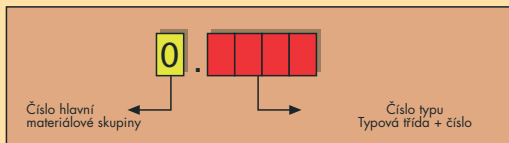
Příkl.: EN-JL 2 03 0

Litinový materiál s lamelovým grafitem, hlavní charakteristika tvrdost, bez zvláštních požadavků (zkratkové označení materiálu EN-GJL-HB 195)

Tabulka 1.7 Systém označování litin čísly

Systém označování litin - čísla

DIN 17007



Jakostní třídy hlavní skupiny materiálů 0			
00...09	Surové železo pro výrobu oceli	60...61	Litina s lamelovým grafitem, nelegovaná
10...19	Surové železo pro výrobu litiny	62...69	Litina s lamelovým grafitem, legovaná
20...29	Speciální surové železo	70...71	Litina s kuličkovým grafitem, nelegovaná
30...49	Předslitiny	72...79	Litina s kuličkovým grafitem, legovaná
50...59	Rezerva	80...81	Temperovaná litina, nelegovaná
		82	Temperovaná litina, legovaná
		83...89	Temperovaná litina, rezerva
		90...91	Zvláštní litina, nelegovaná
		92...99	Zvláštní litina, legovaná

Tabulka 1.8 Systém označování litin čísly podle normy DIN

Příklady označování litin:

Evropská norma		dosud		Materiálová skupina GARANT (viz kap. 1, odst. 1.1)
Č. materiálu	Zkratkové označení	Č. materiálu	Zkratkové označení	
EN-JL 1020	EN-GJL-150	0.6015	GG 15	15.0
EN-JS 1030	EN-GJS-400-15	0.7040	GGG-40	15.2
EN-JM 1180	EN-GJMB-650	0.8165	GTS-65	15.2
EN-JM 1030	EN-GJMW-400	0.8040	GTW-40	15.2



1.2.2 Systémy označování neželezných materiálů

Systémy označování neželezných materiálů se rozlišují podobně jako u železných materiálů. V tabulkách 1.9 a 1.10 jsou uvedeny numerické systémy označování.

Systém označování neželezných kovů - čísla

DIN 17007

Hlavní materiálová skupina		Jakostní čísla		Pomocný znak	
2	Těžké kovy	2.0000 ... 2.1799	Cu	0	Nezpracované
		2.1800 ... 2.1999	Rezerva	1	Měkké
		2.2000 ... 2.2499	Zn, Cd	2	Zpevněné za studena (meztvrzení)
		2.2500 ... 2.2999	Rezerva	3	Zpevněné za studena ("tvrdé" a víc)
		2.3000 ... 2.3499	Pb	4	Vyžíhané rozpouštěcím postupem, bez dodat. úpravy
		2.3500 ... 2.3999	Sn	5	Vyžíhané rozpouštěcím postupem, dodatečně upravené za studena
		2.4000 ... 2.4999	Ni, Co	6	Tvrzené za tepla, dodatečně upravené za studena
		2.5000 ... 2.5999	Ušlechtilé kovy	7	Tvrzené za tepla, bez mechan. Dodatečná úprava
		2.6000 ... 2.6999	Vysokotavitelné kovy	8	Zbavené pnutí, bez předchozího zpevnění za studena
		2.7000 ... 2.9999	Rezerva	9	Zvláštní péče
3	Lehké kovy	3.0000 ... 3.4999	Al		
		3.5000 ... 3.5999	Mg		
		3.6000 ... 3.6999	Rezerva		
		3.7000 ... 3.7999	Ti		
		3.8000 ... 3.9999	Rezerva		

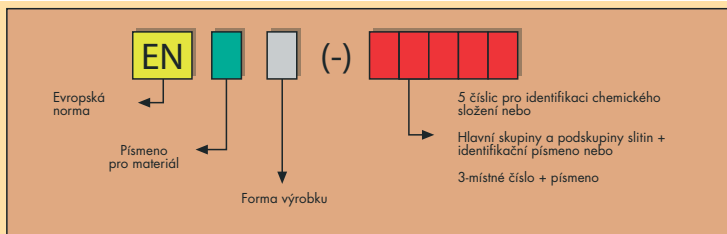
Tabulka 1.9 Systém označování neželezných kovů čísly podle normy DIN



Obr. 1.1 Pouzdro z lehkého kovu tepelné kamery

Systém označování neželezných kovů - číselný systém podle normy EU

**DIN EN 573,
DIN EN 1412,
DIN EN 1754**



Písmeno pro materiál (zkráceno)		Tvar výrobku	
A	Hliník	A	Anody
M	Hořčík	B	Kokila
Cu	Měď	C	Litý materiál
		F	Svařovací přísady a tvrdé pájky
		M	Předslitiny
		R	Ražinovaná měď
		S	Materiál ve formě šrotu
		W	Hnětací materiál
		X	Nenormované materiály

Tabulka 1.10 Numerický systém označování neželezných kovů podle normy EU

Příklady označování litin:

Evropská norma Č. materiálu	Zkratkové označení	Dosud Č. materiálu	Zkratkové označení	GARANT- materiálová skupina (viz kap. 1, odstavec 1.1)
Hliník a hliníkové slitiny				
EN AW-5754	EN AW-5754 [AlMg3]	3.3535	Al Mg 3	17.0
EN AC-43000	EN AC-43000 [AlSi10Mg]	3.2381.01	G-Al Si 10 Mg	17.1
EN AC-44200	EN AC-44200 [AlSi12]	3.2581	Al Si 12	17.2
Hořčík a hořčíkové slitiny				
EN MC 21110	EN-MC Mg Al 8 Zn 1	3.5812.01	G-Mg Al 8 Zn 1	18.0
Měď a měděné slitiny				
CC 491 K	CuSu5ZnPb5-C	2.1020	G-CuSu5ZnPb	19.0
CC 750 S	CuZn33Pb2-C	20290.1	G-CuZn33Pb	20.0
CC 495 K	CuSn10Pb10-C	2.1176.1	G-CuPb10Sn	21.0

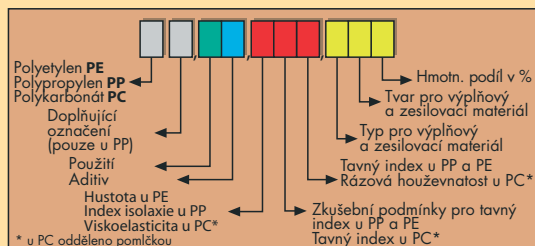


1.2.3 Označování termoplastických formovacích hmot

Označování termoplastických formovacích hmot

Polyetylen (PE)
Polypropylen (PP)
Polykarbonát (PC)

DIN 16 776-1: 1984-12
DIN 16 774-1: 1984-12
DIN 7744-1: 1986-07



Použití			Aditiv			Hustota v g/cm ³ u PE			Plnicí a zesilovací látka u PE a PP												
B	Tvarování vytukováním		A	Zpracovatelský		Součinitel	nad	do	Typ						Tvar						
C	Kalandrování		B	Stabilizátor																	
D	Výroba gramofonových desek		C	Protiblok. prostředky			15		0,917	A	Azbest					B	Kuličky				
E	Vytlačování (trubky)		D	Barviva			20	0,917	0,922	B	Bor					D	Prášky				
F	Vytlačování (folie)		E	Hnací prostředky			25	0,922	0,927	C	Uhlík					F	Vláčna				
G	Všeobecné Použití		F	Protiopžár. impr. prostředky			30	0,927	0,932	G	Sklo					G	Drť				
H	Povlakování		G	Granulát			35	0,932	0,937	K	Křída CaCO ₃					H	Dendrit				
K	Izolace kabelů a drátů		H	Stabilizátor tepele, stárnutí			40	0,937	0,942	L	Čeluloza						(vláknité monokrystal)				
L	Monofilní vytlačování		K	Dezaktivátor kovů			45	0,942	0,947	M	Nerosty, kovy										
M	Liti vstřikováním		L	Světelný stabilizátor			50	0,947	0,952	T	Synt. organ. mat.					S	Listky				
Q	Lisování		N	Přírodní barvy			55	0,952	0,957	W	Mastek					X	nespecifikováno				
R	Rotační tvarování		P	Houzev. při ráz. namáhání			60	0,957	0,962	X	Dřevo					Z	jiné				
S	Práškové slinování		R	Antiahezní prostředky			65	0,962		Z	nespecifikováno jiné										
T	Výroba pásů		S	Kluzné prostředky a maziva																	
X	Žádná informace		T	Zvýšená průhlednost																	
Y	Výroba vláken		W	Hydrolyticky stabilizátor																	
Doplňující označení u PP			X	Síťovatelný			Viskozitní číslo u PC v cm ² /g			Plnicí látky u PC											
			Y	Vyšší elektrická vodivost		Hmotnostní podíl v %															
			Z	Antistatikum																	
H	Homopolymery polypropylenu		Isotaxie - index u PP				Součinitel	nad	do	Součinitel	nad	do	Součinitel	nad	do	Součinitel	nad	do			
B	Termoplastické blokové kopolymery		Souč.				46		46	5		7,5	40	37,5	42,5	75	72,5	77,5			
R	Termopl. statické kopolymery		95	>90 ... 100	kopolymery	49	46	52	10	7,5	12,5	45	42,5	47,5							
Q	Směs skupin H, B, R		85	>80 ... 90		50	52	58	15	12,5	17,5	50	47,5	52,5	80	77,5	82,5				
			75	>70 ... 80		61	58	64	20	17,5	22,5	55	52,5	57,5							
			65	>60 ... 70		67	64	70	25	22,5	27,5	60	57,5	62,5	85	82,5	87,5				
			55	>50 ... 60		70	70		30	27,5	32,5	65	62,5	67,5							
									35	32,5	37,5	70	67,5	72,5	90	87,5					
Rázová tuhost a _n v kJ/m ²			Vrubová houževnatost a _k v kJ/m ²			Tavný index v g / 10 min						Tavný index - zkušební podmínky									
						pro PE, PP			pro PC												
						Součinitel	nad	do	Součinitel	nad	do										
Označení	a _n		Označení	a _k		000		0,1	03	3	Tavný index MFI udává hmotnost, která je za stanovených podmínek vytlačena tryskou.										
	nad	do		001	0,1	0,2	05	6													
				003	0,2	0,4	09	12													
				006	0,4	0,8	18	24													
				012	0,8	1,5	24														
				022	1,5	3,0															
				045	3,0	6,0															
				090	6,0	12															
				200	12	25															
				400	25	50															
		700	50																		
Označení formovací hmoty PE pro vytlačování fólií s kluzným prostředkem s hustotou 0,981 g / cm ³ a tavným indexem MFI při 190 °C / 2,16g v hodnotě 4,2g / 10 min.																					
Formovací hmota DIN 16776 - PE, FS, 20 D 045																					

Tabulka 1.11 Označování termoplastických formovacích hmot

2 Železné materiály

Slitiny železa a uhlíku s obsahem uhlíku **do 2%** se označují jako **oceli**; materiály s obsahem uhlíku **více než 2%** jako **litiny**.

Litina má s výjimkou několika slévárenských litin a litiny s kuličkovým grafitem jen mírnou pevnost v tahu. Ocel je naproti tomu houževnatá, vždy tvářitelná za tepla a při nízkém obsahu uhlíku také za studena. Tepelným zpracováním (kalením a zušlechťováním) se dá pevnost oceli značně zvýšit, ale podstatně přitom klesá její tvářitelnost.

2.1 Ocelové materiály

2.1.1 Rozdělení ocelí

Ocelové materiály jsou rozděleny do skupin podle svých legujících prvků, strukturních součástí a mechanických vlastností.

V závislosti na **obsahu legujících prvků** se dělí na:

- Nelegované oceli
- Nízkolegované oceli (obsah jakéhokoli legujícího prvku je < 5%)
- Vysokolegované oceli (obsah některého z legujících prvků je min. 5%)

Nelegované oceli se dělí na ocelové materiály, které nejsou určeny k tepelnému zpracování, a na oceli pro tepelné zpracování.

Nízkolegované oceli mají principiálně podobné vlastnosti jako nelegované oceli. Z technického hlediska je důležitá podstatně lepší kalitelnost, ale také vyšší tepelná stálost a odolnost proti popouštění.

Vysokolegované oceli jsou potřebné pro zvláštní vlastnosti.

Žáruvzdornosti nebo zvláštních fyzikálních vlastností se dá dosáhnout pouze u vysokolegovaných ocelí.



Obr. 1.2 Stohovač



Pro uživatele má často smysl označení, z něhož může zjistit další důležité vlastnosti. Proto se ocelové materiály rozlišují také prakticky podle oblastí použití a aplikací na:

- Automatové oceli
- Cementační oceli
- Oceli k zušlechťování
- Nitridační oceli
- Nástrojové oceli
- Nekorodující oceli a oceli odolné proti kyselinám

V odstavci 1 této kapitoly jsou ocelové materiály uspořádány v materiálových skupinách a jejich vlastnosti a oblasti použití uvedeny v tabulkách.



Obr. 1.3 Lisovník

2.1.2 Ovlivňování obrobiteľnosti oceli

Obrobiteľnosť obráběného materiálu se vždy posuzuje v souvislosti s použitými metodami obrábění, rezným materiálem a podmínkami obrábění. Pokud jde o materiál, určuje se obrobiteľnosť ocelí na základě složení a mechanických vlastností (tvrdost, pevnost).

2.1.2.1 Obrobiteľnosť v závislosti na obsahu uhlíku

Uhlíkové oceli (nelegované jakostní oceli) s obsahem uhlíku $C < 0,8\%$ se označují jako hypoeutektoidní (viz graf železa a uhlíku - viz též obr. 1.5). Podstatnými strukturními složkami jsou **perlit** (směs ferritu a cementitu s vysokou tvrdostí) a **ferrit** (nízká tvrdost, velká tvářitelnost).

Při obrábění způsobuje **ferrit** velké potíže kvůli:

- velkému sklonu způsobujícímu lepení k nástroji a tvorbu nárustků
- vytváření nežádoucích páskových a smotaných třísek (velká tvářitelnost)
- špatné kvalitě povrchů a vytváření otřepů na obrobcích

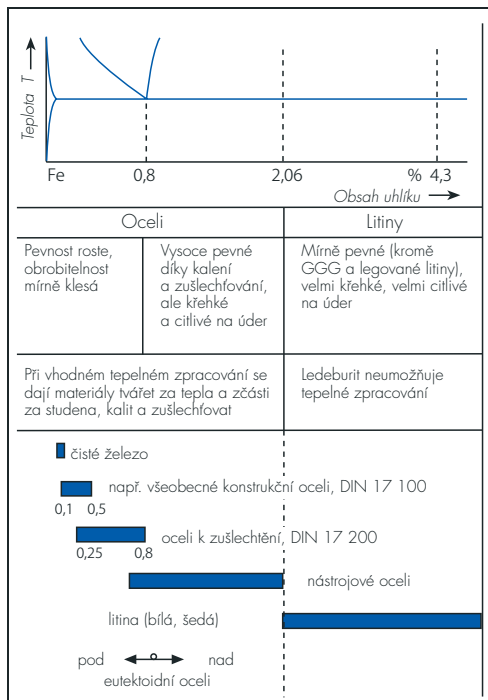
Perlit naproti tomu vede k potížím při obrábění z hlediska:

- silného brusného opotřebovávání
- vyšších sil třískového obrábění

Obrobiteľnosť ocelí s obsahem uhlíku $C < 0,25\%$ se v podstatě vyjadřuje pomocí výše uvedených vlastností **ferritu**. Při nižších rezných rychlostech se vytvářejí nárustky. Se zvyšující se reznou rychlostí pomalu roste opotřebování nástroje a stejně tak i rezná teplota. Za těchto okolností je třeba vybírat nástroje pokud možno s kladným úhlem čela.



Obr. 1.4
Ferritově-perlitová struktura (ferrit je světlý)



Obr. 1.5
Schématické rozdělení slitin železa a uhlíku

2.1.2.2 Obrobitelnost v závislosti na legujících prvcích

V následujícím textu je popsán vliv některých důležitých legujících prvků na obrobitelnost ocelových materiálů.

- **Chrom a molybden** zlepšují kalitelnost oceli a ovlivňují tak u cementačních ocelí a ocelí k zušlechťování obrobitelnost prostřednictvím struktury a pevnosti. U ocelí s vyšším obsahem uhlíku, resp. legujících prvků tvoří tyto prvky tvrdé speciální a smíšené karbidy, které mohou negativně ovlivňovat obrábění. K podobnému jevu dochází u **wolframu**.
- **Nikl** rovněž ovlivňuje pevnost oceli a zvyšuje její houževnatost. To má obvykle nepříznivý vliv na obrobitelnost, obzvlášť u austenitických Ni ocelí (především při vyšším obsahu Ni).
- **Křemík** vytváří např. ve spojení s hliníkem tvrdé Si-oxidové (silikátové) inkluze. Ty mohou vést k rychlejšímu opotřebení nástrojů.
- Přidáním **fosforu** se dosahuje krátkých třísek. Při obsahu do 0,1% působí fosfor pozitivně na obrobitelnost. Při vyšším obsahu P se sice dosahuje lepší kvality povrchu, ale také dochází k silnějšímu opotřebovávání nástrojů.

U uhlíkových ocelí v rozsahu od **0,25% < C < 0,4%** působí na obrobitelnost vlastnosti **perlitu**, tzn.:

- Dojde ke zmenšení sklonu k lepení a tím i k redukci tvorby nárustků.
- V důsledku většího zatížení kontaktní zóny narůstá při obrábění řezná teplota a tedy i opotřebení nástroje.
- Struktura působí pozitivně na jakost povrchu, tvorbu třísek a jejich tvar.

Další zvýšení obsahu uhlíku (**0,4% < C < 0,8%**) vede k dalšímu **přibývání perlitu**, až při 0,8% C je ve struktuře výhradně perlit.

Dobrou **obrobitelnost** vykazují uhlíkové oceli **cca při 0,25% C**.

Obr. 1.5 znázorňuje schématicky rozdělení slitin železa a uhlíku a jejich vlastností.



- **Titan** a **vanad** mohou již v malých množstvích způsobit značný růst pevnosti. Pokud jde o řezné síly a vytváření třísek, je třeba kvůli silnému zjemnění zrnitosti očekávat špatné výsledky.
- **Síra** je v železe jen málo rozpustná, ale v závislosti na ostatních legujících prvcích tvoří v oceli stabilní sulfidy. Sírnik manganatý MnS (viz *obr. 1.6*) je žádoucí, protože pozitivně ovlivňuje obrábění (krátké třísky, malá tvorba nárustků, lepší kvalita povrchů obrobků).
- **Mangan** zlepšuje kalitelnost a zvyšuje pevnost ocelí. Díky své vysoké afinitě k síře tvoří mangan se sírou sulfidy. Obsah manganu do 1,5% příznivě ovlivňuje obrábění ocelí s nízkým obsahem uhlíku v důsledku dobrého tvoření třísek. Při vyšším obsahu uhlíku je však obrábění ovlivňováno negativně kvůli silnějšímu opotřebování nástrojů.
- **Olovo** má poměrně nízký bod tavení a vyskytuje se v železe ve formě submikroskopických inkluzí. Při obrábění se mezi nástrojem a materiálem obrobku vytváří ochranná vrstva olova, která snižuje opotřebení nástrojů. Třísky jsou krátké.



Obr. 1.6 Mangansulfidové inkluze

2.1.2.3 Obrobitelnost v závislosti na tepelném zpracování

Cíleným tepelným zpracováním lze ovlivnit strukturu takovým způsobem, že kromě změny mechanických vlastností může být také obrobitelnost přizpůsobena požadavkům.

V následující *tabulce 1.12* je souhrnně popsán vliv různých metod tepelného zpracování na obrobitelnost ocelových materiálů s ohledem na opotřebení nástrojů a tvoření třísek.

Metody tepelného zpracování	Vliv na strukturu	Obrobitelnost
Normální žhání	Rovnoměrná a jemně zrnitá struktura díky rekrystalizaci	Závisí na obsahu uhlíku v oceli (viz odstavec 2.1.2.1): Ferrit - špatné tvoření třísek, nízké opotřebení Perlit - lepší tvoření třísek, silnější opotřebovávání
Žhání k vytvoření hrubého zrna (žhání ke zvětšení zrna)	Hrubě zrnitá struktura, omezení kvůli vlivu na pevnost	Poměrně slabé opotřebení nástrojů, Dobré tvoření třísek, Vysoké jakosti povrchů
Měkké žhání	Perlit bohatý na ferrit s globulárním cementitem (měkký, dobře tvářitelný)	Příznivé opotřebení nástrojů, Tvoření třísek se zhoršuje s rostoucím podílem ferritu ve struktuře
Kalení	Martensit	Silné brusné opotřebení nástrojů při použití tradičních řezných materiálů, Dobré tvoření třísek

Tabulka 1.12 Obrobitelnost v závislosti na tepelném zpracování



Obr. 1.7 Obrázky struktury oceli C60, různě tepelně zpracované



2.1.3 Obrobitelnost různých ocelových materiálů

Ocelový materiál	Zvláštnosti	Obrobitelnost	Efekty
<i>Automatová ocel</i> např.: 9 S Mn 28 9 S MnPb 28 35 S 20 45 S 20	Hlavní legující prvky: Pb, P, S, Mn ve spojení se sírou tvoří žádoucí siriak manganatý MnS	V závislosti na řezné rychlosti je možné prodloužit životnost, obzvláště přidáním Pb (50% až 70%) Je možné snížit řezné síly až o 50%	Krátké třísky Čisté plochy obrobků Nízký sklon k tvorbě nárustků Malé opotřebení nástrojů
<i>Cementační ocel</i> např.: Ck 15 16 MnCr 5 20 MoCr 4 18 CrNi 8	Neleg. konstrukční, jakostní a ušlechtilé oceli stejně jako legované ušlecht. oceli s obsahem uhlíku $C < 0,2\%$	Vysoké řezné rychlosti pro snížení tvorby nárustků především u nástrojů s ostřím z tvrdokovou Snížení posuvu Přizpůsobená geometrie nástrojů (kladný úhel čela)	Dobré kvality povrchů
	Cementace: Nauhličování okrajové zóny na 0,6-0,9% C (tvrdost až 60 HRC)	Tvrdé obrábění načisto s tvrdokový s nejmenším zrnem, směsnou keramikou, řeznými materiály CBN	Dobrý lom třísek Velice dobrá jakost povrchů
<i>Ocel k zušlechťení</i> např.: Ck 45 42 CrMo 4 30 CrMoV 9 36 CrNiMo 4	Obsah uhlíku $0,2\% < C < 0,6\%$ Hlavní legující prvky: Chrom Cr Nikl Ni Vanad V Molybden Mo Křemík Si Mangan Mn	Obrobitelnost závisí do značné míry na příslušných legujících prvcích a tepelném zpracování Zušlechťení většinou po hrubování a před obráběním načisto, resp. jemným obráběním Nižší řezné rychlosti s rostoucím obsahem uhlíku (podílem perlitu)	
		Hrubování většinou z důvodu vysokých podílů obrábění v normalizovaném stavu materiálu (normaliz. žíhání)	Velmi dobrá obrobitelnost Malé opotřebení nástrojů
		Obrábění načisto při nízkých řezných rychlostech převážně za použití nástrojů z tvrdokovu skupiny P (rychlořezná ocel pouze pro vrtání a řezání závitů) Použití řezné keramiky a řezných materiálů CBN pouze u tvrdosti vyšší než 45 HRC (viz. obrábění cementační oceli natvrdo)	Malé opotřebení nástrojů

Tabulka 1.13 Obrobitelnost různých ocelových materiálů

Tabulka 1.13 Obravitelnost různých ocelových materiálů - pokračování

Ocelový materiál	Zvláštnosti	Obravitelnost	Efekty
Nitridační ocel např.: 34 CrAlNi 7 31 CrMo 12 34 CrAlS	Obsah uhlíku $0,2\% < C < 0,45\%$ Hlavní legující prvky: Cr, Mo, Al, V Vysoká tvrdost povrchu nástrojů díky křehkým nitridům kovů	Obrábění probíhá kvůli velmi vysoké tvrdosti povrchu nástrojů před nitrací	
		Zušlechťený výchozí materiál: Nízké řezné rychlosti	Akceptovatelné opotřebení nástrojů
		Nezušlechťený výchozí materiál	Špatný odvod třísek Vytváření ořepů
		Obsah Ni $> 1\%$	Špatně obravitelné
		Příísada síry S	Příznivě obravitelné
Nástrojová ocel např.: C 45 C 60	Obsah C $< 0,9\%$ u nelegovaných nástrojových ocelí	Použití řezných materiálů z tvrdokovu, obsahujících titan a karbid titanu (P 20)	Zvýšený sklon k lepení Tvorba nárustků Poměrně špatná obravitelnost Špatné a drsné povrchy
		Zušlechťování nástrojových ocelí	Zlepšování obravitelnosti
Nerezavějící a žáruvzdorná oceli např.: X5CrNiNb 18-10	Obsah chromu $> 12\%$	Převážně feritické oceli	Dobře obravitelné
	přídavný podíl niklu celkem 10-13%	Austenitické oceli: Nízké řezné rychlosti Poměrně vysoké posuvy pro zmenšení počtu řezů	Špatně obravitelné Vysoký sklon k lepení Tvorba nárustků Sklon ke zpevnění za studena



Obr. 1.8 Frézy z oceli k zušlechťení



Pro posouzení obrobiteľnosti nerezových ocelí (materiálové skupiny GARANT 13 a 14, tabulky 1.1 a 1.2) je možné použít následující faktor PRE (**P**itting **R**esistance **E**quivalent), který popisuje odpor nerezových ocelí vůči takzvané důlkové korozi (anglicky Pitting).

$$\text{Faktor PRE} = \% \text{Cr} + 3,3 \cdot \% \text{Mo} + 30 \cdot \% \text{N}$$

Cr chrom
Mo ... molybden (rov. 1.1)
Ndusík
%..... procentuální podíl prvků

Obzvlášť při soustružení nerezových ocelí platí následující rozsahy pro posuzování obrobiteľnosti:

Rozsah faktoru PRE	Hodnocení obrobiteľnosti	Příklady materiálů	
		Označení materiálů	GARANT-Materiál. skupina
PRE < 16	Dobrá	X6Cr13 (1,4000) X10Cr13 (1,4006) X30Cr13 (1,4028)	13.1 13.2 13.3
16 < PRE < 22	Střední	X5CrNi 18 10 (1,4301)	13.1
22 < PRE < 34	Obtížná	X6CrNi/MoTi 17 12 2 (1,4571)	13.1
PRE > 35	Velmi obtížná	X 8CrNiMo 27 5 (1,4460)	13.3

Tabulka 1.14 Faktor PRE pro posuzování obrobiteľnosti nerezových ocelí

Příklad výpočtu faktoru PRE

Materiál: X 8 Cr Ni Mo 27 5 (1,4460, materiálová skupina GARANT 13,3)

<u>Analýza:</u>	Cr:	25,0 ... 28,0	% Rozdíl = 3,0 %	Δ Cr = 1,5%
	Mo:	1,3 ... 2,0	% Rozdíl = 0,7 %	Δ Mo = 0,35%
	N:	0,05 ... 0,2	% Rozdíl = 0,15 %	Δ N = 0,075%

31

41

Faktor PRE = (25,0 + Δ Cr)% + 3,3 · (1,3 + Δ Mo)% + 30 · (0,05 + Δ N)%
= 26,5% + 3,3 · 1,65% + 30 · 0,125%

Faktor PRE = 35,7

V tabulce 1.15 je uveden exemplární přehled realizovatelných řezných parametrů pro soustružení oceli.

Řezná rychlost ¹⁾ Materiály	240 m/min do 400 m/min	180 m/min do 320 m/min	130 m/min do 250 m/min	120 m/min do 220 m/min	110 m/min do 190 m/min
Všeobecné konstrukční oceli	–	do 0,2% C např. St52-3 ²⁾	nad 0,2% C např. St52-1 ²⁾		
Automatová ocel nezpracované	Oceli neurčené k tepelnému zprac.např. 9 S Mn 28	–	–	–	–
Automatová ocel zušlechťené	–	do 0,45% C např. 35 S 20 V	nad 0,45% C např. 60 S 20 V	–	–
Cementační ocel nelegované	Zpracované na ferritovou- perlitovou strukturu (BG) např. Ck15 BG	–	–	–	–
Cementační ocel legované	–	Zpracované na ferritovou-perlitovou strukturu (BG) např. 16MnCr5 BG	Zpracované na určitou pevnost (BF) např. 16CrNiMo6 BF	–	–
	–	–	Nezpracované ³⁾ např. 16MnCr5 U	Nezpracované ³⁾ 17CrNiMo6 U	–
Ocel k zušlechťení nelegované Měkce žíhané (G)	–	do 0,4% C např. Cf 35 G	nad 0,4% C např. Cf 53 G, Ck60 G	nad 0,6% C např. Cf 70 G	–
Ocel k zušlechťení nelegované normalizačně žíhané (N)	–	do 0,45% C např. Ck 45 N	nad 0,45% do 0,55% C např. Cf 53 N, Ck55 N	nad 0,55% C např. Ck 60 N	–
Ocel k zušlechťení nelegované zušlechťené (V)	–	–	do 0,45% C nebo do 800 N/mm ² , např. Ck 35 V, Cf 45 V	nad 0,45% do 0,6% C nebo nad 800 N/mm ² např. Ck 55 V	–
Ocel k zušlechťení legované měkce žíhané (G) nebo zpracované na lepší obrobitelnost (B)	–	do 0,3% C nebo do 200 HB např. 25 CrMo4 B	do 0,4% C nebo nad 200 do 230 HB např. 24 CrMo5 B	nad 0,4% C nebo nad 230 HB např. 24CrNiMo6 B, 50 CrMo4 G	–
Ocel k zušlechťení legované zušlechťené (V)	–	–	do 0,4% C nebo nad 700 do 800 N/mm ² např. 34 Cr4 V	do 0,5% C nebo nad 800 - 1000 N/mm ² např. 42 CrMo4 V	nad 1000 N/mm ² např. 50 CrV4 V, 30 CrNiMo8 V

1) Řezné rychlosti při použití nepovlakovaných nástrojů z tvrdakovu

2) V důsledku silných rozptylů je možná různá obrobitelnost

3) Různá obrobitelnost podle podílů strukturálních složek

[N/mm²] Údaje o pevnosti v tahu

[HB] Údaje o tvrdosti materiálů

Tabulka 1.15 Realizovatelná řezná rychlost pro ocelové materiály



2.2 Litinové materiály

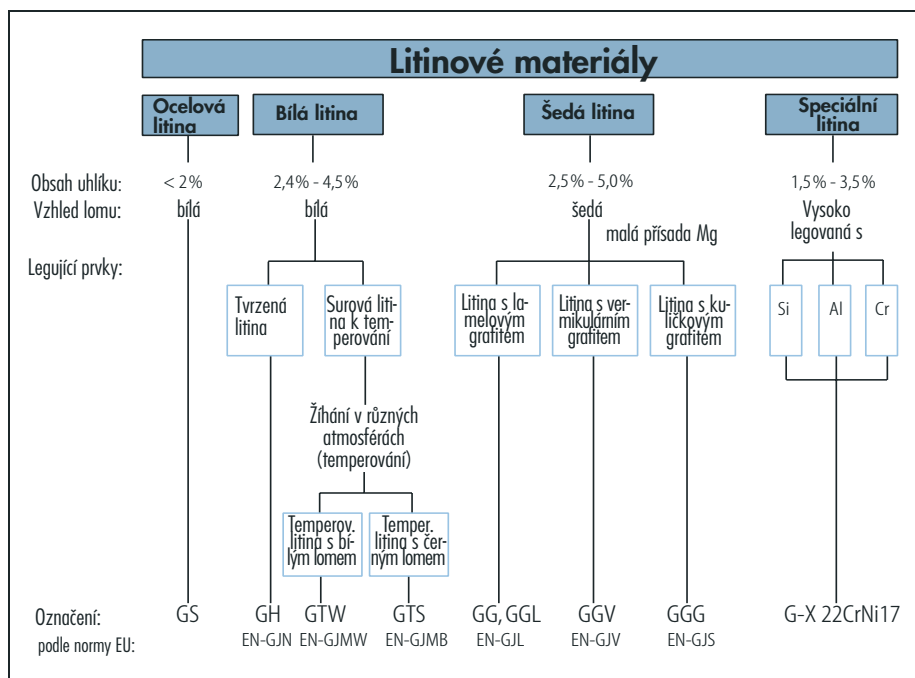
2.2.1 Rozdělení litinových materiálů

Pod **litinovými materiály** rozumíme slitiny železa a uhlíku s obsahem uhlíku **C > 2%** (většinou do 4% - viz *obr. 1.5*). Legujícími prvky jsou většinou křemík, mangan, fosfor a síra. Korozní a tepelná odolnost se zlepšuje přidáním niklu, chromu, molybdenu a mědi. Legující přísady v litinových materiálech ovlivňují obrobitelnost v takové míře, v jaké působí jako karbidotvorné složky, resp. v jaké ovlivňují pevnost či tvrdost. Na *obr. 1.9* je znázorněno principiální dělení litinových materiálů.

Označení litinových materiálů podle normy EU jsou uvedena v *tabulce 1.6* (odstavec 1.2).

Ocelová litina je ve formě lité oceli, které je obráběna výhradně za účelem tváření. Díky dobré houževnatosti se ocelová litina používá všude tam, kde kromě vibračního namáhání dochází také k zatížení nárazu a údery.

Tvrzená litina má křehkou strukturu a nedosahuje vysokých hodnot pevnosti v tahu jako ocelová litina. Ve strojírenství se používá bílá litina na nástroje (bíle zbarvená na celém příčném řezu) jen málo a téměř výhradně v nezpracovaném stavu po odlití. Podstatně větší význam má tvrzená litina (cíleně ochlazená, takže se bíle zabarví pouze okrajová vrstva) se svým tvrdým povrchem odolným proti otěru při lepší houževnatosti v jádře.



Obr. 1.9 Rozdělení litinových materiálů

Mezi příklady použití patří mimo jiné válce, vačkové hřídele, lisovníky atd.

Své charakteristické vlastnosti získává **temperovaná litina**, nazývaná též kujná, až žíháním (temperováním). V závislosti na tepelném zpracování vzniká **ferritická** nebo **perlitická** temperovaná litina. Pokud jde o pevnost, zaujímá temperovaná litina postavení mezi šedou a ocelovou litinou. Obrobitelnost perlitické temperované litiny je v závislosti na tloušťce stěn u tlustých součástek kvůli vyššímu podílu perlitu obtížnější než u tenkých (oduhlíčená vrstva dosahuje obvykle tloušťky 7 mm). Proto se perlitická temperovaná litina používá převážně pro tenkostěnné součástky. U ferritové temperované litiny existuje na rozdíl od perlitové po celém příčném řezu odlišná rovnoměrná struktura z ferritu s uloženým temperovaným uhlíkem. Ferritová temperovaná litina je proto obecně lehčeji obrobitelná než perlitová. Používá se především pro tlustostěnné součástky, které mají být dále třískově obráběny.

Různé **typy šedé litiny** se liší v podstatě geometrickým tvarem přítomného grafitu. Litina s lamelovým grafitem (označovaná jako šedá litina nebo GG) má vynikající tlumicí vlastnosti, ale není tak pevná jako bílá litina. I ty nejmenší změny struktury vedou ke značnému kolísání trvanlivosti nástrojů. Litina s **kuličkovým grafitem** (označovaná jako tvárná litina nebo GGG) má nižší tlumicí kapacitu (cca 2x), ale dává se relativně dobře obrábět. Litina s **vermikulárním grafitem** (označovaná jako GGV) je materiálem vyvinutým v nedávné době, který v sobě spojuje pozitivní vlastnosti litiny GG a GGG. Řadí se tak mezi šedou a tvárnou litinu. GGV vyrůstá ve formě prstů a větví z lamely a obsahuje nanejvýš 20% grafitových kuliček. Její využití lze očekávat především ve výrobě dieselových motorů. Tento litinový materiál však ještě v současné době způsobuje problémy ohledně své obrobitelnosti.

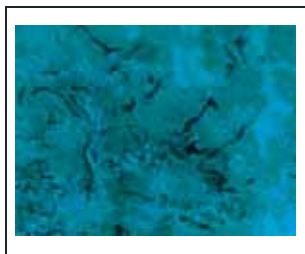


Obr. 1.10 Šroubový kompresor

2.2.2 Obrobitelnost litinových materiálů

Vlastnosti obrobitelnosti litinových materiálů jsou velice silně ovlivňovány množstvím a formou uloženého grafitu.

Grafit uložený v litinovém materiálu na jednu stranu snižuje tření mezi nástrojem a materiálem a na druhou stranu narušuje kovovou základní strukturu. To vede ve srovnání s ocelí k příznivější obrobitelnosti, která se vyznačuje krátkými třískami, nižšími silami třískového obrábění a delší životností nástrojů.



Obr. 1.11 Struktura šedé litiny s lamelovým grafitem

Při obrábění **tvrzené litiny** (bílá litina) jsou ostří nástrojů vysoce namáhána v důsledku vysokého podílu cementitu ve struktuře materiálu. Pro dosažení ekonomické životnosti je třeba s rostoucí tvrdostí materiálu snižovat řeznou rychlost. Snížení tloušťky třísky přitom také snižuje zatížení ostří nástroje. Použití řezné keramiky umožňuje ve srovnání s tvrdokov zvýšit řeznou rychlost 3- až 4-krát.

Kvůli dobré plastické tvářitelnosti **temperované litiny** dochází při obrábění k vytváření nežádoucích plynulých třísek. Temperovaný uhlík a sirič manganatý uložený v základní struktuře však zlepšují lom třísek a

tím také vlastnosti obrábění. Díky odlišné struktuře je ferritická temperovaná litina při stejné tvrdosti materiálu výrazně lépe obrobitelná než perlitová temperovaná litina.

U **litiny s lamelovým grafitem** (viz obr. 1.11) je základní struktura podobná oceli narušena grafitovými lamelami, které během obrábění způsobují vytváření dělených a drobných třísek. Tak vznikají vždy krátké třísky (většinou odlamovací). To brání nadměrnému opotřebovávání hříbetních ploch. Kromě toho lze pozorovat snížení sil třískového obrábění. Na hranách obrobku mohou při obrábění vznikat vylomení. Dosažená jakost povrchu závisí na výrobním postupu, podmínkách obrábění a na jemnosti a rovnoměrnosti struktury šedé litiny.

Pokud je lamelová struktura narušena (např. lamely ve formě růžic – "B grafit"), může životnost při vysokých řezných rychlostech a při jinak stejných podmínkách kolísat až v rozsahu 10-násobku.

V **litině s kulíkovým grafitem** (GGG) se grafit vyskytuje ve formě globulárních inkluzí (viz obr. 1.12). Základní struktura typů s nízkou pevností a dobrou houževnatostí (např. jako u zobrazené litiny GGG 40) se skládá z převážné části z dobře obrobitelného ferritu. Přitom vznikají šroubovitě třísky, které jsou však kvůli uloženému grafitu lehce lámavé. Problémem při obrábění s vyššími řeznými rychlostmi je opotřebovávání hříbetních ploch. Třísky přitom mají houževnatou lomovou charakteristiku a obzvlášť v suchém řezu sklon k plastifikaci materiálu mezi hříbetní plochou a obrobkem.

U **vermikulární litiny** (GGV) je vermikulární grafit rozvětvený jako korálový strom. Proto může při obrábění poskytovat podobně dobré služby jako lamelový grafit. GGV má při nízkých řezných rychlostech značné výhody oproti GGG a jeho obráběcí charakteristika se prakticky neliší od GG stejné tvrdosti. Obrobitelnost perlitické litiny GGV se tedy při řezné rychlosti $v_c = 300$ m/min podobá obrobitelnosti litiny GG-25. Při řezných rychlostech nad 300 m/min dochází k silnému opotřebování hříbetních ploch na ostří nástroje, které je vyvoláno brusným působením grafitových inkluzí.



Obr. 1.12 Vzhled struktury GGG 40

Okrajová zóna litých obrobků (**kůra na odlitku**) vykazuje kvůli nekovovým inkluzím změněnou strukturu, resp. tvorbě

okují horší obrobitelnost než středová část. Následkem toho dochází při nesnížení řezných parametrů k silnějšímu brusnému opotřebovávání a k vytváření vrubů na ostří nástroje. (viz odstavec 1.2)

V *tabulce 1.16* jsou souhrnně uvedeny exemplárně dosažitelné řezné hodnoty v závislosti na obráběném litinovém materiálu.

Materiály	Postup	Nástroj/ Řezný materiál	Posuv na ostří f_z [mm/Z]	Řezná rychlost v_c [m/min]
GG/GGG	Frézy	Rovinná fréza / povlak. TK	0,25	500 ... 1.000
		Rovinná fréza / CBN	0,15	1.500 ... 2.000
	Vrtání	10 mm / TK	0,15 ... 0,20	100 ... 150
	Vrtání/jemné soustružení	Vrtací nástroj / TK	0,10 ... 0,15	200 ... 400
GGV	Lehce zvýšené řezné parametry oproti GG/GGG Proces obrábění ještě není stabilní (potřeba dalšího výzkumu)			

Tabulka 1.16 Exemplárně realizovatelné řezné rychlosti pro litinové materiály

Informace o obrobitelnosti litinových materiálů ve spojení s **údaji o Brinellově tvrdosti** (HB) jsou poměrně nespolehlivé. Tyto informace nevypovídají nic o brusné tvrdosti litiny, která kvůli pískovým inkluzím a volným karbidům působí obzvlášť nepříznivě na obrobitelnost. Tak má např. litina s Brinellovou tvrdostí 180 HB a podílem volných karbidů podstatně horší vlastnosti obrábění než litinový materiál téhož stupně tvrdosti, ale se 100% perlitickou strukturou a bez volných karbidů.

3 Neželezné kovy

3.1 Hliník a hliníkové slitiny

3.1.1. Rozdělení hliníkových slitin

Hliníkové materiály se rozdělují na tvářecí a slévárenské slitiny. U **tvářecích slitin** stojí v popředí plastická tvárnost, u **slévárenských slitin** pak zářeznost. Další dělení hliníku a jeho slitin lze provést podle utvrzování legování. Potom rozlišujeme **vytvrzovatelné**



(zpevnění vytvářením směsných krystalů) a **nevytvrzovatelné**, resp. přirozeně tvrdé (zpevnění vylučováním dříve rozpuštěných součástí) hliníkové slitiny.

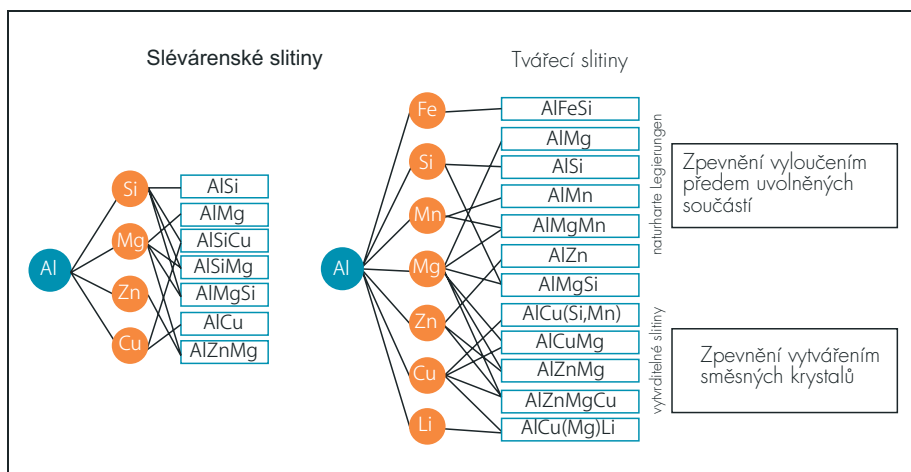
Obr. 1.13 znázorňuje přehled různých slitin. Nejdůležitějšími hlavními legujícími prvky pro hliník jsou křemík, hořčík, zinek, měď a mangan.

Vytvrzovatelné **hliníkové tvářecí slitiny** jsou preferovány v případech, kdy se jejich příznivý poměr pevnosti a hustoty, resp. jejich vysoká odolnost proti korozi hodí pro různé aplikace ve strojírenství a automobilovém či leteckém průmyslu.

U **hliníkových slévárenských slitin** jsou hodnoty pevnosti až na druhém místě za slévárenskými vlastnostmi. Proto se mohou slévárenské slitiny výrazně lišit svým složením od tvářecích.

Technicky důležité jsou především slévárenské slitiny Al a Si. Eutektické slitiny Al-Si (obsah Si kolem 12%) mají dobrou pevnost a vynikající slévatelnost. Jsou používány především pro tenkostěnné, hermetické a vodotěsné odlitky ve strojírenství a výrobě přístrojů. Jejich slévárenské vlastnosti se zhoršují s klesajícím obsahem Si.

Rozvoj hliníkových pístových slitin pro spalovací motory vedl v ojedinělých případech k hypereutektickým složením ($\text{Si} > 12\%$). S rostoucím obsahem Si se tedy dosahuje poklesu součinitele roztažnosti hliníkové slitiny.



Obr. 1.13 Schématické rozdělení hliníkových slévárenských a tvářecích slitin

3.1.2 Obrobitelnost hliníkových slitin

Hliník je obecně považován za snadno obrobitelný. Ve srovnání s ocelí o stejné pevnosti jsou potřebné řezné síly podstatně příznivější (cca 30% hodnot parametrů oceli). U hliníku je kvůli poměrně velkému potenciálnímu objemu třísek důležitým kritériem tvar třísek. Ten závisí na materiálu, podmínkách obrábění a zčásti také na geometrii nástroje. Životnost se při obrábění hliníku někdy pohybuje ve velkém rozsahu. Rozhodující veličinou, pokud jde o opotřebení, je opotřebení hříbetních ploch. Při obrábění hliníku nedochází k vymílání.



Obr. 1.14 Ponorné frézování do hliníku



Technologické hodnoty GARANT pro obrábění hliníku:

Frézy z Al Mg 3g

Nástroj	Břitová destička	Upínací prostředek	Řezné hodnoty
90° frézovací hlava Průměr 50	ANMT	Krátký nasazovací trn Sk 40 D22	$v_c = 1.260 \text{ m/min}$ $n = 8.000 \text{ ot./min}$ $f_z = 0,17 \text{ mm/Z}$ $v_f = 8.000 \text{ mm/min}$ $a_e = 50 \text{ mm}$ $a_p = 6 \text{ mm}$
Ponorná fréza s vnitřním chlazením Průměr 42	VCTG 22	Krátký nasazovací trn Sk 40 D22	$v_c = 790 \text{ m/min}$ $n = 6.000 \text{ ot./min}$ $f_z = 0,18 \text{ mm/Z}$ $v_f = 3.400 \text{ mm/min}$ $a_e = 35 \text{ mm}$ $a_p = 3 \text{ mm}$
Hrubovací fréza Al-TK Průměr 16		Upínací trn Weldon	$v_c = 400 \text{ m/min}$ $n = 8.000 \text{ ot./min}$ $f_z = 0,298 \text{ mm/Z}$ $v_f = 7.000 \text{ mm/min}$ $a_e = 16 \text{ mm}$ $a_p = 15 \text{ mm}$
TK hrubovací a dokončovací fréza Průměr 16		Upínací trn Weldon	$v_c = 390 \text{ m/min}$ $n = 8.000 \text{ ot./min}$ $f_z = 0,1 \text{ mm/Z}$ $v_f = 3.200 \text{ mm/min}$ $a_e = 0,2 \text{ mm}$ $a_p = 20 \text{ mm}$
Fréza TK-HSC Průměr 16		Pouzdro HG	$v_c = 400 \text{ m/min}$ $n = 8.000 \text{ ot./min}$ $f_z = 0,45 \text{ mm/Z}$ $v_f = 7.200 \text{ mm/min}$ $a_e = 15 \text{ mm}$ $a_p = 1 \text{ mm}$

Technologické hodnoty GARANT pro obrábění hliníku:

Vrtání / řezání závitů z Al Mg 3

Nástroj	Povlak	Upínací prostředek	Řezné hodnoty
Spíralový vrták TK Průměr 10,2	TiAlN	Upínací pouzdro HD	$v_c = 260 \text{ m/min}$ $n = 8.000 \text{ ot./min}$ $f_z = 0,23 \text{ mm/Z}$ $v_f = 1.800 \text{ mm/min}$ $a_e = 10,2 \text{ mm}$
Strojní závitník GL Synchro Průměr 12	TiCN	Upínací pouzdro HD	$v_c = 50 \text{ m/min}$ $n = 1.400 \text{ ot./min}$ $f_z = 1,75 \text{ mm/Z}$ $v_f = 2.450 \text{ mm/min}$ $a_e = 12 \text{ mm}$
Závitová fréza GARANT UNlversal s IK Průměr 6,2		Upínací pouzdro HG	$v_c = 120 \text{ m/min}$ $n = 6.000 \text{ ot./min}$ $f_z = 0,02 \text{ mm/Z}$ $v_f = 400 \text{ mm/min}$

U **hliníkových tvářecích materiálů** nezpůsobuje opotřebení žádné problémy. Dobře se obrábějí s nástroji z HSS a TK. I při relativně vysokém namáhání nástroje je jeho životnost 1 až 2 směny. Čistý hliník a vytvrzovatelné tvářecí materiály v měkkém stavu mají obzvlášť při nízkých řezných rychlostech často sklon tvořit jalové třísky nebo nárůstky. Kvůli následné změně geometrie ostří a růstu teploty v důsledku tření je často nutné počítat se špatným povrchem. Nápravu zaručují vyšší řezné rychlosti, zvětšení úhlu čela (na 40°) a případně použití chladicí a mazací kapaliny.

Hliníkové slévárenské slitiny bez křemíku jsou z hlediska obrobiteľnosti hodnoceny přibližně stejně jako odpovídající tvářecí materiály. Vytvrzovatelné a hypoeutektické slévárenské slitiny Al a Si (obsah křemíku max. 12%) vykazují s rostoucím podílem křemíku horší vlastnosti obrábění. Tvrdé a křehké inkluze jako Si nebo Al_2O_3 sice zlepšují lámavost třísek, ale zároveň zvyšují opotřebení nástrojů. Jako řezné materiály pro obrábění se dobře hodí tvrdokovy. Vybírat však musíte v závislosti na řezných parametrech a metodě obrábění (přerušovaný nebo hladký řez).

Hypeutektické slévárenské slitiny Al-Si (obsah Si nad 12%) se dají dobře obrábět, pokud jde o tvar třísek a dosažitelnou jakost povrchů, s tvrdokovy (TK) a polykrystalickými diamantovými nástroji (PKD). Hrubé částčky křemíku v poměrně tvrdé základní struktuře však velmi výrazně zkracují životnost oproti hypoeutektickým slévárenským slitinám.

Středová a okrajová zóna odlitých obrobků vykazují občas velmi rozdílné obráběcí vlastnosti. Pouze u eutektických slitin Al-Si nebyl tento rozdíl zjištěn.



Níže je exemplárně uvedeno několik hodnot pro různé metody použití technicky zajímavých slitin Al-Si.

Materiály	Postup	Řezný materiál	Řezná rychlost v_c [m/min]	Posuv na ostří f_z [mm/Z]	Hloubka řezu a_p [mm]
Hypo-eutektické Al slitiny (obsah Si < 12%)	Soustružení	HSS	< 400	< 0,5 ¹⁾	< 6
		TK	< 1.200	< 0,6 ¹⁾	< 6
		PKD	< 1.500	< 0,3 ¹⁾	< 1
	Frézy	HSS	< 300	α 0,3	< 6
		TK	< 700	α 0,3	< 8
		PKD	< 2.500	α 0,15	< 2,5
	Vrtání	HSS	80 ... 100	0,1 .. 0,4 ¹⁾	–
		TK	< 500	0,15 ¹⁾	–
		PKD	Méně vhodné k vrtání do plného materiálu kvůli mačkání v oblasti příčného ostří		
Hypereutektické Al slitiny (obsah Si > 12%)	Soustružení	TK	< 400	< 0,6 ¹⁾	< 4
		PKD	< 1.000	< 0,2 ¹⁾	< 0,8
	Frézy	TK	< 500	α 0,25	< 8
		PKD	< 1.500	α 0,15	< 2
	Vrtání	TK	200 ... 300	0,15 ¹⁾	–
		PKD	Méně vhodné k vrtání do plného materiálu kvůli mačkání v oblasti příčného ostří		

1) Pro soustružení a vrtání platí místo posuvu na zub hodnota posuvu f [mm]

Tabulka 1.17 Hodnoty pro obrábění různých hliníkových slitin, v závislosti na metodě

3.2 Hoříčik a hoříčikové slitiny



Obr. 1.15 Nosný díl z hoříčku

Hoříčik a jeho slitiny mají nejmenší hustotu ze všech kovových materiálů při zároveň průměrných parametrech pevnosti.

Hoříčik je výborně obrobitelný. Vysoká chemická slučivost však vyžaduje naprosto speciální ochranná opatření proti samovznícení. Vysoká afinita ke kyslíku vyžaduje navzdory ochranné vrstvě oxidů ještě preventivní opatření proti korozi. Kvůli velmi vysokému smrštění při tuhnutí (cca 4%) má hoříčik k mikroporéznosti. Slabiny se dají do značné míry

eliminovat legováním hliníkem a zinkem. Protože mangan zlepšuje odolnost proti korozi, obsahují nejdůležitější hořčíkové slitiny tyto tři přísady.

Hořčík a jeho slitiny se ve srovnání s ostatními kovy vyznačují především nízkými řeznými silami. Je však pozorováno silné adhezivní působení mezi většinou řezných materiálů a zpracovávaným materiálem, srovnatelné s obráběním nízko legovaných hliníkových slitin. Při dodržování bezpečnostních opatření proti požáru je možné obrábět hořčík za sucha s nástroji z PKD s vysokými řeznými rychlostmi ($v_c > 2\,000$ m/min). Nebezpečí přitom hrozí obzvlášť při obrábění s malými příčnými průřezy jemných, lehce zápalných odlamovacích třísek, znečišťujících pracovní prostor stroje. Nepovlakované tvrdokovy a tvrdokovy povlakované TiN se smí při řezných rychlostech $v_c > 600$ m/min používat jen při použití chladicích a mazacích kapalin. Kromě toho je nutné vybírat nástroje s dostatečně velkým úhlem hřbetu.

Níže jsou uvedeny některé exemplární hodnoty pro obrábění hořčíkových slitin.

Materiály	Postup	Řezný materiál	Řezná rychlost v_c [m/min]	Posuv na ostří f_z [mm/Z] ¹⁾	Hloubka řezu a_p [mm]
Mg-slitiny	Jemné soustružení	HSS	250 ... 300	0,01 ... 0,03	0,05 ... 0,3
		TK	300 ... 500	0,01 ... 0,04	0,05 ... 0,4
		PKD	< 900	0,03 ... 0,06	0,02 ... 0,1
	Frézování stopkovou frézou	HSS	200 ... 260	0,03 ... 0,01	–
		TK	400 ... 800	0,02 ... 0,1	–
		PKD	4.000	0,15	–
	Vrtání	HSS	140	0,36 ... 0,8	–
		TK	200 ... 600	0,03 ... 0,16	–

1) Pro soustružení a vrtání platí místo posuvu na zub hodnota posuvu f [mm]

Tabulka 1.18 Hodnoty pro obrábění různých hořčíkových slitin, v závislosti na metodě



Obr. 1.16 Nosná část PKD nože z titanu
pro blistr pilku

3.3 Titan a titanové slitiny

Titan spojuje vysokou pevnost s nízkou hustotou a vynikající odolností proti korozi. Této kombinaci vlastností vděčí titan se svými slitinami navzdory jejich vysoké ceně rozšířenému používání ve speciálních odvětvích, jako jsou např. letectví a astronautika, proudové a vysoce výkonné motory či lékařská technika.

Legovací přísady hliníku, cínu, zirkonu nebo kyslíku vylepšují hexagonální strukturu (**α -slitina** - mírně tvářitelná za studena, pro použití za vysokých teplot, např. v proudových motorech); přísady vanadu, chromu, molybdenu a železa

zase vylepšují krychlovou prostorově centrovanou strukturu (**β -slitina** - lepší tvářitelnost za studena, vysoká pevnost, ale při větší hustotě). Kompromisu mezi oběma strukturami se dosahuje u **dvoufázových ($\alpha+\beta$) slitin** (příklad: TiAl6V4), které se vyznačují mimořádně příznivým poměrem pevnosti a hustoty. Tyto slitiny dosahují ve vytvrzeném stavu nejlepších vlastností pevnosti.

Na rozdíl od jiných lehkých kovů zaujímá titan zvláštní postavení z hlediska **obrobitelnosti**, protože kvůli svým mechanickým a fyzikálním vlastnostem (např. nízká tepelná vodivost, nízký modul pružnosti) patří k těžce obrobitelným materiálům.

Vznikající teplo je jen v malé míře odváděno třískami a třísky mají sklon lepit se na ostří. Nástroje jsou vystaveny periodickému střídavému zatížení způsobovanému vytvářejícími se lamelovými třískami a přerušovaným tvořením třísek. Tak je při delším obrábění nutné počítat s únavovými procesy (vylamování, opotřebovávání hříbetních ploch) na ostří nástroje. Nelze také zapomínat na chladicí a mazací kapaliny.

Slučivost titanu např. s kyslíkem může vést k vzplanutí, resp. vznícení titanového prachu.

Čistý titan a α -slitiny se dají **nejlépe** a **β -slitiny nejhůř obrábět**. Především vývoj řezných materiálů zde v posledních letech vedl k výrazné změně použitelných řezných rychlostí. Pro další zvýšení rozsahu řezných rychlostí se kromě nepovlakovaných tvrdokovů typu K a P používají také povlakované tvrdokovy K (např. K10, povlakovaný TiC/TiN). Trvanlivost nástrojů závisí podstatnou měrou na řezné rychlosti a s ní souvisejícím opotřebování hříbetních ploch.



Obr. 1.17 Frézování titanu

Při **obrábění titanu** musíte věnovat pozornost následujícím bodům:

- Ostré břity s dostatečně velkým úhlem hřbetu
- Kladný úhel čela u nástrojů z HSS, spíše záporný úhel čela u fréz z TK
- Optimalizace posuvu
- Minimalizace nebezpečí vibrací, zajištění stabilních podmínek a spolehlivé upnutí obrobků
- Preferování sousledného frézování
- Používání chladicí a mazací kapaliny v závislosti na metodě obrábění
- Regulace teploty obrábění omezením otěru

Níže jsou v tabulce shrnuty některé exemplární hodnoty pro obrábění.

Materiály	Postup	Řezný materiál	Řezná rychlost v_c [m/min]	Posuv na ostří f_z [mm/Z] ¹⁾
Čistý titan (žíhaný) např. Ti 99,8 Ti 99,2 Ti 99,0	Soustružení	HSS	75 ... 30	0,13 ... 0,4 ¹⁾
		TK	170 ... 50	0,13 ... 0,5 ¹⁾
	Čelní frézování	HSS	55 ... 15	0,1 ... 0,3
		TK	180 ... 70	0,1 ... 0,4
	Vrtání	HSS	35 ... 12	0,05 ... 0,45 ¹⁾
		TK	–	–
α -slitiny (žíhané) např. Ti Mn 8, Ti Al12 Sn11 Zr5 Mo1, Ti Al6 V4 (α + β)-slitiny (žíhané) např. Ti Al7 Mo4, Ti Al6 V6 Sn2 Cu1 Fe1	Soustružení	HSS	24 ... 6	0,13 ... 0,4 ¹⁾
		TK	80 ... 15	0,13 ... 0,4 ¹⁾
	Čelní frézování	HSS	21 ... 6	0,08 ... 0,2
		TK	90 ... 25	0,1 ... 0,2
	Vrtání	HSS	14 ... 6	0,05 ... 0,40 ¹⁾
		TK	75 ... 20	0,1 ... 0,3 ¹⁾
α -slitiny (žíhané rozpouštěcím způsobem a vytvrzené) např. Ti Al6 V4, Ti Al6 Sn2 Zr4 Mo2 (α + β)-slitiny (žíhané rozpouštěcím způsobem a vytvrzené) např. Ti Al5 Sn2 Zr2 Mo4 Cr4, Ti Al8 Mo1 V1	Soustružení	HSS	20 ... 9	0,13 ... 0,4 ¹⁾
		TK	60 ... 12	0,13 ... 0,4 ¹⁾
	Čelní frézování	HSS	17 ... 6	0,05 ... 0,15
		TK	50 ... 20	0,1 ... 0,2
	Vrtání	HSS	9 ... 6	0,025 ... 0,25 ¹⁾
		TK	75 ... 20	0,1 ... 0,3 ¹⁾
β -slitiny (žíhané nebo žíhané rozpouštěcím způsobem) např. Ti V8 Cr6 Mo4 Zr4 Al3, Ti V8 Fe5 Al1	Soustružení	HSS	12 ... 8	0,13 ... 0,4 ¹⁾
		TK	50 ... 15	0,13 ... 0,4 ¹⁾
	Čelní frézování	HSS	12 ... 6	0,08 ... 0,18
		TK	40 ... 20	0,1 ... 0,2
	Vrtání	HSS	8	0,025 ... 0,20 ¹⁾
		TK	–	–
β -slitiny (žíhané rozpouštěcím způsobem a vytvrzené) např. Ti Cr11 Mo7,5 Al3,5 Ti V8 Fe5 Al1	Soustružení	HSS	10 ... 8	0,13 ... 0,4 ¹⁾
		TK	35 ... 12	0,13 ... 0,4 ¹⁾
	Čelní frézování	HSS	9 ... 6	0,05 ... 0,15
		TK	30 ... 15	0,1 ... 0,2
	Vrtání	HSS	6	0,025 ... 0,15 ¹⁾
		TK	–	–

¹⁾ Pro soustružení a vrtání platí místo posuvu na zub hodnota posuvu f [mm]

Tabulka 1.19 Hodnoty pro obrábění různých titanových slitin, v závislosti na metodě



Obr. 1.18 Součástky z mosazi a alpacky

3.4 Měď a měděné slitiny

Pevnost mědi se dá značně zvýšit přidáním malého množství legovacích přísad. To se provádí vytvářením směsných krystalů (stříbro, arsen) nebo vytvrzováním (chrom, zirkon, kadmium, železo nebo fosfor).

Více než 37% zinku ve složení slitin mědi a zinku (**mosaz**) způsobuje pokles houževnatosti slitiny při zároveň rostoucí tvrdosti. To je výhodné pro

třískové obrábění, protože se vytvářejí kratší třísky.

Alpaky jsou slitiny mědi a zinku, v nichž byla část mědi nahrazena niklem. Přísada niklu způsobuje bílou barvu, podobnou stříbru. Technické alpakové slitiny obsahují podíl Ni 10 až 25%. Alpakové slitiny obsahující olovo, které vykazují lepší vlastnosti pevnosti než mosazi obsahující olovo, se používají v jemné mechanice a pro výrobu rýsovacích pomůcek.

Klasické **bronz** jsou slitiny mědi a cínu s obsahem cínu maximálně 8,5%. U slévárenských slitin se dosahuje zvýšení pevnosti přidáním cínu až do 14%. U odlitků, především ve strojírenství, je nezbytné eliminovat křehkou strukturu s jejími nepříznivými účinky na houževnatost materiálu tepelným zpracováním.

Jako **červený bronz** se označují bronz, které kromě cínu obsahují navíc ještě zinek a olovo. Používají se pro korozně namáhané součástky strojů a přístroje či pánve ložisek.

Jako **speciální bronz** se označují slitiny mědi a hliníku, manganu nebo křemíku, popřípadě kombinace těchto prvků. V současnosti se příhodně označují jako měděné slitiny.

Čistá měď je kvůli své velké houževnatosti a vysoké tvářitelnosti **špatně obrobitelná**. Slitiny s prvky Zn, Sn, Al a Si mají většinou příznivý tvar třísky. Obrobitelnost slitin s prvky Pb, Se a Te je srovnatelná s automatovou ocelí (viz *tabulka 1.13*). V *tabulce 1.20* jsou uvedeny exemplární hodnoty pro obrábění.



Obr. 1.19 Součásti armatury

Postup	Řezný materiál	Řezná rychlost v_c [m/min]	Posuv na ostří f_z [mm/Z] ¹⁾	Hloubka řezu a_p [mm]
Soustružení	HSS	30 ... 80	0,2 ... 0,45 ¹⁾	0,6 ... 4
	TK	200 ... 1.000	0,2 ... 0,45 ¹⁾	0,6 ... 4
Frézy	HSS	40 ... 80	0,05 ... 0,2	0,6 ... 4
	TK	120 ... 1.200	0,05 ... 0,2	0,6 ... 4
Vrtání	HSS	50 ... 140	0,1 ... 0,4 ¹⁾	–
	TK	80 ... 300	0,1 ... 0,4 ¹⁾	–

¹⁾ Pro soustružení a vrtání platí místo posuvu na zub hodnoty posuvu f [mm]

Tabulka 1.20 Hodnoty pro obrábění měděných slitin, v závislosti na metodě

3.5 Slitiny na bázi niklu





Slitina **NiCr20** je **základem** pro různé **tepelně odolné** slitiny. Přidáním chromu se zvyšuje teplota tavení a zlepšuje odolnost proti tvorbě okujů.

Žárovzdorné slitiny na této bázi (viz též kapitola "Materiály", odstavec 1, Materiálová skupina 13.3) obsahují přísady titanu a hliníku. Díky Ti a Al jsou tyto slitiny vytvrzovatelné. Podobné slitiny umožňují kvůli přestárnutí materiálu jen omezenou dobu používání ve vysokých teplotách (je nutné speciální monitorování). Tepelná odolnost se dá zvýšit přidáním kobaltu. Dalšími legovacími přísadami jsou molybden a wolfram.

Do niklových slitin **odolných proti korozi** se přidávají přísady chromu, molybdenu a mědi. Tyto slitiny předčí v chemické odolnosti i odolnost proti korozi austenitických ocelí. Niklové slitiny odolné proti korozi se zpracovávají téměř výhradně ve výrobě přístrojů pro chemický průmysl.

Tabulka 1.21 udává rozdělení slitin na bázi niklu a také příklady hodnot pro obrábění soustružením a frézováním.



<div>  Stupeň obtížnosti obrábění  </div>										
Tvářecí slitiny / slévárenské slitiny									Slévárenské slitiny	
	Slitina Ni-Cu		Slitina Ni-(Cr)-Mo Nevytvzovatelné Slitina Ni-Fe-Cr, resp. slitina Ni-Cr-Fe		Vytvzovatelné Slitina Ni-Fe-Cr, resp. slitina Ni-Cr-Fe, resp. slitina Ni-Cr-Co				Speciální slitiny (žárovzdorné slévárenské slitiny)	
Příklady										
	Monell 400 Monell 401 Monell 404 Monell R 405		Hastelloy B Hastelloy X Incoloy 804 Incoloy 825 Inconel 600 Inconel 601		Incoloy 901 Incoloy 903 Inconel 718 Inconel X-750 Nimonic 80 Waspaloy		Nimonic 90 Nimonic 95 Rene 41 Udimet 500 Udimet 700 Astralloy		IN-100 Inconel 713 C Mar – M 200 Nimocast 739	
Orientační hodnoty										
	žíhané		žíhané		žíhané		žíhané rozpuštěním postupem		lité, vytvzené	
Soustružení										
Řezný materiál	HSS	TK ²⁾	HSS	TK ²⁾	HSS	TK ²⁾	HSS	TK ²⁾	HSS	TK ²⁾
v_c [m/min]	30	105	6 ... 8	30 ... 35	6 ... 8	24 ... 30	3,6 ... 5	21 ... 24	3,5 ... 5	11 ... 18
f_z [mm/Z] ¹⁾	0,18	0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13	0,13
a_p [mm]	1	1	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5
Frézování stopkovou frézou										
Řezný materiál	HSS	TK	HSS	TK	HSS	TK	TK	TK	HSS	TK
v_c [m/min]	15 ... 17	46 ... 50	5 ... 6	18 ... 20	3,6 ... 6	14 ... 15	3,6 ... 6	14 ... 15	2 ... 3,6	8 ... 15
f_z [mm/Z]	0,03 0,07 ³⁾	0,03 0,07 ³⁾	0,03 0,06 ³⁾	0,03 0,04 ³⁾	0,03 0,06 ³⁾	0,04 0,05 ³⁾	0,03 0,06 ³⁾	0,04 0,05 ³⁾	0,01 0,05 ³⁾	0,03 0,04 ³⁾
	0,07 0,10 ⁴⁾	0,07 0,10 ⁴⁾	0,06 0,07 ⁴⁾	0,03 0,04 ⁴⁾	0,05 0,07 ⁴⁾	0,05 0,06 ⁴⁾	0,05 0,07 ⁴⁾	0,05 0,06 ⁴⁾	0,05 0,07 ³⁾	0,03 0,05 ⁴⁾
a_e [mm]	d/2 - d/4		d/2 - d/4		d/2 - d/4		d/2 - d/4		d/2 - d/4	
1)	Pro soustružení platí místo posuvu na zub hodnota posuvu f [mm]									
2)	Tvrdokov typu K									
3)	Platí při průměru frézy 10 až 18 mm									
4)	Platí při průměru frézy 25 až 50 mm									

Tabulka 1.21 Rozdělení slitin na bázi niklu a hodnoty pro obrábění

Principiálně patří **slitiny na bázi niklu** k **těžko obrobitelným** materiálům. U **vytvrzovatelných slitin** se musí obrábění načisto provádět ve vytvrzeném stavu. **Slévárenské slitiny** jsou kvůli své hrubě zrnité struktuře a nízké mezní pevnosti zrna těžko obrobitelné. Pokud jde o jakost povrchu, způsobují zde vytržené částčky kovu a mezikrystalické trhliny často potíže.

Slitiny na bázi niklu vyžadují kvůli vysokým teplotám řezu obrábění optimalizovanými **nástroji** s ostrými hranami, většinou z tvrdokovu nebo keramiky. Vzhledem k tomu, že tyto slitiny při třískovém obrábění často silně mažou a kvůli poměrně nízkým možným řezným rychlostem mají sklon k tvorbě nárustků, musí nástroje disponovat relativně velkým úhlem čela γ (cca 5° až 15°) a dostatečným úhlem hřbetu α (6° až 10°).

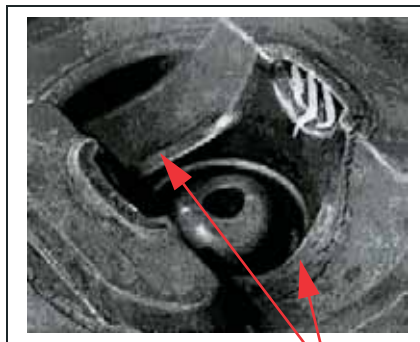
3.6 Slitiny na bázi kobaltu

Slitiny na bázi kobaltu se pro svou dobrou tepelnou odolnost a odolnost proti tvorbě okují používají jako konstrukční materiály cca do 950°C . Kvůli omezeným zdrojům kobaltu směřuje trend k používání slitin na bázi niklu, neobsahujících či obsahujících kobalt (jako např. Nimonic), např. pro výrobu hnacích agregátů.

Slitiny na bázi kobaltu (**stelity**) se dnes používají v mnoha průmyslových odvětvích k povlakování povrchů vysoce namáhaných součástek (např. u kovacích zápustek). Nejdůležitějšími legujícími prvky jsou kromě železa a až 1% uhlíku jiné vysokotavitelné kovy jako chrom, nikl, wolfram, tantal a niob.

Srovnávací údaje o **obrobitelnosti** slitin na bázi kobaltu jsou k dispozici pouze v omezené míře. Obecně však platí, že tyto slitiny musí být pokud možno třískově obráběny ve vytvrzeném stavu, resp. nevytvrzovatelné slitiny ve stavu taženém za studena.

Jako řezné materiály se většinou používají tvrdokovy typu K. Pro obrábění stellitu získává kvůli možným vyšším řezným rychlostem na významu používání CBN. Soustružení je zde při stejné životnosti možné s třikrát vyššími řeznými rychlostmi. Při frézování je kvůli uklidnění chodu nutné pracovat se šikmозubými nástroji. Při vrtání je faseta vrtáku kvůli vysokému zatížení nástroje v oblasti příčného ostří jen poloviční než u běžných vrtáků. Je třeba provádět speciální broušení (např. křížové). Obrobitelnost těchto slitin mimořádně podporují chladicí a mazací oleje. Je nutné eliminovat tření kvůli zpevnění za studena, které je s ním spojeno.



Obr. 1.20
Kovací zápustka s ochrannou vrstvou proti
otěru (steliit) na vysoce namáhaných
hranách



Níže je uvedeno několik příkladů hodnot pro třískové obrábění slitin na bázi kobaltu v závislosti na metodě.

Postup	Řezný materiál	Řezná rychlost v_c [m/min]	Posuv na řezná f_z [mm/Z] ¹⁾	Hloubka řezu a_p [mm]	Chladicí a mazací kapalina
Soustružení	HSS	3 ... 8	0,1 ... 0,3	0,2 ... 2,0	Emulze nebo Chladicí a mazací olej obsahující síru
	TK ²⁾	8 ... 15	0,1 ... 0,3		
	CBN	15 ... 30	0,1 ... 0,3		
Frézy	HSS	7 ... 3	0,1 ... 0,2		
	TK ²⁾	12 ... 7	0,1 ... 0,2		
	CBN	20 ... 10	0,1 ... 0,2		
Vrtání	TK ²⁾	6 ... 3	0,05 ... 0,12	–	Chladicí a mazací olej obsahující síru

1) Pro soustružení a vrtání platí místo posuvu na zub hodnoty posuvu f [mm]

2) Tvrdkov typu K

Tabulka 1.22 Hodnoty pro obrábění slitin na bázi kobaltu, v závislosti na metodě

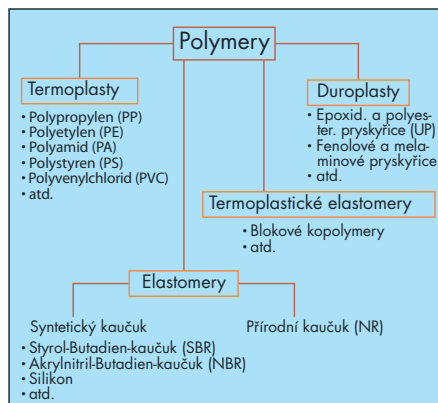
4 Plasty

4.1 Rozdělení plastů

Plasty se rozdělují podle svého složení, z něho vyplývajících vlastností a chování při zahřívání.

V zásadě rozlišujeme tři typické způsoby chování plastů:

- Termoplastické chování (plast se při zvýšení teploty stává plastickým - termoplasty nebo plastomery),
- Duroplastické chování (plast se při zvýšení teploty rozkládá, aniž by se předtím stal plastickým - duroplasty)
- Elastomerní chování (plast má již při pokojové teplotě gumově elastické vlastnosti - elastomery).



Obr. 1.21 Přehled polymerů

4.2 Termoplasty

Termoplasty se vyskytují jako amorfni a částečně krystalické polymery. Skládají se z lineárních nebo rozvětvených makromolekul, při zahřívání opakovatelně měknou až do roztavení a při ochlazení se zpevňují. Termoplasty jsou svařitelné. Polotovary z tvrdých termoplastů mohou být do značné míry tvarovány za tepla. Podle oblasti použití se termoplasty dělí na:

- tzv. masivní plasty jako např.
- polyetylen (PE), polystyren (PS), polyvinylchlorid tvrdý nebo měkký (PVC-H, PVC-W), polypropylen (PP) a polykarbonát (PC),
- technické plasty jako např. polyamidy (PA), polyoxymetylen (POM) a na
- vysoce výkonné polymery jako např. polyaryletherketon (PAEK)

Dalšími důležitými termoplasty jsou např. ještě polymethylmetakrylát (PMMA - akrylové sklo, plexisklo) a polytetrafluoretylen (PTFE - teflon).



Obr. 1.22 Část čerpadla

4.3 Duroplasty

Když se duroplasty zahřejí, mění se jen nepatrně jejich mechanické vlastnosti. Tyto plasty jsou před zpracováním nezesíťované (většinou tekuté) a tvrdnou při zahřívání nebo přidání vytvrzovacího prostředku ve svém konečném tvaru. Potom jsou mimořádně odolné proti teplu a chemikáliím a nelze je již plasticky tvarovat. Tento proces není opakovatelný. Jsou tvrdší a křehčí než termoplasty.

Duroplasty nejsou svařitelné, vytvrzené nejsou rozpustné v organických rozpouštědlech a některé jsou bobtnavé. Duroplastické polotovary jsou na jednu stranu k dispozici jako "formovací hmoty" pro zpracování tavením a následným tepelným vytvrzením a na druhou stranu existují jako tekuté "reaktivní" nebo "licí" pryskyřice, které mohou být zpracovávány a katalyticky vytvrzovány při pokojové teplotě.

Mezi duroplasty patří:

- fenolové pryskyřice (PF), aminové pryskyřice
- polyuretanové pryskyřice (PUR)
- epoxidové pryskyřice (EP), často zesílené skelnými vlákny a zpracované na sklolamináty (GFK, viz. odstavec 4.6.1, kapitola "Materiály").
- nenasycené polyesterové pryskyřice (UP) - licí pryskyřice

4.4 Elastomery

Elastomery jsou plasty, které se vyznačují vysokou elasticitou v širokém rozsahu teplot. V závislosti na druhu jsou více či méně pružné jako tvrdá nebo měkká pryž. Po protažení se elastomerní plasty vracejí téměř úplně do svého původního stavu a také na původní délku.



Elastomery se obvykle zpracovávají před zesítním v plastickém stavu přidáním vulkanizačního činidla nebo urychlovače zesítní. Příklady jsou:

- přírodní kaučuk (NR)
- chloroprenový kaučuk (CR)
- akrylnitril-butadien-kaučuk (NBR)
- etylen-propylen terpolymer (EPDM)
- styrol-butadien-kaučuk (SBR)

4.5 Termoplastické elastomery (TPE)

Termoplastické elastomery jsou termoplasticky zpracované polymery s elastomerními vlastnostmi. Nejsou chemicky zesítněny. TPE jsou většinou blokové kopolymery s "tvrdými" a "měkkými" oblastmi. Nad teplotou, která je dána jejich chemickým složením, jsou tyto polymery termoplasticky tekuté.

4.6 Lamináty (FVK)

Jako kompozitní materiály (lamináty) se označují látky skládající se z několika jednotlivých materiálů, které byly spojeny do jednoho. Tím se spojují žádoucí vlastnosti jednotlivých materiálů v jedné látce.

Látka, která ve spojení způsobuje zvýšení pevnosti či tvrdosti, se nazývá zpevňovací složka nebo zpevňovací materiál, zatímco látku, která zajišťuje soudržnost materiálu, označujeme jako pojivo nebo matrici. Pokud se zpevňovací složka skládá z vláken, hovoříme o laminátech.

Zpevněním se zvyšuje pevnost, tuhost a tvrdost kompozitních materiálů. Kromě toho je možné v závislosti na kombinaci složek změnit také další vlastnosti, např. tepelnou a elektrickou vodivost, tepelnou odolnost a odolnost proti otěru. Zpevňující působení vláken a mechanické vlastnosti kompozitního materiálu jsou dány jednak délkou, průměrem a chemickým složením vláken a jednak jejich množstvím a polohou.

Pro použití jako materiál matrice se hodí všechny dobře tekuté termoplasty a duroplasty, včetně elastomerů a emulzí. Z termoplastů se kromě PC, PS a PE používají převážně polypropylen (PP) a polyamid (PA). Z duroplastů se kvůli vynikajícím mechanickým a elektrickým vlastnostem, ale i kvůli velmi příznivým vlastnostem zesítnění používají především epoxidové pryskyřice (EP), ale také polyesterové, silikonové či vinylesterové pryskyřice.

Velká výhoda laminátů spočívá v tom, že lze vhodným vložením vláken do matrice vždy vytvořit materiál, speciálně určený pro potřeby uživatele. Kromě skla, klasického vláknitého materiálu, se do základního polymeru přidávají především srovnatelně nákladná uhlíková vlákna.

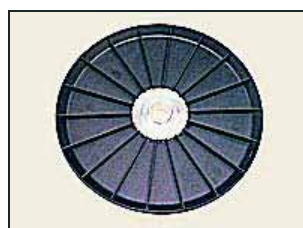
4.6.1 Sklolamináty (GFK)

Sklolamináty se většinou skládají z duroplastů, polyesterové nebo epoxidové pryskyřice, a skelných vláken. Protože se s jednotlivými skelnými vlákny těžko manipuluje (malá tloušťka), zpracovávají se jako prameny (Rovings) nebo jako tkanina, síť nebo rouna. Během výroby tvarových dílů je plast tekutý a později se vytvrzuje.

Vlastnosti sklolaminátů jsou dány použitou pryskyřicí a typem skelných vláken, podílem skelných vláken na celkovém objemu a jejich uspořádáním. Pevnost se zvyšuje s rostoucím obsahem vláken a s jejich uspořádáním do jednoho směru.

Typ zpevnění	Obsah skla [hmot. %]	Modul pružnosti [N/mm ²]
Síť ze skelného hedvábí	25	6000
	35	8000
	45	10000
Tkanina ze skelného hedvábí	45	12000
	55	16000
	65	20000
Pramen ze skelného hedvábí	75	40000

Tabulka 1.23 Závislost modulu pružnosti na obsahu skla a typu zpevnění u sklolaminátových polyesterových pryskyřic



Obr. 1.23 Podložka z CFK



4.6.2 Plasty zpevněné uhlíkovým vláknem (CFK)

Součástky z plastů zpevněných uhlíkovým vláknem se skládají z vysoce tvrdých a teplotně stabilních vláken na bázi uhlíku, která určují jejich pevnost (zpevňovací složka) a jsou vložena do duktilní matrice s nízkou tepelnou pevností. Různá uhlíková vlákna přitom mohou být spojena nejrůznějšími způsoby s příslušnou polymerovou matricí. To dává velké množství kombinací materiálů, které mají zčásti dost odlišné vlastnosti. Tyto materiály se označují souhrnným názvem plasty zpevněné uhlíkovým vláknem (CFK).

Pro pokud možno efektivní využití vynikajícího profilu vlastností se dnes zpravidla používají uhlíková vlákna ve formě nekonečných vláken při objemovém podílu vláken 50 až 65 procent.

Plasty zpevněné uhlíkovým vláknem se v první řadě používají v leteckém průmyslu (např. výtuhy či brzdové klapky) nebo také ve strojírenství, je-li třeba vyhovět různým speciálním požadavkům, např. na snížení setrvačnosti či na dobré vlastnosti tlumení (vysoce dynamické komponenty strojů). Jako další oblast využití těchto materiálů můžeme jmenovat sportovní náčiní a vybavení pro volný čas (např. tenisové rakety, surfy, rámy jízdních kol).

4.7 Identifikace, vlastnosti a označení plastů

Identifikace plastů na základě vnějších znaků je podstatně obtížnější než u kovů. Kovy se vyznačují svou charakteristickou barvou, kterou plasty kvůli možnosti přidávání různých barev nemají.

V následujícím přehledu jsou uvedeny některé identifikační znaky plastů.

Zkratka	Označení	Některé obchodní a značkové názvy	Vzhled	Mechanické vlastnosti	Posouzení chování při hoření		Zápach plyných zplodin
					Hořlavost	Typ a barva plamene	
Termoplasty							
PA PA 6PA 66	Polyamid	Nylon, grilon, grilamid, akulon, ultramid, trogamid, vestamid	Mléčně bílý	Tvrdý, pevný, houževnatý	Těžko zápalné, praskají, odkapávají, tvoří vlákna, po zapálení dál hoří	Namodralý, žlutý okraj	Spálený roh
PC	Polykarbonát	Macrolon, lexan, plastokarbon			Čadivý, hoří v plameni, mimo plamen zhasínají	Zářivý	Fenol
PE	Polyetylen	Ertalen, hostalen, lupolen	Mléčný, průhledný	Roztažitelný a pružný	Při hoření odkapávají	Žlutý s modrým vnitřkem	Parafín
PMMA	Polymet ymetak rylát	Plexisklo, perspex, diakon, lucit	Bezbarvý, čirý jako sklo	Pevný, nerozbitný	Praskají, po zapálení dál hoří	Zářivý	Ovocný, nasládlý
POM	Polyoxy metyl	Delrin, ertacetal, polytyd			Hoří, kapou, po zapálení dál hoří	Světle modrý	Pronikavý po formaldehydu

Tabulka 1.24 Identifikační znaky plastů

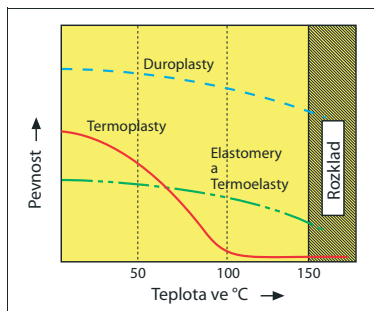
Zkratka	Označení	Některé obchodní a značkové názvy	Vzhled	Mechanické vlastnosti	Posouzení chování při hoření	Hořlavost	Typ a barva plamene	Zápach plyných zplodin
PTFE	Polytetrafluorethylen	Teflon, hostafion, fluon	Mléčně bílý, neprůhled.	Pevný a houževnatý		zuhelnatělý		Pronikavý
PP	Polypropylen	Hostalen PP, vestolen, luparen			Při hoření odkapávají, po zapálení dál hoří		Žlutý s modrým vnitřkem	Parafín
PS	Polystyren	Trolitul, styron, styropor	Bezbarvý, čirý jako sklo	Tvrдый a křehký	Silně čadivý (vločkování)		Žlutě zářivý a plápolající	Styrol, nasládlý
PVC	Polyvinylchlorid	Vestolit měkký, měkký mipolam, soflex, hostalit, vinnal, vinoflex	Kalný, průhledný, bezbarvý	Tvrдый a pevný	Čadivý		Žlutě zářivý	Pronikavý po kyselině solné
Duroplasty								
EP	Epoxidové pryskyřice	Araldit, grilonit, epikot, trolon	Bezbarvý, průhledný až nažloutlý	Tvrдый a houževnatý	Čadivý, po zapálení dál hoří		Žlutý	Nedefinovatelný, závislý na vytvářecím prostředku
MF	Melaminformaldehyd	Madurit, melan, supraplas			Zuhelnatělý, bílé okraje, velmi těžko zápalný, resp. hoří v plameni, mimo plamen zhasíná		Zhasíná	Zápach po rybách či připáleném mléku
PF	Fenolové pryskyřice, aminové pryskyřice	Bakelit, durofen, novolak	Nažloutlý až hnědý	Tvrдый, rozbitný	Čadivý, velmi těžko zápalný, resp. hoří v plameni, mimo plamen zhasíná		Zhasíná	Fenol
PUR	Zesílené polyuretany	Vulkolan, cantilan, maltop	Bezbarvý, průhledný až nažloutlý	Houževnatý až gumově elastický	Pění, po zapálení dál hoří		Zářivě žlutý	Pronikavý
UP	Nenasycený polyester	Leguval, vestopal, artrit, acrest	Nažloutlý až hnědý	Tvrдый, rozbitný	Čadivý, po zapálení dál hoří		Zářivě žlutý	Styrol, ostrý

Tabulka 1.24 Identifikační znaky plastů



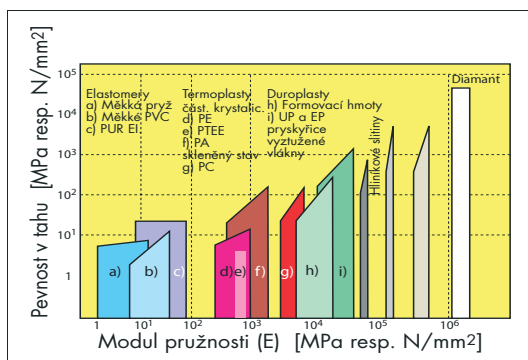
Podle chování při působení tepla můžeme rozlišovat mezi duroplasty a termoplasty. Duroplasty nemění teplem obvykle své vlastnosti. Termoplasty naproti tomu mění své mechanické vlastnosti, měknou a začínají téct, většinou dlouho předtím, než se začnou rozkládat.

Následující graf znázorňuje změny pevnosti plastů při zahřívání.



Obr. 1.24 Změna pevnosti plastů při zahřívání

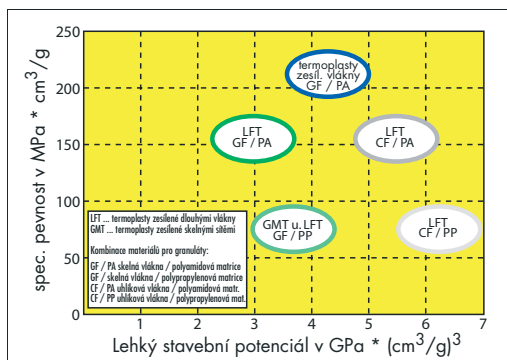
Obr. 1.25 znázorňuje přehled pevnosti a tuhosti různých kovových materiálů a plastů. Vezmeme-li v úvahu číselné hodnoty modulu pružnosti, je vidět, že se zde plasty ještě nepříznivěji ořezávají než u pevnosti. Jejich modul pružnosti leží např. hluboko pod úrovní hliníku. Kvůli nízkému modulu pružnosti je nutné obzvlášť tam, kde dochází k namáhání ohýbáním a lámáním, počítat s podstatně většími deformacemi než u kovů.



Obr. 1.25 Pevnost a tuhost různých materiálů

V mnoha případech však nedostatek tuhosti, resp. z něho vyplývající deformovatelnost nehraje žádnou vážnou roli. Plasty odolávají vysoké deformační práci a vykazují proto dobré tlumivé vlastnosti (tlumení u plastů je 9- až 10-krát větší než u kovů). To je rozhodující např. pro snížení hluku při chodu pohybujících se součástek (např. ozubených kol).

Kvůli různé orientaci vláken ve výliscích je možné jen do určité míry vzájemně porovnávat mechanické parametry. V následujícím přehledu (obr. 1.26) je uvedena specifická pevnost v závislosti na lehkém konstrukčním potenciálu, který se určuje jako podíl modulu pružnosti a třetí mocniny hustoty. Při srovnatelné specifické pevnosti je možné výrazně zvýšit lehký konstrukční potenciál změnou použitých vláken.



Obr. 1.26 Uspořádání různých lisovacích hmot podle specifické pevnosti a lehkého konstrukčního potenciálu

4.8 Obrobitelnost plastů

4.8.1 Obrobitelnost termoplastů a duroplastů

Plasty jsou v porovnání s kovovými materiály velice dobře obrobitelné. Z materiálových vlastností plastů však plynou určité zvláštnosti, které jsou popsány níže.

Kvůli špatné tepelné vodivosti a poměrně nízkým teplotám tavení většiny plastů je třeba dávat pozor, aby při obrábění vznikalo a bylo přenášeno na zpracovávaný obrobek co možná nejméně tepla. Pro eliminaci následků nadměrného tepelného namáhání plastu (změna barvy, natavení povrchu, křivení) je nutné dodržovat obzvláště následující kritéria:

- Ostří nástrojů musí být vždy bezvadná a dobře naostřená
- Úhel hřbetu musí být dostatečně velký, aby na obrobek vždy doléhalo pouze ostří a nedocházelo ke tření (viz. též tabulka 1.24)
- Je nutné se postarat o dobrý odvod třísek, aby nedocházelo k zadržování tepla.
- Chladicí kapaliny sice zpravidla nejsou zapotřebí, ale při velkém uvolňování tepla a pro odvod třísek (např. při vrtání či řezání závitů) se používají. [13] Přitom je možné používat běžné chladicí kapaliny nebo vrtací emulze. U plastů, které mají sklon ke vzniku trhlin způsobených pnutí, jako je např. PC, je nutné používat k chlazení spíše vodu nebo stlačený vzduch.

Pokud jde o používané stroje, je výhodné vyrábět přířezy, lišty a dlouhé profily, resp. provádět hrubé třískové obrábění na dřevoobráběcích strojích. Při výrobě frézovaných a soustružených součástí se osvědčily obráběcí stroje pro obrábění lehkých kovů.



Jako řezné materiály se dobře hodí běžné komerční vyměnitelné břitové destičky z tvrdkovu a obráběcí nástroje z HSS. Poměrně nízká tvrdost neklade žádné zvláštní nároky na kvalitu řezného materiálu. Je možné beze změny používat stejnou geometrii ostří jako při obrábění kovů či dřeva. Opotřebování řezných hran je za těchto podmínek sotva patrné a životnost je tedy prakticky neomezená.

Vznikající řezné síly jsou podstatně nižší než při třískovém obrábění kovů. Díky tomu postačují také nižší upínací síly. Příliš velké upínací síly vedou často k deformacím obrobků (obzvlášť u tenkostěnných součástek).

Obráběcí tolerance pro obrobky z termoplastických plastů jsou podstatně větší, než se používají pro kovové součástky. Příčiny lze hledat v podstatně vyšších součinitelích tepelné roztažnosti plastů, změnách objemu následkem pohlcování vlhkosti a v deformacích, k nimž dochází uvolněním vnitřního pnutí během obrábění.

	Soustru- žení	Frézo- vání	Vrtání	Řezání			
				Pásové pily		Kotoučové pily	
Řezný materiál	SS	SS	SS	SS	TK	SS	TK
Úhel hřbetu α [°]	5 ... 15	5 ... 15	3 ... 10	30 ... 40	10 ... 15	30... 40	10... 15
Úhel čela γ [°]	0 ... 10	10 ... 15	3 ... 5	0 ... 8		5 ... 8	0 ... 5
Úhel nastavení soustružnického nože κ_r [°]	45 ... 60	–	–	–		–	
Vrcholový úhel vrtáku σ [°]	–	–	60...90 (110)	–		–	
Rozteč zubů T [mm]	–	–	–	2 ... 8			
Řezná rychlost v_c [m/min]	200 ... 500	400 ... 800	50 ... 100	50 ... 500		1000 ... 3000	
Posuv [mm/ot.]	0,1 ... 0,5 ¹⁾	0,05 ²⁾	0,1 ... 0,5	–		–	

1) ... Hloubka řezu a_p až 6 mm

2) ... Posuv na ostří [mm/Z]

Tabulka 1.25 Geometrie nástrojů, řezné rychlosti a posuvy při třískovém obrábění plastů

Řezání závitů je bez potíží možné s běžnými nástroji. Nesmí se překročit úhel čela 0° . Otáčky závitů se však mohou při častém povolování šroubů poškodit. Pro zřídka uvolňované spoje se osvědčily závitořezné šrouby (ne šrouby do plechu).

4.8.2 Obrobitelnost laminátů (FVK)

Jako typické obráběcí práce v oblasti laminátů musíme jmenovat především dokončovací obrábění a vytváření funkčních ploch. Kvůli velkému počtu možných kombinací vláken a matrice v souvislosti s ovlivňujícími faktory kompozitního materiálu je zpravidla možné uvažovat jednotlivé aspekty třískového obrábění jedině v kombinaci s příslušnou variantou materiálu.

Na rozdíl od duroplastů, které až do své teploty rozkladu zůstávají v pevném stavu, měknou termoplasty od teploty 200°C . Tím dále klesá již tak dost nízká teplotní zatížitelnost matrice. Kromě toho se může natavený materiál matrice lepit k ostří nástroje, což zvyšuje jeho opotřebení.

Ve srovnání s tkaninami je obrábění laminátů, které jsou zpevněny vláknitou sítí, jednodušší. Zatímco při zpevňování pomocí sítí je třeba překonat pouze pevnost vláken v tahu a ohybu, u tkanin působí textilní struktura jako další zpevňující prvek. Pro třískové obrábění laminátů jsou proto zapotřebí řezné materiály, které mají vysoký odpor vůči brusnému otěru. Mezi tyto řezné materiály patří kromě tvrdokovů (typ S) ještě kubický nitrid boru (CBN) a polykrystalický diamant (PKD) - viz též kapitola "Základy".

Tvrdokovy sice vykazují vysokou pružnost, pokud jde o geometrii nástrojů, a jejich výroba je cenově příznivá, ale jejich životnost při obrábění laminátů je mnohem kratší než životnost polykrystalického diamantu. Podstatně vyšší tvrdost a tepelná vodivost PKD v porovnání s tvrdokovem a kubickým nitridem boru upřednostňuje pro obrábění laminátů tento řezný materiál. Kvůli srovnatelně vysokým pořizovacím nákladům na PKD nabízejí alternativu také nástroje z tvrdokovu, povlakované diamantem.

Pokud jde o opotřebení, dochází především k opotřebení hříbetních ploch a zaoblení ostří a při použití nepovlakovaného tvrdokovu v menší míře také k vymílání (viz též kapitola "Základy"). Nepovlakovaný tvrdokov se v důsledku vysokého brusného zatížení silně opotřebovává na hříbetní ploše, čímž se zvětšuje třecí plocha mezi obrobkem a nástrojem. To vede k růstu teploty třískového obrábění a k rozkladu plastové matrice. Diamantem povlakované a diamantové nástroje se opotřebovávají na zaobleních ostří a mikroskopickým vylamováním až k porušení břitů velkoplošným odloupnutím.

Pokud jde o jemnou geometrii ostří, je třeba dávat pozor na malou zubatost břitů a malý poloměr řezných hran. Kvůli výrazné charakteristice křehkého lomu skelných a uhlíkových vláken mohou být geometrie nástrojů zhruba podobné jako u nástrojů používaných k obrábění kovů (viz též tabulka 1.25).

Při frézování součástek z vyrovnaných dlouhých vláken je nutné používat dvoubřité frézy s velmi ostrými břity, protože pouze s takovými nástroji lze dosáhnout čistého oddělení vláken. Jako příznivé úhly nástroje se osvědčily úhel břitů β cca 75° při úhlu čela γ 0° . Zmenšení úhlu čela a tedy i ostřejší řez přináší pouze krátkodobou výhodu, proti které však hovoří větší opotřebení.



Řezné síly jsou ve srovnání s kovovými materiály velmi nízké. Existuje však silná závislost jakosti obrábění na orientaci vláken. Zásadně musíme upozornit na potížené způsobované materiálem při obrábění plastů zpevněných uhlíkovým vláknem, k nimž dochází v důsledku nehomogenit ve struktuře materiálu a vysoké abrazivity uhlíkových vláken. To vede k výrazně odlišnému chování při třískovém obrábění než u kovů. U uhlíkových vláken je obrobiteľnosť ovlivňovaná krehkým, supertvrdým lomovým chováním.

	Soustru- žení	Frézování	Vrtání	Řezání	
				Pásové pily	Kotoučové pily
Řezný materiál	TK / PKD	TK / PKD	TK / PKD	TK / PKD	TK / PKD
Úhel hřbetu α [°]	5 ... 10	5 ... 10	6 ... 8	25 ... 40	10 ... 15
Úhel čela γ [°]	10 ... 15	5 ... 15	6 ... 10	0 ... 8	0 ... 15
Úhel nastavení soustružnického nože κ_r [°]	45 ... 60	–	–	–	–
Vrcholový úhel vrtáku σ [°]	–	–	90 ... 120	–	–
Rozteč zubů T [mm]	–	–	–	4 ... 6	8 ... 25
Řezná rychlost v_c [m/min]	... 400	1000 ... 1500	100 ... 120	300	1000 ... 3000
Posuv [mm/ot.]	0,05 ... 0,5 ¹⁾	0,05 ²⁾	0,1 ... 0,3	–	–
Upozornění: Všechny hodnoty jsou zde uvedeny pouze jako orientační. Existuje silná závislost parametrů obrábění na typu a orientaci vláken.					
1) ... Hloubka řezu a_p až 10 mm					
2) ... Posuv na ostří [mm/Z]					

Tabulka 1.26 Geometrie nástrojů, řezné rychlosti a posuvy pro lamináty

5 Hodnocení vlastností na základě zkoušky tvrdosti materiálů

Hodnoty tvrdosti se u všech metod udávají jako čisté číselné hodnoty bez jednotek. Místo měrné jednotky je za číslem uvedena zkratka zkušební metody. V některých případech jsou hodnoty tvrdosti opatřeny jednotkou N/mm^2 . Tento způsob zápisu neodpovídá běžně používaným metodám zkoušení tvrdosti podle norem DIN.

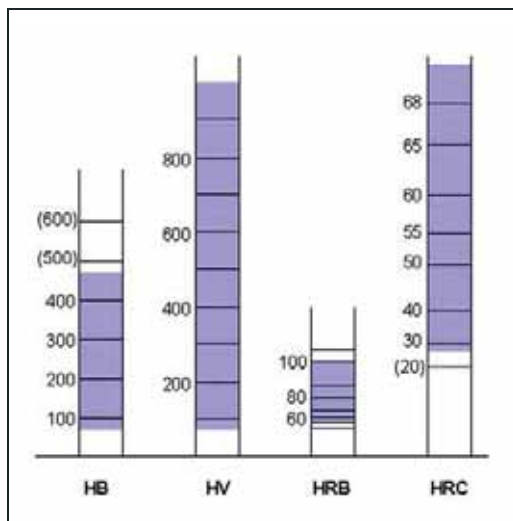
5.1 Zkouška tvrdosti kovů

5.1.1 Statická metoda zkoušení tvrdosti

Ve statické metodě se zkušební síla aplikuje bez nárazů a po určitou dobu působí na vzorek. Po uvolnění se měří zanechaný vtisk.

Označení	Norma	Zkratka	Popis	Použití
Měření plochy vtisku				
BRINELLOVA metoda	DIN EN ISO 6506-1	HB	Určení průměru vtisku na kouli z tvrdokovu	Pouze pro měkké materiály, Hodnoty tvrdosti maximálně 450 HB
VICKERSOVA metoda	DIN ISO 4516, DIN EN ISO 6507-1	HV	Určení čtvercové plochy vtisku na diamantovém jehlanu	Univerzálně použitelné, Pro měkké a velmi tvrdé materiály, tenké součástky a vrstvy Hodnoty tvrdosti mezi 3 HV (např. olovo), 1800 HV (tvrdokov) a 3599 HV (CBN)
Měření hloubky otisku				
ROCKWELLOVA metoda B	DIN EN ISO 6508-1	HRB	Určení hloubky otisku v kouli z tvrdokovu	Pro materiály střední tvrdosti, jako jsou např. oceli s nízkým obsahem uhlíku nebo mosaz Hodnoty tvrdosti mezi 35 HRB a 100 HRB
ROCKWELLOVA metoda C		HRC	Určení hloubky otisku v diamantovém kuželu	Převážně pro kalené a popuštěné oceli nejrozšířenější při zkouškách rovnoměrnosti tepelného zpracování přípustné hodnoty mezi 20 HRC a 70 HRC

Tabulka 1.27 Metoda zkoušení tvrdosti kovů podle DIN



Obr. 1.27 Srovnání hodnot tvrdosti podle DIN 50

5.1.2 Srovnání hodnot tvrdosti

Přesně srovnatelné jsou pouze hodnoty tvrdosti, které byly zjištěny stejnou metodou za stejných podmínek. Porovnání hodnot tvrdosti z různých metod je eventuálně přípustné jen pro podobné materiály. Na obr. 1.27 porovnány stupnice hodnot ze 4 užívaných metod. Tento graf platí pro oceli a odpovídá srovnávacím tabulkám tvrdosti podle norem DIN.

Norma DIN 50 150 stanovuje pro ocel také odhad pevnosti v tahu na základě Vickersovy tvrdosti. U materiálů s hodnotami tvrdosti mezi 80 a 650 HV je pevnost v tahu R_m (v N/mm^2) v průměru:

$$R_m = c \cdot \text{HV (oder HB)}$$

(rov. 1.2)

Faktor c pro odhad pevnosti v tahu R_m je většinou navržený:

- $c \approx 3,5$ pro ocel
- $c \approx 5,5$ pro Cu a slitiny Cu žíhané
- $c \approx 4,0$ pro Cu a slitiny Cu tvářené za studena
- $c \approx 3,7$ pro Al a slitiny Al

5.2 Zkouška tvrdosti plastů

Nejdůležitější zkoušky tvrdosti u plastů se stejně jako u kovů týkají stanovení tuhosti při vtláčování. Přitom jsou zkoušky používané u plastů odvozeny z těch, které byly původně vyvinuty pro kovy.

5.2.1 Tuhost koule při vlačování u tvrdých plastů

Plasty mají ve srovnání s kovy výraznou viskoelastickou deformační složku. Když se vnikací těleso uvolní, vrací se elastická část deformace okamžitě a viskoelastická část zvolna zpět. Proto také naměřená hloubka vtisku (resp. z ní vypočítaná hodnota

tvrdostí) závisí nejen na době zatížení, ale také na časovém intervalu, který uplynul od uvolnění.

U plastů je proto lepší na určitou dobu zatížit vnikací těleso a pak pod zatížením změřit celkovou (elastickou, viskoelastickou a viskózní) hloubku vtisku. Na tomto principu se určuje rovněž modifikovaná Rockwellova tvrdost α stejně jako běžná tuhost koule při vtláčování (DIN 53456).

Pamatujte si, že výsledky zkušebních metod, u nichž se měří celkový vtisk (Rockwellova tvrdost α , tuhost koule při vtisku), nelze porovnávat s výsledky, jejichž základem je zanechaný vtisk (Rockwellova, Brinellova či Vickersova tvrdost). Přitom se jedná o dvě zásadně rozdílné zkušební metody.

V následující tabulce je uvedena tuhost koule při vtláčování pro různé termoplastické a duroplastické plasty. Pro srovnání je zde uvedena také Brinellova tvrdost některých kovů.

GARANT-Materiálová skupina	Značka	Plast	Tuhost koule při vtláčování [N/mm ²]
Termoplasty			
21.0	PA 6/6	Polyamid	60 až 80
	PE o nízké hustotě	Polyetylen	14 až 20
	PE o vysoké hustotě	Polyetylen	18 až 30
	PP	Polypropylen	65 až 80
	PS	Polystyren	110
	PVC tvrdé	Polyvinylchlorid	120
Duroplasty			
21.1	EP	Epoxidová pryskyřice	150 až 180
	PF (výlisky)	Fenolová pryskyřice	130
	UP	Polyesterová pryskyřice	130 až 200
Kovy			
17.0	Hliníkové slitiny		900 až 1100
19.1 a 19.2	Mosaz		700 až 1400
19.3 až 19.6	Bronz		600 až 1800
15.0 až 15.3	Litiny		1400 až 2400
10.0 až 10.2	Kalená ocel		1300 až 2500

Tabulka 1.28 Tuhost koule při vtláčování pro různé plasty a kovy



5.2.2 Shoreova tvrdost u měkkých plastů

U změkčených plastů a plastů podobných pryži se běžně používá jednoduchá, ale nepřiliš přesná Shoreova zkouška tvrdosti (DIN 53505), která využívá jako vnikací těleso ocelový kolík (tvar A, C nebo D). Hloubka otisku se měří na číselníkovém úchylkoměru (jednotky Shoreovy tvrdosti od nuly = žádný odpor, tzn. maximální vtisk, do sta = velmi vysoký odpor, tzn. žádný otisk).

Přesný přepoččet a přiřazení hodnot naměřených různými zkušebními metodami a stupnic tvrdosti nejsou možné. V následující tabulce je však pro orientaci uveden srovnávací přehled hodnot tvrdosti.

Shoreova tvrdost, tvar A (komolý kužel) DIN 53505	Shoreova tvrdost, tvar C (komolý kužel) DIN 53505	Shoreova tvrdost, tvar D (vrchol kužele) DIN 53505	Rockwelova tvrdost α Tvar B ASTM D 785	Tuhost koule při vřtačování [N/mm ²] DIN 53456
Především pro měkké plasty	Pro měkké, ale relativně tužší plasty, obzvlášť pro další diferenciaci tvrdosti		Především pro tvrdé plasty	
40	–	–	–	–
45	–	–	–	–
50	–	–	–	–
55	–	–	–	–
60	–	–	–	–
65	–	17	–	–
70	36	22	–	–
75	43	28	–	–
80	50	30	–	4,8
85	57	34	–	6
90	65	38	–	8,5
–	70	43	–	11
93	75	48	–	13
–	80	51	–	15
–	85	53	–	18,5
–	90	55	–	20
–	–	57	–	25
–	–	59	46	30
–	–	61	–	35
–	95	64	–	40
–	–	67	–	45

Shoreova tvrdost, tvar A (komolý kužel) DIN 53505	Shoreova tvrdost, tvar C (komolý kužel) DIN 53505	Shoreova tvrdost, tvar D (vrchol kužele) DIN 53505	Rockwellova tvrdost α Tvar B ASTM D 785	Tuhost koule při vtláčování [N/mm ²] DIN 53456
Především pro měkké plasty	Pro měkké, ale relativně tužší plasty, obzvlášť pro další diferenciaci tvrdosti		Především pro tvrdé plasty	
–	–	71	85	50
–	–	74	88	60
–	–	77	90	70
–	–	80	93	80
–	–	83	96	90
–	–	86	97	100
–	–	90	100	120
–	–	–	103	140
–	–	–	106	160
–	–	–	109	180
–	–	–	113	200
–	–	–	117	220
–	–	–	122	240

Tabulka 1.29 Porovnání hodnot tvrdosti



Obsah

1	Obrobitelnost	94
1.1	Postupy při tvoření třísek	94
1.1.1	Model tvoření třísek	94
1.1.2	Pěchování třísky	95
1.1.3	Typy třísek	96
1.1.4	Tvary třísek	97
1.1.5	Tvorba nárustků	100
1.2	Opotřebení nástrojů	101
1.2.1	Příčiny opotřebení	101
1.2.2	Formy opotřebení	102
1.2.2.1	Opotřebení hřbetní plochy	102
1.2.2.2	Vymílání	103
1.2.2.3	Plastická deformace	104
1.2.2.4	Vytváření vrubů	104
1.2.2.5	Vytváření hřebenových trhlin	105
1.2.2.6	Prasknutí ostří	106
1.3	Parametry trvanlivosti - životnost	107
1.3.1	Graf životnosti a rovnice	107
1.3.2	Faktory ovlivňující životnost	109
1.4	Síla třískového obrábění a výkonová kritéria	112
1.4.1	Síla třískového obrábění	112
1.4.1.1	Složky síly třískového obrábění	112
1.4.1.2	Řezná síla a specifická řezná síla	114
1.4.1.3	Faktory ovlivňující řeznou sílu a specifickou řeznou sílu	119
1.4.1.4	Axiální a radiální složka řezné síly	120
1.4.2	Výkon a kroutící moment	121
1.4.3	Časový objem třísek a specifický objem třísek	122
1.4.4	Určení potřebného výkonu	123
1.5	Jakost povrchu	124
2	Moderní výrobní technologie	126
2.1	Vysokorychlostní obrábění (HSC)	127
2.1.1	Definice a potenciály	127
2.1.2	Procesové požadavky	128
2.2	Obrábění s vysokým výkonem (HPC)	130
2.2.1	Stanovení cíle obrábění s vysokým výkonem	130
2.2.2	Obrábění s vysokým výkonem na příkladu frézování	131
2.3	Obrábění nasucho	132
2.3.1	Potřeba, efekty a zvláštnosti	132
2.3.2	Nástroje vhodné pro obrábění nasucho	134
2.4	Minimální mazání	135

2.5	Obrábění tvrdých materiálů	137
2.5.1	Zvláštnosti, požadavky a potenciály	137
2.5.2	Obrábění tvrdých materiálů na příkladu frézování	138
3	Řezné materiály a povlaky	140
3.1	Rozdělení řezných materiálů	140
3.1.1	Rychlořezné oceli (HSS)	142
3.1.2	Tvrdokovy (HM nebo VHM)	143
3.1.3	Cermety	145
3.1.4	Polykrystalický kubický nitrid boru (PKB nebo CBN)	146
3.1.5	Polykrystalický diamant (PKD)	148
3.2	Povlaky	149
3.2.1	Metody potahování	149
3.2.2	Obrábění načisto	150
3.3	Přehled řezných materiálů	151





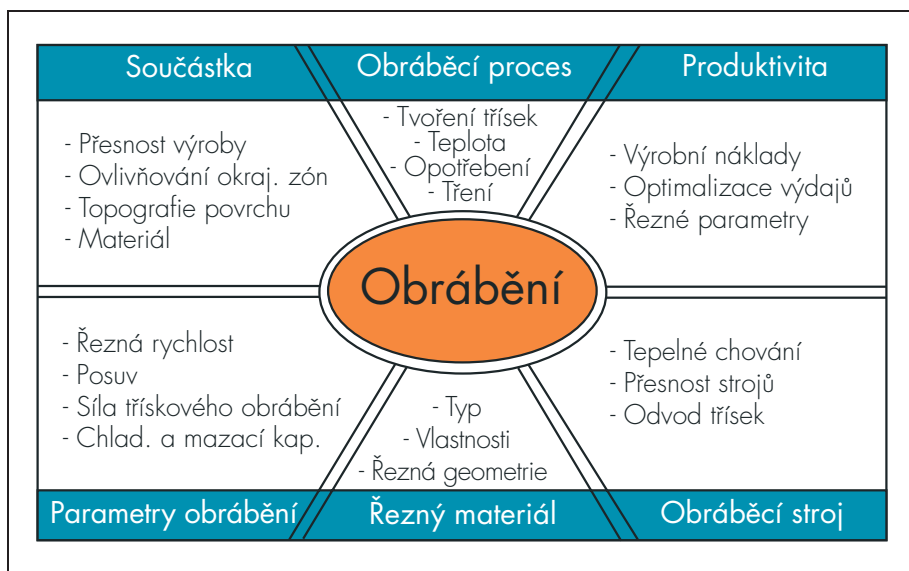
1 Obrobitelnost

Pro výsledek třískového obrábění je rozhodující řada ovlivňujících faktorů, které souvisejí se vzájemným působením obrobku, nástroje a obráběcího stroje stejně jako s procesem tvoření třísek. Některé z možných ovlivňujících faktorů jsou souhrnně znázorněny na *obr. 2.1*.

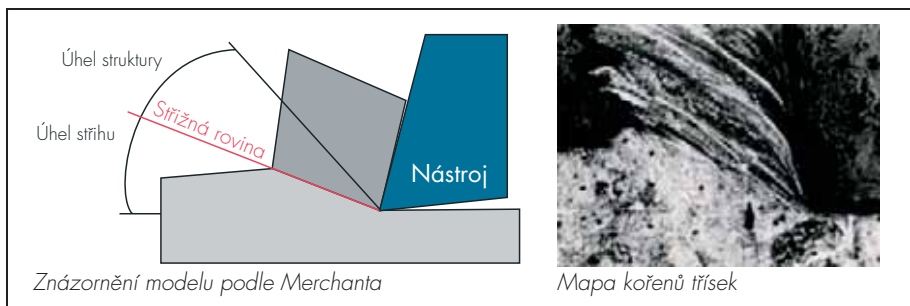
1.1 Postupy při tvoření třísek

1.1.1 Model tvoření třísek

Při **procesu tvoření třísek** vniká řezný klín do materiálu obrobku, který se tím elasticky a plasticky deformuje. Materiál je při třískovém obrábění v principu okrajován ve formě tenkých lamel. Tyto lamely kloužou v tzv. střížné rovině, která vytváří se směrem řezu nástroje úhel stříhu Φ . Během vzniku třísek mění krystaly orientaci ve směru klouzání, což je vidět ve formě strukturních linií v tzv. mapách kořenů třísek (*obr. 2.2*, vpravo). Tyto strukturní linie svírají se střížnou rovinou strukturní úhel Ψ .



Obr. 2.1 Faktory ovlivňující proces třískového obrábění



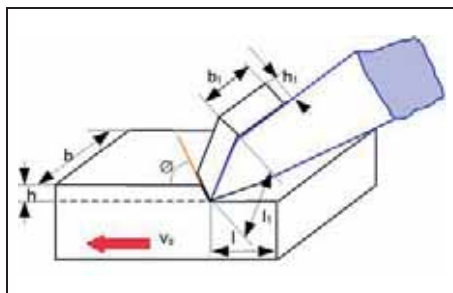
Obr. 2.2 Schématické znázornění tvoření třísek

1.1.2 Pěchování třísky

Pěchování třísky se velmi dobře hodí pro hodnocení, obzvláště pro porovnání procesů třískového obrábění, protože souvisí se všemi ostatními vlivy procesu tvoření třísek (např. řezná síla, jakost povrchu) a rovněž je ovlivňováno vlastnostmi materiálu i podmínkami třískového obrábění. Hodnota pěchování třísky proto závisí na tvárnosti materiálu a na geometrických poměrech na řezném klínu. V důsledku procesů pěchování při třískovém obrábění je tříska vyšší, širší a kratší než odpovídající veličiny třískového obrábění.

Obecně tedy platí:

Tloušťka obrábění h	<	Tloušťka třísky h_1
Šířka obrábění b	<	Šířka třísky b_1
Délka obrábění l	<	Délka třísky l_1
Průřez obrábění A	<	Průřez třísky A_1



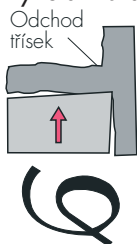
Obr. 2.3 Pěchování třísky na idealiz obdélníkové třísce



1.1.3 Typy třísek

Podle působení procesu tvoření třísek na vytvářenou třísku se rozlišují tři **typy třísek**. Jednotlivé typy třísek závisejí podstatnou měrou na materiálu a podmínkách obrábění. Typy třísek (nesmí se zaměňovat s tvary třísek - odstavec 1.1.4) se často vzájemně překrývají.

Plynulá tříska



Charakteristiky:

- souvislá
- rozdílný povrch
- spodní strana vždy hladká

Tvoření třísek:

- plynulé odcházení materiálu
- elementy třísky se neoddělují v oblasti stříhu, ale plynule deformují

Podmínky:

- houževnatý materiál při nejpříznivějších podmínkách obrábění
- (vysoká řezná rychlost, velký úhel čela)

Dělená tříska



Charakteristiky:

- jsou vidět jednotlivé nesouvislé elementy třísky
- povrch silně vroubkovaný

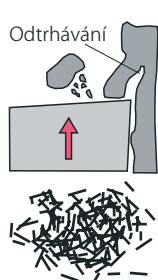
Tvoření třísek:

- třískové lamely se ve střížné rovině jen málo deformují, vzájemně oddělují, ale následně opět spojují

Podmínky:

- rušivý tvar plynulé třísky
- příčiny poruchy: nerovnosti v materiálu, vibrace, příliš malý úhel čela, velká hloubka řezu, malá řezná rychlost

Drobná tříska (lámavá)



Charakteristiky:

- jednotlivé nesouvislé elementy třísky
- drsný povrch kvůli struktuře lomu

Tvoření třísek:








- křehké materiály se vytrhávají již po malé deformaci v oblasti stříhu (např. litina, tvrzená litina, litý bronz, mosaz), u extrémně křehkých materiálů se zcela rozpádají třískové lamely

Podmínky:

- materiály s nízkým plastickým chováním
- nepříznivé podmínky obrábění


1.1.4 Tvary třísek

Tvar vznikající třísky je ovlivňován všemi faktory, které se podílejí na procesu obrábění. Tvary mohou být v principu rozděleny následujícím způsobem:

Třída	Tvar třísky	Hodnocení
1	Pásková tříška	 <p data-bbox="874 333 981 357">Nepříznivé</p> 
2	Smotaná tříška	
3	Šroubová tříška	 <p data-bbox="874 760 981 784">Uspokojivé</p> 
4	Šroubová lámavá tříška	 <p data-bbox="874 989 947 1012">Příznivé</p> 

Tabulka 2.1 Třídy tvarů třísek - pokračování na straně 98

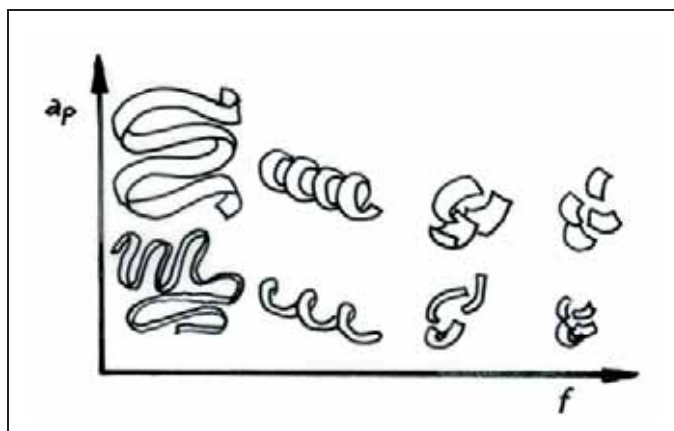


Třída	Tvar třísky	Hodnocení
5	Spirálová lámavá tříška	 <p data-bbox="874 286 949 365">Příznivé 😊</p>
6	Kousky spirálové třísky	
7	Kousky lámavé třísky	 <p data-bbox="874 710 983 788">Uspokojivé 😐</p>
8	Částečně spojeno	

Pro **průmyslovou praxi** jsou vyžadovány třísky s krátkým lomem, protože dlouhé páskové třísky představují riziko úrazu, smotané třísky mohou pokazit nástroj a obrobek a pouze u krátkých třísek je díky jejich nízké potřebě prostoru zaručen hladký odvod. Vlivy podmínek obrábění na tvar třísek jsou souhrnně popsány a znázorněny v *tabulce 2.2* a na *obr. 2.4*.

Podmínky obrábění	Vliv na tvar třísek
Řezná rychlost	S rostoucí řeznou rychlostí se zhoršuje tvar třísek v závislosti na materiálu
Posuv	S rostoucím posuvem se zlepšuje lámání třísky; vysoké posuvy ovšem vedou k horší jakosti povrchu
Hloubka řezu	žádný přímý vliv
Úhel čela	Záporný úhel čela má za následek dobré lámání třísky, ale horší jakost povrchu
Úhel nastavení	Čím větší úhel nastavení, tím lepší lámání třísky
Utvářeče třísek	Utvářeče třísek cíleně zlepšují lámání třísky (je zapotřebí je přizpůsobit procesu)

Tabulka 2.2 Vliv podmínek obrábění a geometrie ostří na tvar třísek



Obr. 2.4 Tvary třísek v závislosti na hloubce řezu (a_p) a posuvu (f)



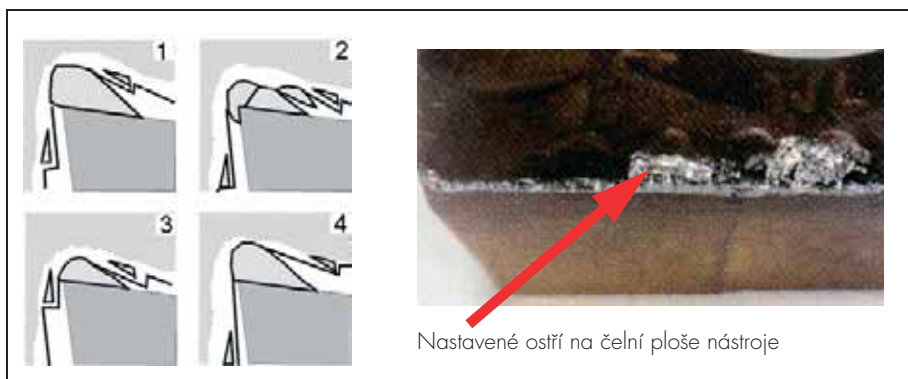
1.1.5 Tvorba nárůstků

Během tvoření třísek se silně plasticky deformují vrstvy materiálu obrobku, které po oddělení tvoří mezní vrstvu mezi čelní plochou a spodní stranou třísky. Při třískovém obrábění může za nepříznivých podmínek dojít ke svařování tlakem. Obzvláště při nízkých řezných rychlostech hrozí nebezpečí intenzivní **tvorby nárůstků**.

Nárůstky vznikají ze silně deformovaného a zpevněného materiálu obrobku, který jako slepenec přebírá úlohu řezné hrany. V závislosti na podmínkách obrábění odcházejí na spodní straně třísky z nárůstků periodicky části materiálu. To má negativní vliv na řeznou hranu nástroje (vylomení) a na obrobek (jakost povrchu, rozměrová stálost). Na *obr. 2.5* je znázorněno schéma tvorby nárůstků.

Možností jak zabránit zbytečnému tření na styčných plochách a tedy i zvýšenému zahřívání je použití optimální geometrie ostří, přizpůsobené příslušnému obráběcímu procesu, a optimálních řezných parametrů. Tvorbě nárůstků mohou zabránit především následující **opatření**:

- zvýšení řezné rychlosti
- zvětšení úhlu čela
- použití povlaků
- použití účinného chlazení



Obr. 2.5 Schéma periodické tvorby nárůstků

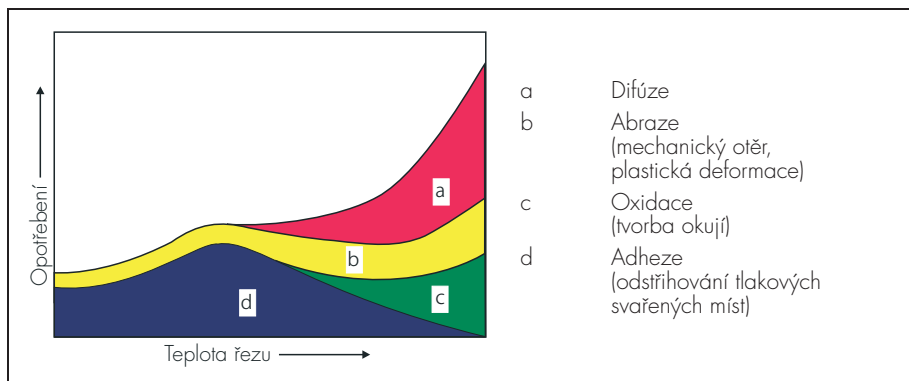
1.2 Opotřebení nástroje

1.2.1 Příčiny opotřebení

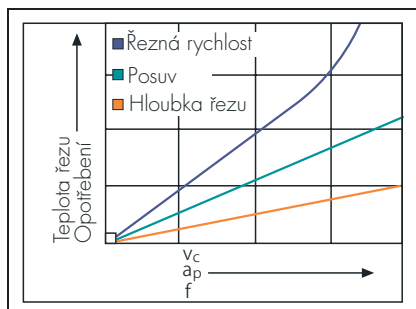
Opotřebení je způsobeno současným mechanickým a tepelným zatížením řezného klínu. Mezi nejdůležitější příčiny patří:

- mechanický otěr
- odšťihávání tlakových svařených míst
- oxidační procesy
- difúze

Při nízkých řezných rychlostech a u lehce obrobitelných materiálů dochází především k mechanickému (brusnému) opotřebení; při vyšších řezných rychlostech a u obtížněji obrobitelných materiálů hrají naproti tomu hlavní roli tepelně podmíněné příčiny opotřebení, oxidace a difúze (obr. 2.6).



Obr. 2.6 Příčiny opotřebení při třískovém obrábění (podle Viereggea)



Jak je vidět na obr. 2.7, závisí teplota dosahovaná při třískovém obrábění a opotřebení, k němuž dochází, podstatnou měrou na aktuálních podmínkách obrábění. Zvýšení řezné rychlosti, hloubky řezu, resp. posuvu se chová přímo úměrně k teplotě obrábění a opotřebení.

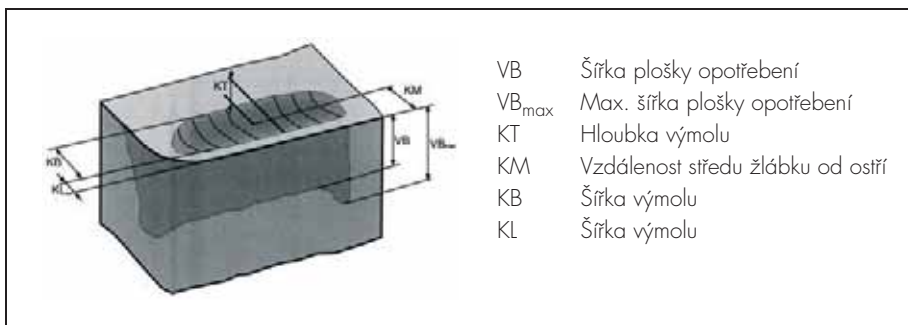
Obr. 2.7 Vliv podmínek třískového obrábění na teplotu obrábění a opotřebení



1.2.2 Formy opotřebení

Vyjádření jednotlivých forem opotřebení slouží k posuzování stavu nástroje. V principu je možné rozlišovat následující formy opotřebení:

- opotřebení hřbetní plochy
- vymílání
- plastická deformace
- vroubkování
- vylomení
- hřbenové trhliny
- prasknutí nástroje



Obr. 2.8 Veličiny opotřebení na příkladu soustružnického nože

1.2.2.1 Opotřebení hřbetní plochy

Jako **opotřebení hřbetní plochy** se označuje přibližně rovnoměrné ubývání řezného materiálu na hřbetní ploše nástroje. Opořebovaná plocha je zhruba rovnoběžná se směrem řezu a označuje se jako šířka plošky opotřebení (VB nebo VB_{max}).

Opotřebení, k němuž dochází na hřbetní ploše nástroje, způsobuje:

- nárůst řezných sil,
- zvýšené vibrace,
- rostoucí teploty,
- zhoršení jakosti povrchu,
- rozměrové nepřesnosti na obrobku.

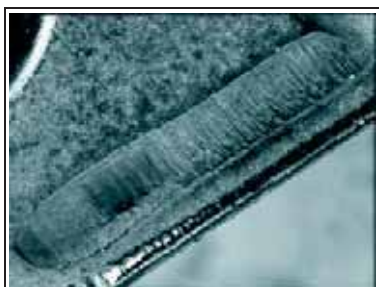


Obr. 2.9 Opotřebení hřbetní plochy

Příčina	Náprava
Příliš vysoká řezná rychlost	Snižte řeznou rychlost
Řezný materiál s nedostatečnou odolností proti otěru	Vyberte řezný materiál s vyšší odolností proti otěru, vyberte povlakovanou jakostní třídu
Nepřízpůsobený posuv (příliš nízký posuv)	Uved'te posuv do správného poměru k řezné rychlosti a hloubce řezu (zvyšte posuv)

Tabulka 2.3 Odstranění problému - nadměrné opotřebení hříbetní plochy

1.2.2.2 Vymílání



Obr. 2.10 Vymílání

Jako **vymílání** se označuje korytovité ubývání řezného materiálu na čelní ploše nástroje (difúze a abraze - viz *obr. 2.6*). Nadměrné vymílání vede k oslabení ostří, k větším deformacím třísek a následkem toho ke zvýšení řezných sil. Přitom také roste nebezpečí prasknutí ostří.

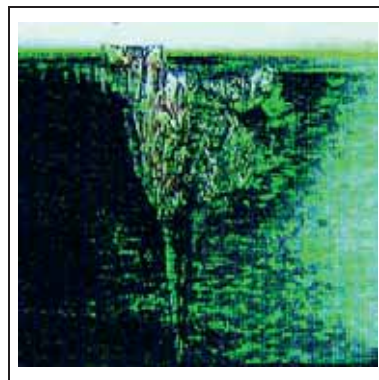
Příčina	Náprava
Příliš vysoká řezná rychlost, resp. posuv	Snižte řeznou rychlost, resp. posuv, použijte typ řezného materiálu odolnější proti opotřebení
Příliš malý úhel čela	Použijte držák nástroje a vyměnitelné břitové destičky s kladným úhlem čela
Špatně přiváděná chladicí kapalina	Zvyšte množství, resp. tlak chladicí kapaliny, postarejte se o lepší přívod na místo řezu
Řezný materiál s příliš nízkou odolností vůči opotřebení	Použijte typ odolný proti vymílání, použijte povlak

Tabulka 2.4 Odstranění problému - nadměrné vymílání



1.2.2.3 Plastická deformace

Plastická deformace nastává především v důsledku tepelného přetížení ostří. Rozhodujícím faktorem pro hodnocení řezného materiálu je přitom tvrdost za tepla.



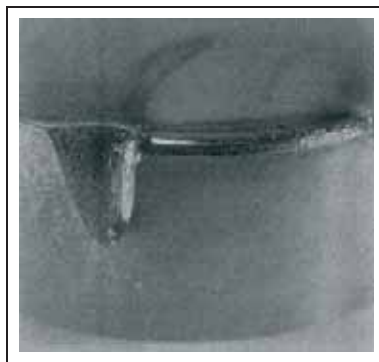
Obr. 2.11 Plastická deformace

Příčina	Náprava
Příliš vysoká provozní teplota, v důsledku toho změknutí základního materiálu kvůli příliš vysokým řezným rychlostem a posuvům stejně jako tvrdým materiálům obrobků	Snížte řeznou rychlost, použijte typy řezného materiálu odolnější proti opotřebení, zmenšete průřez třísky (obvzlášt' posuv), použijte přizpůsobené zaoblení hran, zmenšete úhel nastavení, postarejte se o chlazení
Poškození povlaku	Včas proveďte výměnu destiček

Tabulka 2.5 Odstranění problému - nadměrná plastická deformace

1.2.2.4 Vroubkování

K **vroubkování** může docházet na hlavním i na vedlejším ostří. Vede ke snížení jakosti povrchu a k riziku prasknutí ostří. Vroubkování na hlavním břitě je způsobeno mechanickými příčinami. Vroubkování vedlejšího břitě je typickým adhezním opotřebením (viz *obr. 2.6*), k němuž ale může docházet také v souvislosti s oxidačním opotřebením. Vroubkování se pak koncentruje na místě řezné hrany, kde se může dostávat vzduch do oblasti řezu.



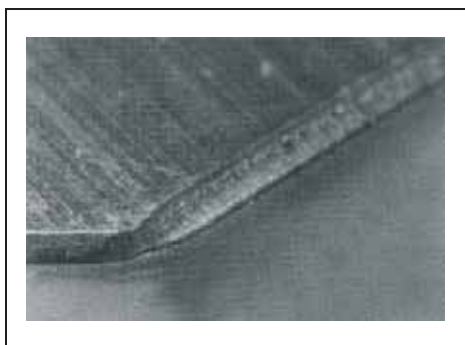
Obr. 2.12 Vroubkování

Příčina	Náprava
Oxidace Otěr	Vyberte vhodný povlak, snižte řeznou rychlost, pokud však obrábíte tepelně odolný materiál s keramickými řeznými materiály → zvýšte řeznou rychlost

Tabulka 2.6 Odstranění problému - vroubkování

1.2.2.5 Vytváření hřebenových trhlin

Tepelné trhliny (**hřebenové trhliny**) vznikají jako forma únavového opotřebení v důsledku tepelných šoků (často u křehkých řezných materiálů nebo při změně teploty). Trhliny se přitom vytvářejí kolmo k ostří, přičemž se silněji vylamují jednotlivé částčky řezného materiálu mezi trhlínami, a to může vést k náhlému prasknutí nástroje.



Obr. 2.13 Vytváření hřebenových trhlin

Příčina	Náprava
Měnící se tloušťka třísky	Vyberte rovnoměrné podmínky zásahů
Kolísající přívod chladicí a mazací kapaliny	Přivádějte chladicí kapalinu rovnoměrně a v dostatečném množství, Obzvláště u tvrdokovů a keramických řezných materiálů nepoužívejte chlazení
Přerušovaný řez	Vyberte řezný materiál s vyšší houževnatostí a lepší odolností vůči změnám teploty, Přiveďte chladicí a mazací kapalinu v dostatečném množství nebo ji vůbec nepoužívejte (u tvrdokovů)

Tabulka 2.7 Odstranění problému - vytváření hřebenových trhlin



1.2.2.6 Prasknutí ostří

Při **vylamování a prasknutí ostří** vznikají špičky mechanického přetížení, které nedovolují rovnoměrné opotřebování řezné hrany. Zapříčiňují nedostatečnou jakost povrchu. Zářezy a odlupování jednotlivých částíček jsou mimo jiné předzvěstí hrozícího prasknutí nástroje. Při mechanickém únavovém prasknutí probíhají trhliny hlavně rovnoběžně s ostřím.



Obr. 2.14 Vyštípnutí ostří

Příčina	Náprava
Příliš křehký (odolný proti otěru) typ řezného materiálu	Použijte houževnatější typ řezného materiálu, zkoste hrany ostří
Vibrace	Použijte kladný úhel čela a sklonu, použijte menší poloměr hrotu, zmenšete nepodepřenou délku držáku nástroje, zvětšete úhel nastavení, vyhýbejte se oblasti nárůstů (viz. odstavec 1.15)
Příliš slabá geometrie ostří	Vyberte ostří se silnější geometrií, větší zkosení hran, obzvlášť u keramických ostří
Nárůstek	Zvyšte řeznou rychlost, vyberte kladnou geometrii
Příliš velký posuv, resp. hloubka řezu	Zmenšete průřez třísky, především posuv, resp. hloubku řezu, použijte houževnatější typ řezného materiálu, použijte zápornou geometrii ostří, zkoste hrany ostří
Nadměrné kolísání zátěže na ostří, přerušovaný řez	Přizpůsobte řeznou rychlost a posuv, vyberte řezný materiál s vyšší houževnatostí, zkoste hrany ostří, zlepšete stabilitu, použijte zápornou geometrii ostří
Dopadání třísek	Zkoste hrany ostří, použijte zápornou geometrii ostří, změňte navádění třísek (změna posuvu, řezné rychlosti, utvářeče třísek...), použijte houževnatější typy řezného materiálu

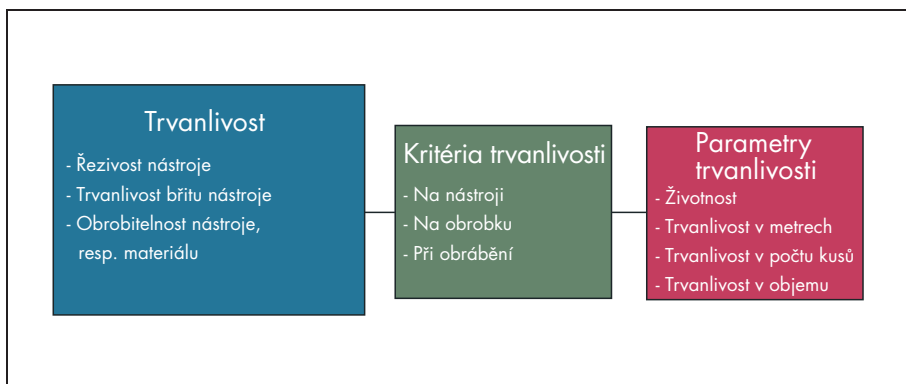
Tabulka 2.8 Odstranění problému - vylamování a prasknutí nástroje

1.3 Parametry trvanlivosti - životnost

Parametry trvanlivosti nabízejí možnost udržovat ostří nástrojů v naostřeném stavu, připraveném k použití.

Životnost jako nejvýznamnější parametr pro hodnocení obrobitelnosti materiálu udává pro ostří nástroje časový interval, během něhož může být nástroj používán v naostřeném stavu až do dosažení stanoveného kritéria trvanlivosti (bez pomocných časů). Pokud např. nejsou dodrženy požadované tolerance nebo používané ostří nedokáže dosahovat požadované jakosti povrchu, nedá se toto ostří nadále používat k tomuto účelu - je dosažen konec životnosti.

Kromě životnosti se jako parametry trvanlivosti pro hodnocení používají např. **trvanlivost v metrech** při posuzování pojezdu vrtáku či frézy nebo **trvanlivost v počtu kusů** pro automatické strojní linky, resp. obráběcí centra.



Obr. 2.15 Terminologie trvanlivosti

1.3.1 Graf životnosti a rovnice

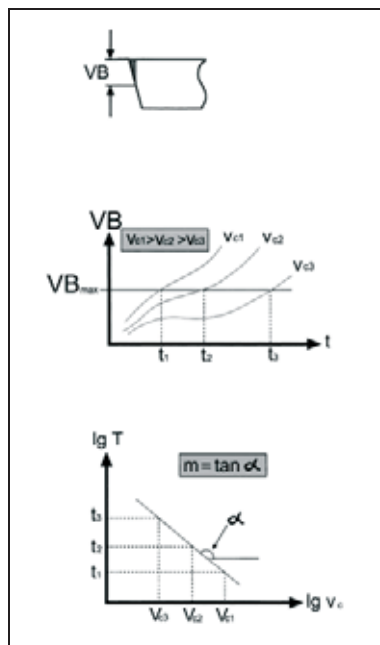
Spolehlivé a vypočítatelné životnosti jsou předpokladem pro bezpečnou výrobu. Jako podklad pro určování životností využitelných v praxi slouží **dlouhodobé testy**, které však vyžadují vysoké časové a materiálové náklady.

Krátkodobé zkoušky tyto náklady snižují, ale umožňují pouze podmíněné závěry ohledně životnosti nástroje. Používají se převážně pro vstupní kontroly materiálů a řezných materiálů nebo k monitorování obrobitelnosti.



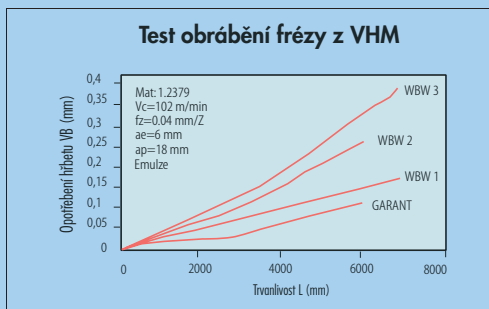
Pro zjištění životnosti se často provádějí **zkoušky životnosti**. Pro vyřazení nástroje je přitom určující jeho opotřebení. Při porovnávání hodnot opotřebení je bezpodmínečně nutné dbát na jednotné, standardizované postupy při zaznamenávání opotřebení. Poměrně dobrým a jednoduše zjištělným ukazatelem opotřebení je opotřebení hříbetní plochy, které se proto také často používá. Na *obr. 2.16* je znázorněn takový vývoj opotřebení na hříbetní ploše (VB) pro soustružení.

Z jednotlivých křivek řezné rychlosti (*obr. 2.16, uprostřed*) se např. pro konstantní šířku plošky opotřebení VB_{max} (stanovené kritérium opotřebení a životnosti) zjišťují příslušné časy t_1 až t_3 (životnosti) a zakreslují do grafu $\lg T$ - $\lg v_c$ (*obr. 2.16, dole*). Z křivek lze vyčíst příslušné přiřazené životnosti pro zvolené řezné rychlosti.



Obr. 2.16 Určování životnosti

Jako příklad je níže znázorněno opotřebení hříbetní plochy VB pro **hrubovací frézování** v závislosti na trvanlivosti v metrech L při použití různých fréz ze slinutého karbidu.



Velmi malé opotřebení



Vylomení ostří

Obr. 2.17 Obráběcí pokusy pro určení trvanlivosti v metrech

Průběh křivky se dá ve velkém rozsahu popsat přímkou, která na základě logaritmických úvah vede k tzv. Taylorově rovnici:

$$T = v_c^k \cdot C_v$$

V této rovnici znamená:

C_v Životnost T pro $v_c = 1 \text{ m/min}$ (rov. 2.1)

k Strmost přímky ($k = \tan \alpha_v$)

resp.

$$T = \frac{v_c^k}{C_T}$$

V této rovnici znamená:

C_T Řezná rychlost v_c pro $T = 1 \text{ min}$ (rov. 2.2)

příčemž $C_T = C_v \cdot (1/k)$.

Úprava rovnice s vyjádřením proměnné řezné rychlosti v_c dává v praxi rovněž používaný tvar:

$$v_c = T^{\frac{1}{k}} \cdot C_T$$

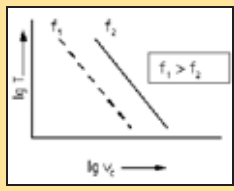
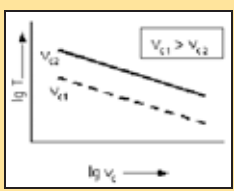
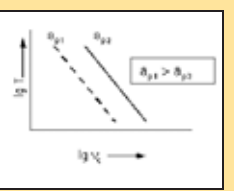
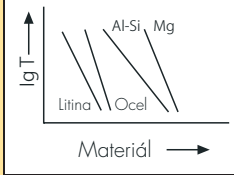
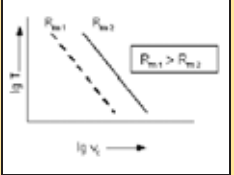
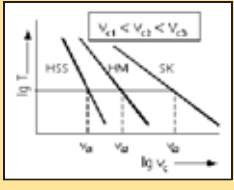
(rov. 2.3)

1.3.2 Veličiny ovlivňující životnost

Pro praktické použití je nutné znát také vlivy ostatních parametrů obrábění, jako je např. posuv, hloubka řezu, materiál a řezný materiál, a zahrnout je do svých úvah. V následující *tabulce 2.9* jsou přehledně popsány vlivy těchto veličin.

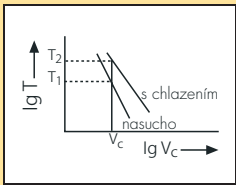
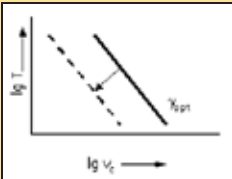
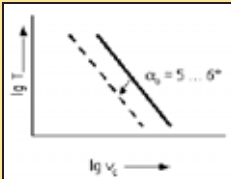
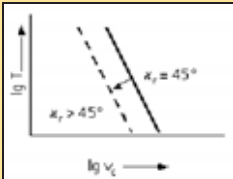
Největší vliv na životnost má řezná rychlost. Jako druhou nejvýznamnější ovlivňující veličinu musíme jmenovat posuv, jehož změny dávají v grafu životnosti rovnoběžné přímky za předpokladu, že kombinace materiálu a řezného materiálu zůstává stejná. Totéž platí také pro vliv hloubky řezu, geometrických podmínek, jako jsou úhly čela, hřbetu a nastavení a přibližně též pro vliv pomocného materiálu. Pokud se ovšem změní materiál, řezný materiál nebo kritérium opotřebení, dostaneme jiný úhel strmosti přímek životnosti.



<p>Podmínky obrábění</p>	<p>Řezná rychlost</p>  <p>Nejpoužívanější forma grafu životnosti.</p> <p>Řezná rychlost má největší vliv na životnost. S rostoucí řeznou rychlostí životnost rychle klesá.</p> <p>Konstantní veličiny: Materiál, řezný materiál, hloubka řezu, úhel čela, úhel hřbetu, úhel nastavení</p>	<p>Posuv</p>  <p>Se zvyšujícím se posuvem klesá za jinak konstantních podmínek životnost. Posuv ovlivňuje životnost silněji než hloubka řezu.</p> <p>Konstantní veličiny: Materiál, řezný materiál, hloubka řezu, úhel čela, úhel hřbetu, úhel nastavení</p>	<p>Hloubka řezu</p>  <p>Se zvyšujícím se hloubkou řezu klesá za jinak konstantních podmínek životnost.</p> <p>Konstantní veličiny: Materiál, řezný materiál, posuv, úhel čela, úhel hřbetu, úhel nastavení</p>
<p>Materiály</p>	 <p>U různých materiálových skupin se liší úhel strmosti přímek životnosti.</p>	 <p>Konstantní veličiny: Řezný materiál, posuv, hloubka řezu, úhel čela, úhel hřbetu, úhel nastavení</p>	<p>Životnost podstatnou měrou ovlivňují také struktura, tvrdost, pevnost v tahu a legující prvky. Životnost klesá za jinak stejných podmínek se zvyšujícím se podílem perlitu ve struktuře a s rostoucí tvrdostí, resp. pevností v tahu materiálu.</p>
<p>Řezný materiál</p>	 <p>Konstantní veličiny: Materiál, posuv, hloubka řezu, úhel čela, úhel hřbetu, úhel nastavení</p>	<p>Řezný materiál má dosti velký vliv na životnost.</p> <p>Graf ukazuje, že při konstantní životnosti je s rostoucí jakostí řezného materiálu možné používat vyšší řezné rychlosti. Pokud je naproti tomu řezná rychlost v určitém rozsahu udržována na konstantní úrovni, lze při zvýšené kvalitě řezného materiálu dosáhnout delší životnosti.</p> <p>Konstantní veličiny: Materiál, posuv, hloubka řezu, úhel čela, úhel hřbetu, úhel nastavení</p>	

Tabulka 2.9 Vlivy na životnost nástroje

Tabulka 2.9 Vlivy na životnost nástroje - pokračování

Řezný materiál		Chladicí a mazací kapaliny mají v závislosti na svém složení spíše mazací nebo spíše chladicí účinek. Při nízkých řezných rychlostech lze zlepšit životnost převažujícím mazáním, při vyšších řezných rychlostech pak převažujícím chlazením. Za jinak konstantních podmínek napomáhá chlazení a mazání, především u nástrojů z rychlořezné oceli k prodloužení životnosti. Konstantní veličiny: Materiál, posuv, hloubka řezu, úhel čela, úhel hřbetu, úhel nastavení Řezný materiál: Rychlořezná ocel		
Geometrie ostří Vliv	<p>Úhel čela</p> 	<p>Úhel hřbetu</p> 	<p>Úhel nastavení</p> 	<p>Životnost klesá za jinak konstantních podmínek při použití úhlů čela, které se značně liší od běžných hodnot.</p> <p>Příliš kladný úhel čela: Slabý řezný klín</p> <p>Příliš záporný úhel čela: Příliš silné vymílání</p> <p>Konstantní veličiny: Materiál, řezný materiál, posuv, hloubka řezu, úhel hřbetu, úhel nastavení</p>
		<p>Při úhlu hřbetu menším než 5° až 6° klesá životnost v důsledku vyššího tření na hřbetní ploše za jinak konstantních podmínek.</p> <p>Zvýšení úhlu hřbetu na 10° až 15° vede k oslabení řezného klínu.</p> <p>Konstantní veličiny: Materiál, řezný materiál, posuv, hloubka řezu, úhel čela, úhel nastavení</p>	<p>Čím menší je úhel nastavení, tím delší je řezná hrana pod řezem za jinak konstantních podmínek a tím delší je také životnost, a naopak.</p> <p>Konstantní veličiny: Materiál, řezný materiál, posuv, hloubka řezu, úhel čela, úhel hřbetu</p>	



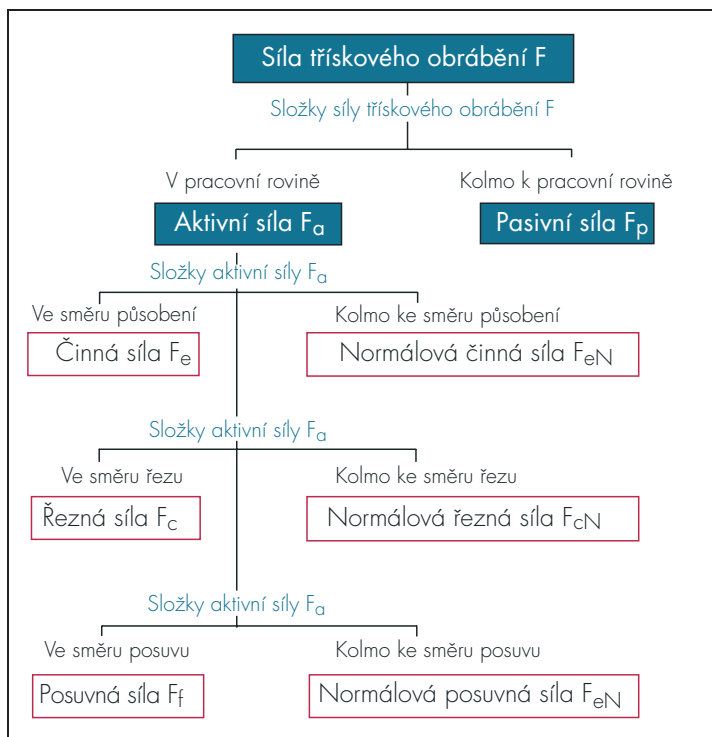
1.4 Síla třískového obrábění a výkonová kritéria

1.4.1 Síla třískového obrábění

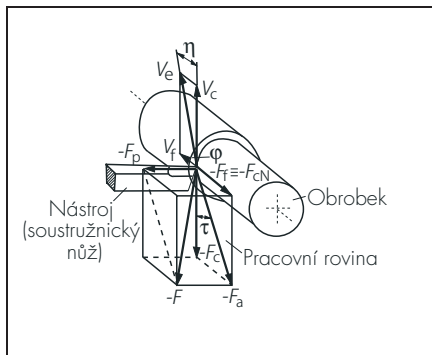
Síly při třískovém obrábění jsou uvažovány a definovány při působení na obrobek. Definice pojmů pro všechny metody třískového obrábění jsou shrnuty v normě DIN 6584.

1.4.1.1 Složky síly třískového obrábění

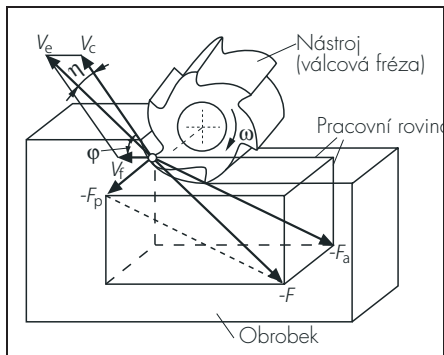
Síla třískového obrábění F je celková síla působící na obrobek. Dá se rozložit na různé složky, přičemž zvláštní význam mají složky vztažené k pracovní rovině a ke směru řezu a posuvu. Na *obr. 2.18* je v principu znázorněn rozklad síly třískového obrábění na její složky a na *obr. 2.19* a *2.20* jsou znázorněny příklady pro soustružení, resp. obvodové frézování. Přitom jsou síly brány v určitém bodě ostří. U nástrojů s více ostřími musí být síly uvažovány pro jednotlivé řezné klíny v záběru. S použitím vektorového sčítání pak mohou být opět složeny do celkové síly třískového obrábění.



Obr. 2.18
Rozklad síly
třískového obrá-
bění na její složky
podle DIN 6584



Obr. 2.19 Složky síly třískového obrábění při soustružení (směr posuvu úhel $\varphi = 90^\circ$)



Obr. 2.20 Složky síly třískového obrábění při obvodovém frézování v protiběžném chodu (úhel směru posuvu $\varphi < 90^\circ$)

Z možností rozkladu podle obr. 2.19 vyplývají různé matematické souvislosti.

Pro sílu třískového obrábění F platí:

$$F = \sqrt{F_a^2 + F_p^2}$$

(rov. 2.4)

Pomocí složek aktivní síly F_a se vytváří výkon při třískovém obrábění. Mimořádně důležitou složkou je **řezná síla F_c** (dříve též nazývaná hlavní řezná síla), která má význam pro skutečné nadzvedávání třísky a především pro výpočet výkonu stejně jako pro silové dimenzování obráběcích strojů.

Kromě toho je třeba uvést obzvlášť **axiální složku řezné síly F_f** a **radiální složku řezné síly F_p** (dříve též nazývaná odpor proti přísuvu). Znalost velikosti a směru axiální složky řezné síly je nezbytná pro zjištění výkonu potřebného k posuvu a také spolu s radiální složkou pro výpočet nástrojů a jejich upínacích zařízení.



Typ opotřebení nástroje může mít různý vliv na sílu třískového obrábění. Vymílání, které má za následek větší kladný úhel čela, vede většinou k poklesu síly třískového obrábění. Při převládajícím opotřebení hřbetní plochy naproti tomu rostou síly, protože se zvětšuje třecí plocha mezi obrobkem a hřbetní plochou. Kvantitativní informace o nárůstu síly se zvyšujícím se opotřebením nástroje může být kvůli mnoha ovlivňujícím faktorům pouze přibližná.

Jako záchytný bod pro **růst síly při opotřebení hřbetní plochy** až po šířku plošky opotřebení $VB = 0,5 \text{ mm}$ mohou být střídavě uvažovány:

Axiální složka řezné síly	$F_f \propto 90 \%$
Radiální složka řezné síly	$F_p \propto 100 \%$
Řezná síla	$F_c \propto 20 \%$

1.4.1.2 Řezná síla a specifická řezná síla

Řezná síla F_c jako tzv. "výkonová" síla je spolu s řeznou rychlostí rozhodující pro výpočet řezného, resp. hnacího výkonu obráběcího stroje. Velikost řezné síly závisí v první řadě na obráběném materiálu a působících podmínkách třískového obrábění (např. geometrie břitu či tloušťka třísky h). Proto se zjišťuje pro každou konkrétní metodu (průřezy třísek A specifické podle metody).

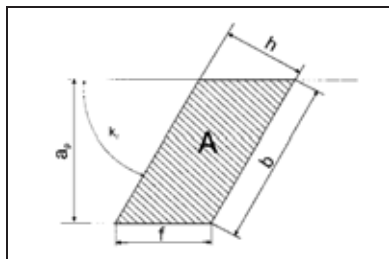
Základní rovnice řezné síly (pro každý břit) je uvedena v rov. 2.5 tak, jak byla odvozena v původním tvaru pro soustružení.

Pro řeznou sílu F_c při soustružení platí podle Kienzleho:

$$F_c = A \cdot k_c = b \cdot h \cdot k_c$$

F_c	řezná síla [N]	(rov. 2.5)
A	průřez třísky [mm^2] podle obr. 1.42	
b	šířka třísky [mm]	
h	tloušťka třísky [mm]	
k_c	specifická řezná síla [N/mm^2]	

Průřez třísky A zde vychází, jak je znázorněno na obr. 2.21 pro soustružení, z šířky třísky b a tloušťky třísky h . Během obrábění se tloušťka třísky může měnit (např. při frézování). V takovém případě se při určování řezné síly vychází z průměrné tloušťky třísky h_m (viz též kapitola "Frézování" a kapitola "Informace o sestavování vzorců").



Obr. 2.21 Rozměry na průřezu třísky při soustružení

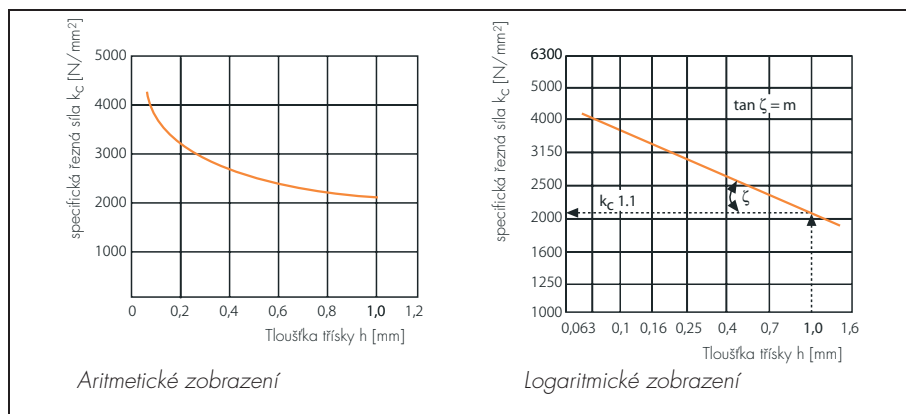
Specifická řezná síla k_c je sice rozhodující měrou ovlivňována materiálem, ale je třeba s ní pracovat jako s čistě početní veličinou, nikoli jako s parametrem materiálu. Na *obr. 1.43* je znázorněna závislost specifické řezné síly k_c na tloušťce třísky h (viz rov. 2.6 a také *tabulka 2.10* pro vybrané materiály a tloušťky třísek).

Důležitými ovlivňujícími faktory pro k_c jsou:

- Pevnost a legující složky obráběného materiálu
- Geometrie ostří nástroje

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$$

$k_{c1.1}$ Hlavní hodnota specifické řezné síly při (rov. 2.6)
 Průřez třísky $A = 1 \text{ mm}^2$ ($b = 1 \text{ mm}$, $h = 1 \text{ mm}$)
 m Nárůst tangenty úhlu strmosti ζ
 (viz. *obr. 2.22*)



Obr. 2.22 Závislost specifické řezné síly k_c na tloušťce třísky h

Hlavní hodnota specifické řezné síly $k_{c1.1}$ a nárůst m tangenty úhlu strmosti ζ jsou závislé na materiálu a byly zjištěny pro různé materiály z pokusů. Pro příslušné materiálové skupiny jsou tyto hodnoty k nalezení v kapitole "Materiály", odstavec 1. Orientační hodnoty specifické řezné síly k_c jsou obsaženy v následující *tabulce 2.10*.



Materiálová skupina	Pevnost [N/mm ²]	Materiály		Specifická řezná síla k_c [N/mm ²] v závislosti na tloušťce t [mm]											
		Č. materiálu	Označení materiálu podle normy DIN	kc1.1	m	0,05	0,06	0,1	0,16	0,3	0,4	0,5	0,8	1,6	2,5
1.0 Všeobecná konstr. ocel	do 500	1.0037	St 37-2	1.780	0,17	2.962	2.872	2.633	2.431	2.253	2.080	2.003	1.849	1.643	1.523
1.1 Všeobecná konstr. ocel	500–850	1.0050	St 50-2	1.990	0,26	4.336	4.136	3.621	3.205	2.854	2.525	2.383	2.109	1.761	1.568
		1.0060	St 60-2	2.110	0,17	3.511	3.404	3.121	2.881	2.671	2.466	2.374	2.192	1.948	1.806
		1.0070	St 70-2	2.260	0,30	5.552	5.256	4.509	3.916	3.426	2.975	2.782	2.416	1.963	1.717
2.0 Automatová ocel	do 850	1.0718	95MnPb28	1.200	0,18	1.997	1.844	1.775	1.639	1.473	1.402	1.350	1.246	1.108	1.027
3.0 Neleg. ocel k zušlechťení	do 700	1.0402	C 22	1.800	0,16	2.907	2.823	2.602	2.413	2.247	2.084	2.011	1.865	1.670	1.555
3.1 Neleg. ocel k zušlechťení	700–850	1.0501	C 35	1.516	0,27	3.404	3.240	2.823	2.486	2.204	1.942	1.828	1.610	1.335	1.184
		1.0503	C 45	1.680	0,26	3.661	3.491	3.057	2.705	2.409	2.132	2.012	1.780	1.487	1.324
		1.1191	Cl 45	2.220	0,14	3.377	3.292	3.064	2.869	2.696	2.524	2.446	2.290	2.079	1.953
3.2 Neleg. ocel k zušlechťení	850–1000	1.1221	Cl 60	2.130	0,18	3.652	3.534	3.224	2.962	2.734	2.512	2.413	2.217	1.957	1.806
4.1 Legovaná ocel k zušlechťení	1000–1200	1.7218	25CrMo4	2.070	0,25	4.378	4.182	3.681	3.273	2.927	2.603	2.462	2.189	1.841	1.646
5.0 Neleg. oementač. ocel	do 750	1.7225	42CrMo4	2.500	0,26	5.448	5.195	4.549	4.026	3.585	3.173	2.994	2.649	2.212	1.970
		1.0401	C 15	1.820	0,22	3.518	3.380	3.020	2.724	2.469	2.226	2.120	1.912	1.641	1.488
		1.5919	15CrNi6	1.380	0,30	3.390	2.944	2.753	2.391	1.980	1.817	1.699	1.476	1.199	1.048
6.0 Leg. cementační ocel	do 1000	1.7131	16MnCr5	2.100	0,26	4.576	4.364	3.821	3.382	3.011	2.665	2.515	2.225	1.858	1.655
6.1 Leg. cementační ocel	nad 1000	1.7147	20MnCr5	2.140	0,25	4.526	4.324	3.806	3.384	3.026	2.691	2.545	2.263	1.903	1.702
7.0 Nítridační ocel	do 1000	1.7262	15CrMo5	2.290	0,17	3.811	3.694	3.387	3.127	2.899	2.676	2.576	2.379	2.114	1.960
		1.8507	34CrAlMo5	1.740	0,26	3.792	3.616	3.166	2.802	2.495	2.208	2.084	1.844	1.540	1.371
		1.1730	C45W	1.680	0,26	3.661	3.491	3.057	2.705	2.409	2.132	2.012	1.780	1.487	1.324
8.0 Nástrojová ocel	do 850	1.2067	100Cr6	1.410	0,39	4.535	3.776	3.461	2.881	2.255	2.016	1.848	1.538	1.174	986
8.1 Nástrojová ocel	850–1100	1.2312	40CrMnMoS8-6	1.800	0,27	4.042	3.847	3.352	2.952	2.617	2.305	2.170	1.912	1.585	1.405
		1.2842	90MnCrV	2.300	0,21	4.315	4.153	3.730	3.380	3.077	2.788	2.660	2.410	2.084	1.897
8.2 Nástrojová ocel	nad 1100	1.2080	X210Cr12	1.820	0,26	3.966	3.782	3.312	2.931	2.610	2.310	2.179	1.929	1.611	1.434

Tabulka 2.10 Orientační hodnoty specifické řezné síly k_c

[illegible]



Hodnoty specifické řezné síly uvedené v *tabulce 2.10* se přitom vztahují k následujícím parametrům:

- Řezný materiál: Tvrdokov
- Řezná rychlost $v_c = 100$ m/min
- Úhel čela $\gamma = 6^\circ$ (výjimka u litých materiálů: $\gamma = -6^\circ$)
- Úhel nastavení $\kappa = 45^\circ$
- Pracovně ostrý břit

Při odchylkách od uvedených podmínek třískového obrábění jsou zapotřebí **korekční faktory** pro výpočet řezné síly F_c .

To platí především pro následující parametry:

- Oprava úhlu čela K_γ
- Oprava řezné rychlosti K_v
- Oprava řezného materiálu K_{Sch}
- Oprava opotřebení K_{Ver}

$$F_c = b \cdot h \cdot k_c \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{Sch} \cdot K_{Ver}$$

(rov. 2.7)

Korekční faktory pro výpočet řezné síly můžete nalézt v *tabulce 2.11*.

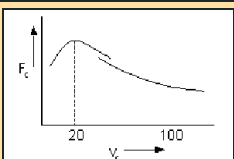
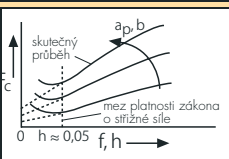
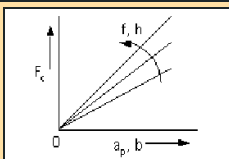
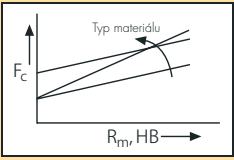
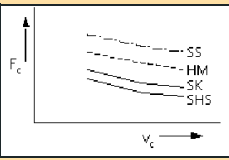
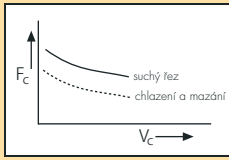
	Výpočet / rozsah hodnot	Poznámka
K_γ	$K_\gamma = 1 - \frac{\gamma - \gamma_k}{66,7^\circ}$ (rov. 1.9)	γ skutečně existující úhel čela γ_k pro obrábění oceli: 6° pro obrábění litiny: 2°
K_v	při $v_c > 80$ m/min zanedbatelná	Ostří z tvrdokovu
	1, 1,5	Ostří z HSS
K_{Sch}	1	Tvrdokov
	0,95 ... 0,9	Řezná keramika
K_{Ver}	1	Pracovně ostrý nástroj
	1,3 ... 1,5	Opotřebovaný nástroj

Tabulka 2.11 Určení korekčních hodnot pro výpočet řezné síly

1.4.1.3 Faktory ovlivňující řeznou sílu a specifickou řeznou sílu

Velikost síly třískového obrábění slouží k posuzování obrábitelnosti, protože při obrábění těžko obrábitelných materiálů vznikají také větší síly. V tabulce 2.12 jsou shrnuty ovlivňující faktory.

Tyto ovlivňující faktory působí stejnou měrou na specifickou řeznou sílu k_c . Pokud jde o vliv posuvu, resp. tloušťky třísky a hloubky řezu, resp. šířky třísky na specifickou řeznou sílu, platí ovšem úplně jiné souvislosti. V oboru platnosti zákona řezné síly ($h = 0,05 \dots 2,5$ mm) klesá specifická řezná síla s rostoucím posuvem, resp. tloušťkou třísky (viz obr. 2.22). Vliv hloubky řezu, resp. šířky třísky může být považován za přibližně konstantní.

Třískové obrábění - podmínky	Řezná rychlost	Posuv	Hloubka řezu
	 <p>V rozsahu od 100 m/min klesá řezná síla s rostoucí řeznou rychlostí jen nepodstatně. V rozsahu do 100 m/min je nárůst F_c závislý na příslušném obráběném materiálu.</p>	 <p>Posuv f, resp. tloušťka třísky h mají na řeznou sílu rozhodující vliv.</p>	 <p>Se zvětšující se hloubkou řezu roste úměrně také řezná síla. V závislosti na zvoleném posuvu stoupají přímky strměji nebo méně strmě.</p>
Materiály	Materiály	Řezný materiál	Chladicí kapalina
	 <p>Při obrábění různých materiálů vznikají v důsledku jejich odlišných vlastností za jinak konstantních podmínek třískového obrábění různé řezné síly. V prvním přiblížení můžeme předpokládat, že s rostoucí pevností v tahu, resp. tvrdostí roste také řezná síla.</p>	 <p>SS rychlořezná ocel TK tvrdokov SK řezná keramika SHS supertvrdé řezné materiály (CBN)</p> <p>Uvedené poměry platí pro třískové obrábění železných materiálů.</p>	 <p>Při použití vhodné chladicí a mazací kapaliny je možné poněkud snížit řezné síly oproti obrábění nasucho. Rozhodující pro vliv na řeznou sílu je však volba vhodných řezných materiálů (viz kapitola 1, odstavec 4).</p>

Tabulka 2.12 Ovlivňování řezné síly - pokračování na straně 120



Tabulka 2.12 Ovlivňování řezné síly - pokračování

<p>Obráběcí poměr $G = a_p / f$</p>		<p>Obecně se používá pro hrubování obráběcí poměr v intervalu mezi $G = 2 \dots 10$ a pro obrábění našto poměr $G = 10 \dots 20$.</p> <p>Vliv obráběcího poměru není tak silný jako vliv posuvu nebo hloubky řezu.</p> <p>Malý obráběcí poměr je z hlediska sil příznivější. Velký obráběcí poměr je naproti tomu příznivější pro dosažení dlouhé životnosti.</p>
<p>Geometrie ostří</p>	<p>Úhel čela</p> <p>Změna řezné síly podle stupně změny úhlu čela: cca 1 ... 2% (pro $\gamma = -20^\circ \dots +30^\circ$)</p>	<p>Úhel nastavení</p> <p>Úhel nastavení má poměrně malý vliv na řeznou sílu.</p>

1.4.1.4 Axiální a radiální složka řezné síly

Pro **axiální složku řezné síly F_f** a **radiální složku řezné síly F_p** je v literatuře k nalezení jen relativně málo výsledků zkoumání ve srovnání s řeznou silou. Jejich výpočty se provádějí podobně jako pro řeznou sílu. Platí následující analogické souvislosti:

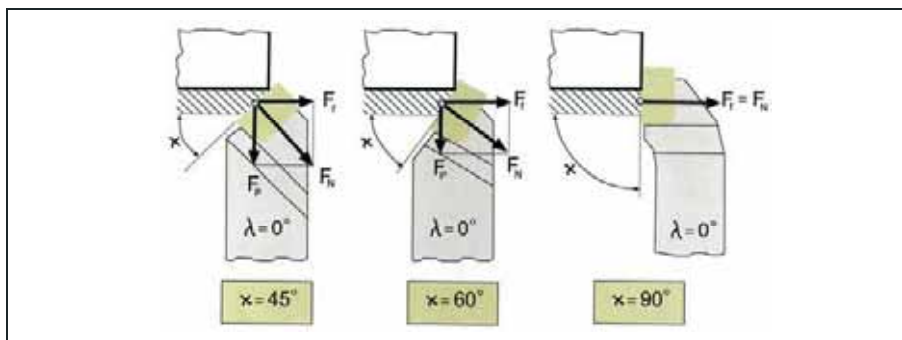
$$F_f = b \cdot k_{f1.1} \cdot h^{1-x}$$

- F_f axiální složka řezné síly [N]
 b šířka třísky [mm] (rov. 2.8)
 h tloušťka třísky [mm]
 $k_{f1.1}$ hlavní hod. specif. axiální složky řezné síly [N/mm²]
 $1-x$ hodnota nárůstu

$$F_p = b \cdot k_{p1.1} \cdot h^{1-y}$$

- F_p radiální složka řezné síly [N]
 b šířka třísky [mm] (rov. 2.9)
 h tloušťka třísky [mm]
 $k_{p1.1}$ hlavní hod. specif. radiální složky řezné síly [N/mm²]
 $1-y$ hodnota nárůstu

Na *obr. 2.23* je znázorněn vliv úhlu nastavení na axiální a radiální složku řezné síly pro soustružení. Je vidět, že se zvyšujícím se úhlem nastavení klesá radiální a roste axiální složka řezné síly.



Obr. 2.23 Vliv úhlu nastavení κ na axiální a radiální složku řezné síly při soustružení

1.4.2 Výkon a krouticí moment

Výkon při třískovém obrábění se obecně vypočítává jako součin složek rychlosti a složek síly třískového obrábění působících v jejich směru. Obecně tedy platí:

$$P = \frac{F \cdot v}{60000}$$

P výkon [kW]
 F síla [N]
 v rychlost [m/min]
 (rov. 2.10)

Pokud při určování výkonu vyjdeme z kroutícího momentu a počtu otáček, dostaneme:

$$P = \frac{M_d \cdot n}{9554}$$

P výkon [kW]
 M_d krouticí moment [Nm]
 n počet otáček [ot./min]
 (rov. 2.11)

Pro dimenzování výkonu obráběcího stroje je nejdůležitější řezný výkon P_c . Ten je vydáván přímo nástrojem. Vypočítává se následujícím způsobem:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60000}$$

P_c řezný výkon [kW]
 F_c řezná síla [N]
 v_c řezná rychlost [m/min]
 (rov. 2.12)

Výkon potřebný k posuvu P_f se vypočítává následujícím způsobem:

$$P_f = F_f \cdot v_f$$

P_f výkon potřebný k posuvu [kW]
 F_f axiální složka řezné síly [N]
 v_f rychlost posuvu [m/min]
 (rov. 2.13)

Efektivní výkon P_e je součet příslušné řezné a posuvové složky.



$$P_e = P_c + P_f$$

P_e efektivní výkon [kW]
 P_c řezný výkon [kW] (rov. 2.14)
 P_f výkon potřebný k posuvu [kW]

Kvůli poměrně malé rychlosti posuvu ve srovnání s řeznými rychlostmi je možné ve většině případů považovat efektivní výkon za přibližně rovný řeznému výkonu ($P_e \approx P_c$). Pro dimenzování hnacích motorů je rozhodující **hnací výkon P_a** , u kterého se bere v úvahu účinnost η .

$$P_a = \frac{P_c}{\eta}$$

P_a hnací výkon [kW]
 P_c řezný výkon [kW] (rov. 2.15)
 η účinnost

nebo:

$$P_a = P_c + P_{a \text{ leer}}$$

$P_{a \text{ leer}}$ výkon motoru naprázdno [kW] (rov. 2.16)

1.4.3 Časový objem třísek a specifický objem třísek

Jako míra produktivity třískového obráběcího stroje se používá časový nebo specifický objem třísek. Přitom platí zásada, že s rostoucím časovým, resp. specifickým objemem třísek klesá produktivní strojní čas.

Časovým objemem třísek Q se rozumí množství třísek odebrané za časovou jednotku. Platí následující rovnice:

$$Q = A \cdot v_c$$

Q časový objem třísek [cm^3/min]
 A průřez třísky [mm^2] (rov. 2.17)
 v_c řezná rychlost [m/min]

Specifický objem třísek Q_c , též časový objem třísek vztažený k výkonu, vyjadřuje množství třísek odebrané za časovou jednotku a na jeden kilowatt výkonu. Platí:

$$Q_c = \frac{Q}{P_c} = \frac{A \cdot v_c}{F_c \cdot v_c} = \frac{1}{k_c}$$

Q_c specif. objem třísek [$\text{cm}^3/\text{kW} \cdot \text{min}$]
 P_c řezný výkon [kW] (rov. 2.18)
 A průřez třísky [mm^2]
 F_c řezná síla [N]
 v_c řezná rychlost [m/min]
 k_c specifická řezná síla [N/mm^2]

Tak se dá velikost specifického objemu třísek Q_c vypočítat ze specifické řezné síly k_c a naopak. Časový objem třísek vztahený k výkonu Q_c proto není závislý na parametrech obráběcího stroje, ale na specifické řezné síle existující při procesu třískového obrábění k_c , která se vztahuje k materiálu.

1.4.4 Určení potřebného výkonu

Při určování pracovních parametrů je možné provést kontrolu potřebného výkonu. Přitom je lhostejné, zda se potřebný výkon určuje pomocí specifické řezné síly k_c nebo pomocí specifického objemu třísek Q_c . Zjistí se výkon, který má být k dispozici na konci vřetena.

Pro předběžné dimenzování pracovních parametrů lze již předem provést hrubou analýzu potřebného výkonu. Přitom platí následující dostačující empirické vzorce pro obrábění různých materiálů:

Obrábění ocelí:

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c}{20} \quad \begin{array}{l} a_p \text{ hloubka řezu [mm]} \\ f \text{ posuv [mm]} \\ v_c \text{ řezná rychlost [m/min]} \end{array} \quad (\text{rov. 2.19})$$

Obrábění litin:

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c}{30} \quad (\text{rov. 2.20})$$

Obrábění hliníku:

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c}{54,5} \quad (\text{rov. 2.21})$$

Příklad:

Hledá se: P_c (obrábění oceli, např. C 45)

Je dáno: $a_p = 2 \text{ mm}$, $f = 0,1 \text{ mm}$, $v_c = 180 \text{ m/min}$

Řešení:

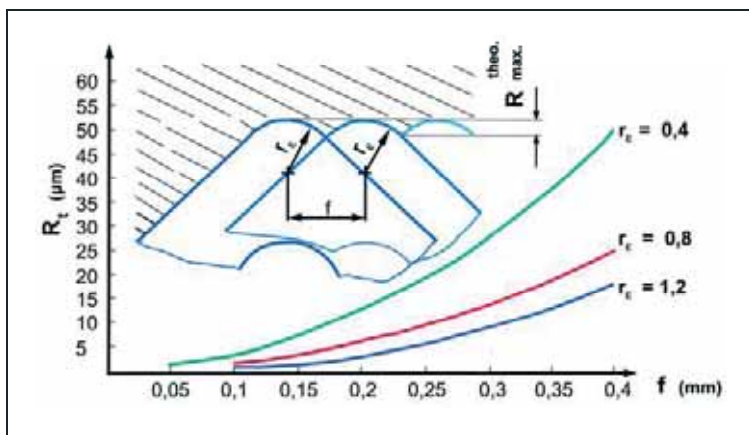
$$P_c = \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 180}{20} = \underline{\underline{1,8 \text{ kW}}}$$

Upozornění: Ve srovnání s přesným výpočtem (viz rov. 2.12) je odchylka velmi malá (1,85 kW při přesném výpočtu). U materiálů s vyššími specifickými řeznými silami, např. u nástrojových ocelí nebo ocelí odolných proti rezavění a proti kyselinám, je vypočítaný potřebný výkon příliš nízký.



1.5 Jakost povrchu

Při konečné úpravě může být jakost vyrobeného povrchu kritériem pro dimenzování procesu třískového obrábění. **Teoretická hloubka drsnosti** je dána tvarem ostří a relativním pohybem nástroje vůči obrobku. Pro soustružení jsou souvislosti znázorněny na obr. 2.24.



Obr. 2.24 Geometrické záběrové podmínky při soustružení

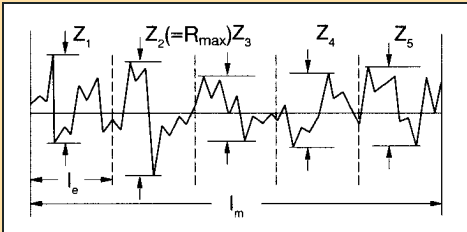
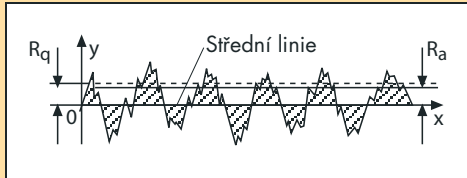
$$f = \sqrt{8 \cdot r_e \cdot R_t}$$

R_t (teoretická) hloubka drsnosti [mm]
 r_e poloměr zaoblení bříty [mm]
 f posuv [mm/ot.]
 a_p hloubka řezu [mm]

(rov. 2.22)

Hloubka drsnosti tedy kvadraticky roste s posuvem a lineárně klesá se zvyšováním poloměru zaoblení bříty. Rovnice 2.22 platí pro posuvy do $f \geq 0,08$ mm. Zvětšení zaoblení bříty má za následek zlepšení jakosti povrchu; musí se však využívat poměrně opatrně, protože ploché ostří (velká hodnota r_e) má při začínajícím opotřebení sklon k chvění.

V následující tabulce jsou přehledně uvedeny souvislosti používaných parametrů drsnosti.

Hloubka drsnosti R_t (R_{\max}), R_z	
<p>Max. hloubka drsnosti R_t (R_{\max}) je největší jednotlivá hloubka drsnosti v rámci celé vyhodnoc. délky l_m.</p> <p>Průměrná hloubka drsnosti R_z je průměrná hodnota z jednotlivých hloubek drsnosti Z_i po sobě jdoucích vyhodnocovaných délek l_e. Má časté využití v praxi.</p> 	$R_z = R_{zDIN} = \frac{1}{n} \cdot (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n)$ <p>(rov. 2.23)</p>
Průměrné hodnoty drsnosti R_a , R_q	
<p>Aritmetická průměrná hodnota drsnosti R_a je aritmetický průměr ze všech hodnot profilu drsnosti. Má časté využití v praxi.</p> <p>Střední kvadratická hodnota drsnosti R_q je střední kvadratická hodnota ze všech hodnot profilu drsnosti.</p> <p>$y(x)$ = hodnoty profilu drsnosti.</p> 	$R_a = \frac{1}{l} \cdot \int_0^l y(x) dx$ <p>(rov. 2.24)</p> $R_q = \sqrt{\frac{1}{l} \cdot \int_0^l y(x) ^2 dx}$ <p>(rov. 2.25)</p>

Tabulka 2.13 Určení používaných parametrů drsnosti podle norem DIN



2 Moderní výrobní technologie

Rostoucí konkurenční tlak nutí podniky k tomu, aby intenzivněji než kdy dříve využívaly technické inovace. V oboru třískového obrábění je kladen důraz kromě zkrácení časů obrábění a prodloužení životnosti také na využívání a rozvíjení potenciálů

- vysokorychlostního obrábění,
- obrábění s vysokým výkonem,
- obrábění nasucho,
- obrábění s minimálním mazáním,
- obrábění tvrdých materiálů.

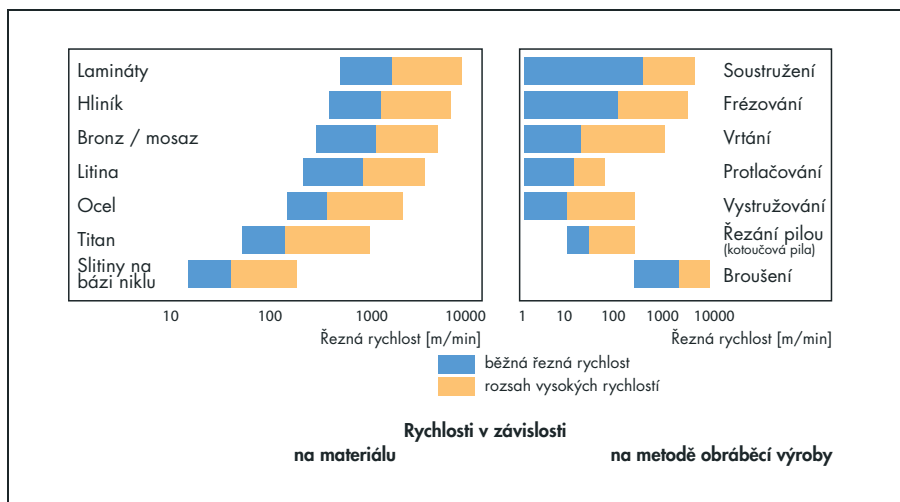


Obr. 2.25 Moderní obráběcí technologie

2.1 Vysokorychlostní obrábění (HSC)

2.1.1 Definice a potenciály

Vysokorychlostní obrábění (High Speed Cutting) je práce s výrazně vyšší řeznou rychlostí v_c při relativně malých hloubkách řezu. Přiřazení termínů k určitým řezným rychlostem je třeba vždy vidět v souvislosti s metodou obrábění, ale také s obráběným materiálem (obr. 2.26).



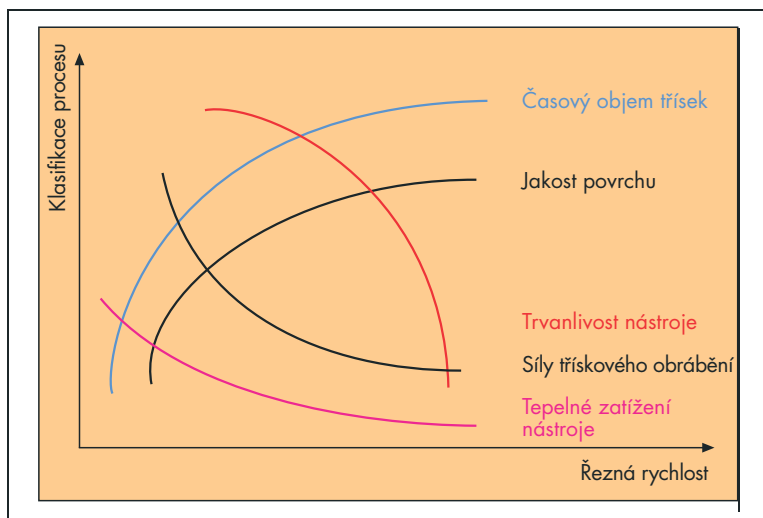
Obr. 2.26 Rozsah řezných rychlostí při vysokorychlostním obrábění

S rostoucí řeznou rychlostí se objevují následující výhody:

- Značné zkrácení časů obrábění
- Možnost zvýšení specifického objemu třísek cca o 30%
- Zvýšení rychlosti posuvu 5- až 10-krát
- Možnost snížení síly třískového obrábění o více než 30%
- Možnost obrábění geometricky komplikovaných součástek bez vibrací
- Možnost konečných úprav vysokorychlostním obráběním (jakost povrchu téměř stejná jako při obrábění načisto, tvarově stále obrábění díky odvodu procesového tepla převážně třískami)

Mezi nevýhody naproti tomu patří:

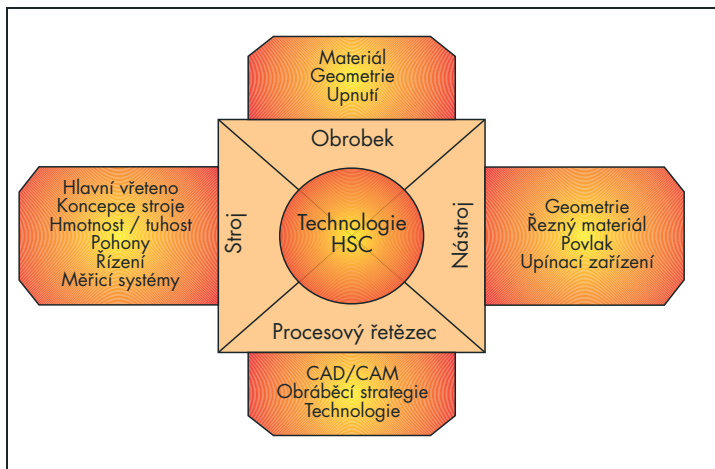
- Zkrácení životnosti nástroje s rostoucí řeznou rychlostí
- Řezné materiály a povlaky musí být přizpůsobeny parametrům
- Zatím nejsou dokonale známy optimální technologické parametry
- Pro každou součástku musí být v souč. době vypracována nová strategie obrábění



Obr. 2.27 Vlivy vysokorychl. obrábění na proces třískového obrábění

2.1.2 Procesové požadavky

Parametry vysokorychlostního obrábění ovlivňují nejen samotný proces, ale také celý systém obráběcí stroj - nástroj - obrobek (obr. 2.28).



Obr. 2.28
Ovlivňující faktory
a snímače impulsů
pro celý proces

Pro optimální využití této technologie musí být splněny následující předpoklady:

Stroj:

- Práce bez vůlí a vibrací
- Vysoká tuhost
- Lehká konstrukce pohybujících se součástí
- Vysoké otáčky a přesnost házivosti
- Realizace vysokých posuvů (lineární pohony)

Nástroj:

- Vysoká přesnost házivosti
- Vysoká kvalita vyvážení (geometrie, tvar stopky)
- Dlouhá životnost (speciální geometrie ostří a povlaky)
- Velká tuhost

Upnutí nástroje:

- Vysoká přesnost házivosti
- Hydraulické nebo vysoce přesné upnutí nebo tepelné upnutí

Obrobek:

- Stabilní upnutí bez vibrací

Dlouhé životnosti a lepší jakosti povrchů se dosahuje pouze s vhodnými řeznými materiály, když může být realizována vysoká přesnost házivosti od vřetena přes upínací pouzdro nástroje až po ostří. To je nezbytným požadavkem především při vysokorychlostním obrábění. To ovšem předpokládá nejen lepší přesnost stopky řezného nástroje, ale také upínací pouzdra nástrojů, jejichž techniky upnutí byly optimalizovány tak, aby na ostří byla reprodukována co možná nejmenší chyba upnutí (viz též kapitola "Upnutí").

Je známa celá řada tradičních technik upnutí, jako např. sklíčidla pro kleštinová upínací pouzdra v různých provedeních nebo Weldon/Whistle-Notch, které již byly optimalizovány pro různé oblasti použití s použitím hydraulické upínací techniky. Ty se dnes díky své vysoké přesnosti házivosti a jednoduché manipulaci úspěšně používají v mnoha oblastech včetně vysokorychlostního obrábění.



- speciální TiAlN povlak
- speciální geometrie ostří
- maximální přesnost házivosti

Obr. 2.29 Fréza GARANT-TK-Torus pro vysokorychlostní obrábění (v_c do 1000 m/min)



Technika tepelného upínání jako další metoda se vyznačuje maximální přesností, bezpečným silovým záběrem a vysokou tuhostí a díky rotačně symetrické konstrukci upínacích pouzder se mimořádně hodí pro vysokorychlostní obrábění. Je zaručena přesnost házivosti nižší než 0,003 mm při nepodepřené délce $3 \times D$. Při použití nástrojů s vysokou přesností házivosti je možné přenést tuto přesnost do značné míry na osiř. Tím se dosahuje podstatného prodloužení životnosti a zlepšení jakosti povrchu (viz kapitola "Upnutí").

Obzvláště při vysokorychlostním obrábění mají velký význam odstředivé síly. Ty zatěžují uložení vřetena (může dojít ke zničení vřetena), způsobují vibrace, které negativně ovlivňují jakost povrchu, zhoršují přesnost výroby a zkracují životnost nástrojů. Proto je vždy, když má být dosaženo optimálních pracovních podmínek (konečné úpravy), nezbytné co možná nejjemnější vyvážení.

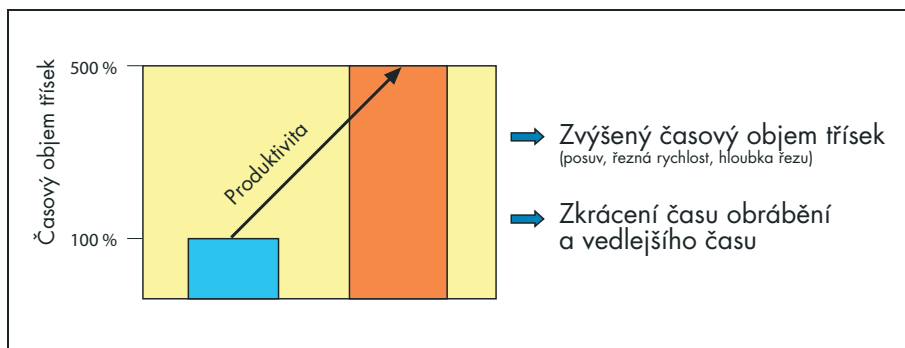
Další informace o vyvažování a kvalitě vyvážení naleznete v kapitole "Upnutí".

2.2 Obrábění s vysokým výkonem (HPC)

2.2.1 Stanovení cíle obrábění s vysokým výkonem

Při obrábění s vysokým výkonem (High Performance Cutting) je na rozdíl od vysokorychlostního obrábění (HSC) na prvním místě optimalizace časového objemu třísek (viz též odstavec 1.4.3) kvůli zkrácení časů obrábění. Tato metoda zahrnuje také rozsah nízkých řezných rychlostí při výrazně větších hodnotách posuvu, protože i zde lze dosahovat vynikajících časových objemů třísek.

HPC vede rovněž ke zkrácení vedlejších časů díky zvýšení rychlosti polohování a rychlého chodu a zkrácení časů potřebných pro výměny nástrojů.



Obr. 2.30 Stanovení cílů obrábění s vysokým výkonem

Zatímco možný posuv závisí v podstatě na počtu břitů, je řezná rychlost dána použitým řezným materiálem. V následujícím odstavci 3 jsou uvedeny základní informace o vývoji a potenciálech řezných materiálů pro obráběcí nástroje.

Vysoce výkonné nástroje musí být přizpůsobeny vznikajícím silám třískového obrábění, obzvlášť při obrábění s vysokým výkonem, ale také výrazně vyšším odstředivým silám při vysokorychlostním obrábění. Spolu s vhodně koncipovanou strojní technikou nabízejí nástroje pro obrábění s vysokým výkonem a vysokorychlostní obrábění základ pro podstatné zvýšení produktivity třískového obrábění díky zvýšení řezných rychlostí, posuvu a jakosti povrchu obrobků při dosažitelném objemu třísek od 5000 do 10000 cm³/min, např. při obrábění lehkých kovů.

2.2.2 Obrábění s vysokým výkonem na příkladu frézování

Při obrábění tvrdých materiálů obzvlášť vyniká mnohostrannost výrazu obrábění s vysokým výkonem. Pro extrémní posuvy a díky nim dosahovaný maximální časový objem třísek Q_c stejně jako zkrácené časy obrábění nabízejí nejlepší předpoklad vysoce výkonné frézy z tvrdokovu. Díky mimořádné tuhosti a tedy i možným vysokým hodnotám posuvu jsou tyto nástroje vhodné pro zatížení obráběním s vysokým výkonem.

Příklad obrábění:

Obvodové frézování St 37 (1,0037)

Nástroj:

Fréza GARANT - TK

Řezné parametry:

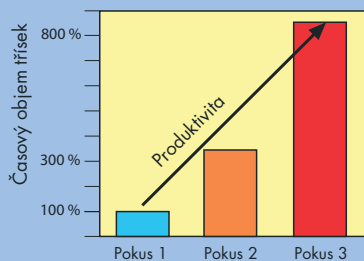
Pokus 1: $v_c = 66 \text{ m/min}$, $f_z = 0,1 \text{ mm}$

Pokus 2: $v_c = 112 \text{ m/min}$, $f_z = 0,1 \text{ mm}$

Pokus 3: $v_c = 140 \text{ m/min}$, $f_z = 0,1 \text{ mm}$

Výsledek:

- Zvýšení časového objemu třísek na 340% při dodržení trvanlivosti v počtu kusů (8 obrobků)
- Zvýšení časového objemu třísek díky další optimalizaci řezných parametrů na 840% při zvýšení trvanlivosti v počtu kusů (14 obrobků)



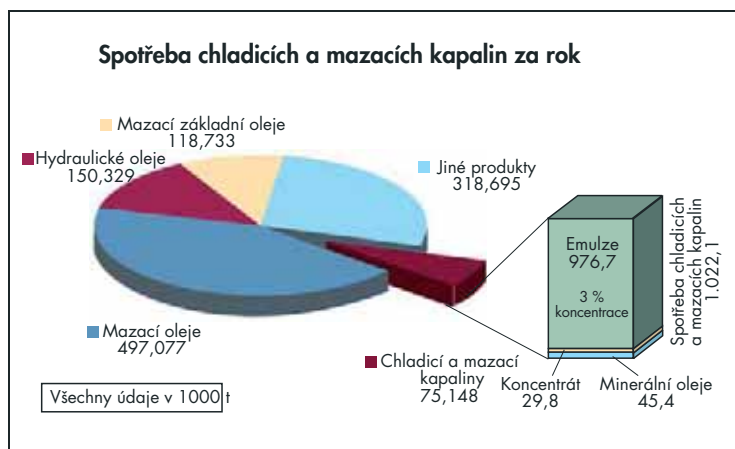


2.3 Obrábění nasucho

2.3.1 Potřeba, efekty a zvláštnosti

Obrábění nasucho je neefektivnějším využitím třískového obrábění s kombinací geometricky daného ostří, ekonomických výhod a ekologických ohledů. Realizace obrábění nasucho předpokládá velmi podrobné znalosti o komplexním vzájemném působení následujících faktorů:

- obrobek,
- materiál,
- nástroj,
- metoda obrábění,
- podmínky obrábění,
- obráběcí stroj a jeho vliv na proces a výsledek obrábění.



Obr. 2.31 Spotřeba chladicích a mazacích kapalin v Německu

Cílem obrábění nasucho musí být vhodné nahrazení základních funkcí chladicích a mazacích kapalin, aby bylo možné vyrábět součástky v požadované jakosti a při stanovených nákladech. Ekologický dopad chladicích a mazacích kapalin začne být zřejmý, když si uvědomíme jejich roční spotřebu. Podle údajů Spolkového úřadu pro hospodářství činí roční spotřeba v Německu cca 75.148 tun chladicích a mazacích kapalin (viz obr. 2.31).

Tabulka 2.14 udává principiální vhodnost jednotlivých metod pro obrábění nasucho. Aktivita dosáhly různých stádií vývoje a musí být hodnoceny diferencovaně. Řešení uvedená v tabulce představují zčásti jen základní znalosti (protlačování). Do jisté míry se ovšem obrábění nasucho již používá i v sériové výrobě (např. frézování tvářecích slitin Al).

Materiály Postup	Hliník		Ocel		Šedá litina
	Slévárenská slitina	Tvářecí slitina	Vysoko legované oceli, ocel na valivá ložiska	Automatová ocel Ocel k zušlechtění	GG20 GGG70
Vrtání Povlak	MMS TiAlN	MMS nepovlakováno	MMS TiAlN+kluzná vrstva	Suché TiN	Suché TiN
Výstružování Povlak	MMS TiAlN, PKD	MMS nepovlakováno	—	MMS PKD lišta	MMS PKD lišta
Řezání závitů	MMS TiN, TiCN	—	MMS TiN	MMS TiN, TiAlN	MMS TiCN
Tváření závitů	MMS CrN, WC/ C	MMS	MMS	MMS TiCN	—
Frézování Povlak	Suché TiN+kluzná vrstva Diamant CVD	MMS nepovlakováno	MMS TiAlN+kluzná vrstva	Suché TiN	Suché TiN
Odvalovací frézování	—	—	MMS	Suché	Suché
Řezání	MMS	MMS	MMS	MMS	—
Protlačování Povlak	—	—	Suché TiCN-Multilayer	Suché TiCN- Multilayer	—
— žádné známé procesově bezpečné aplikace, resp. žádné výzkumné aktivity					

Tabulka 2.14 Možnosti obrábění nasucho (MMS = minimální mazání, viz 2.4) při obrábění s definovaným ostřím



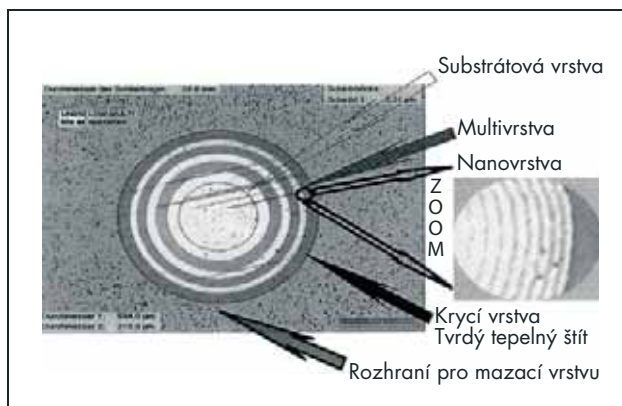
2.3.2 Nástroje vhodné k obrábění nasucho

Díky své vysoké tvrdosti za tepla a odolnosti proti opotřebení za tepla jsou k obrábění nasucho vhodné především povlakované tvrdokovy, ale kromě nich také řezné keramiky, CBN a diamantové nástroje.

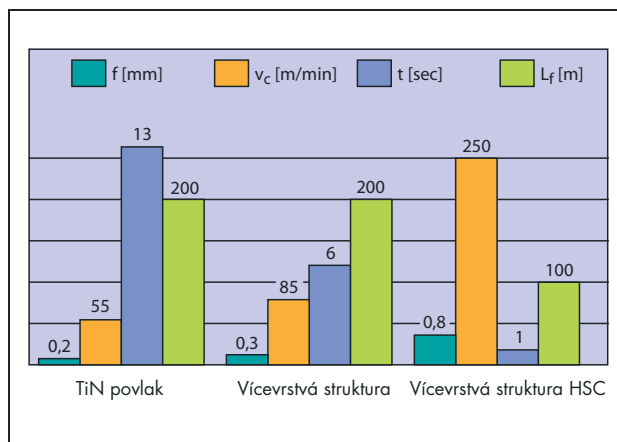
S vhodnými povlakovacími systémy lze při obrábění nasucho hospodárně využívat také nástroje z rychlořezné oceli (HSS). Přitom se jedná o obrábění s nízkými řeznými rychlostmi a s vysokými nároky na houževnatost substrátu, jako např. při řezání vnitřních závitů.

Velmi dobrých výsledků se dosahuje při vrtání do oceli s povlaky TiAlN-TiN-Multilayer.

Díky "mazacímu" působení měkkých kluzných vrstev se snižuje tření mezi třískou a nástrojem.



Obr. 2.32 Struktura TiAlN-TiN-Multilayer



Obr. 2.33 Zvýšení produktivity při vrtání nasucho GG26Cr (L_f = trvanlivost v [m])

Velký význam s ohledem na vysokou procesovou bezpečnost se přisuzuje vývoji a používání nástrojů s optimalizovanou geometrií.

Obzvláště vrtání nasucho způsobuje stále potíže. Klíčovým problémem při vrtání nasucho je bezpečný odvod třísek z vrtaného otvoru. Alternativu slibující úspěch představují vedle povlakových systémů také nástroje s většími drážkami pro odchod třísek.

2.4 Minimální mazání

Vzhledem k tomu, že obrábění úplně nasucho není vždy proveditelné kvůli nedostatečným pracovním výsledkům, používá se v praxi jako kompromis často chlazení a mazání minimálním množstvím kapaliny. Malé množství chladicí a mazací kapaliny zlepšuje pracovní výsledky a umožňuje snížit spotřebu těchto prostředků.

Pro přívod co možná nejmenšího množství chladicí a mazací kapaliny se dnes používají termíny:

- Minimální (chlazení a) mazání MMKS (množství chladicí a mazací kapaliny obvykle **menší než 50 ml/h**) a
- Slabé (chlazení a) mazání MKS (množství chladicí a mazací kapaliny obvykle **menší než 120 l/h**).

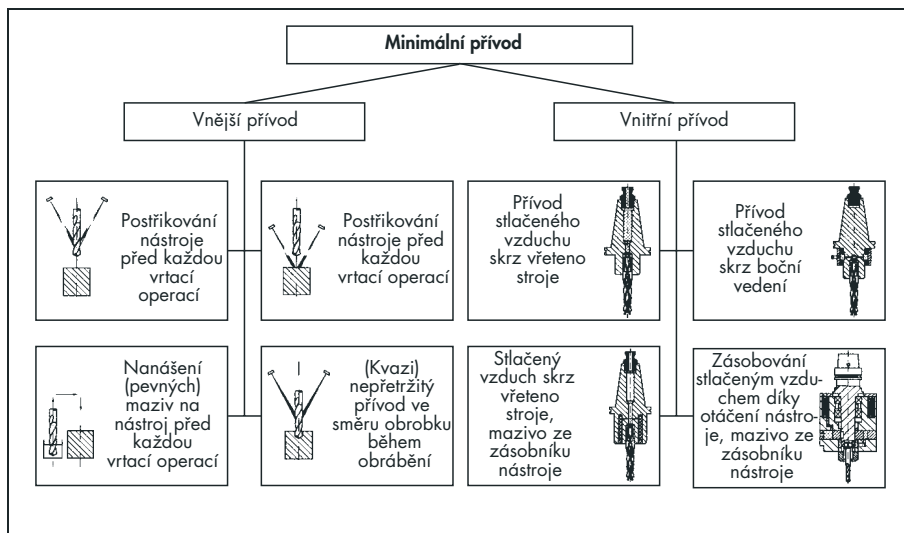
Chladicí působení je zde ovšem sporné, takže někteří autoři favorizují termín **minimální mazání MMS**.



Obr. 2.34 Použití minimálního mazání



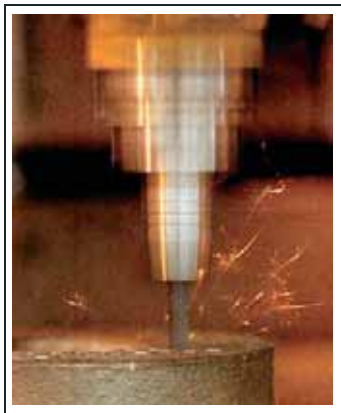
Při použití techniky minimálního mazání je třeba zásadně rozlišovat mezi typem přívodu a typem přípravy směsi, protože tyto faktory mají význam pro konečný výsledek. Pro přívod mazací kapaliny existují různé možnosti, které jsou znázorněny pro obrábění otvorů na obr. 2.35.



Obr. 2.35 Minimální přívod pro obrábění otvorů

2.5 Obrábění tvrdých materiálů

2.5.1 Zvláštnosti, požadavky a potenciály



Obr. 2.36 Frézování kalené oceli

Obrábění tvrdých materiálů je charakterizováno zvláštními mechanismy tvoření třísek.

Tvrdé materiály nejsou při normálních teplotách a tlacích plasticky deformovatelné. Proto také při tvoření třísek nevzniká žádná střížná rovina ani oblast stříhu (viz odstavec 1.1). Na začátku oddělování materiálu se před čelní plochou vytváří trhlinka v povrchu obrobku, která se zvětšuje. Vznikají segmenty třísek, které se převážně "spékají". Při obrábění tvrdých materiálů působí mechanismy tvoření třísek, které ve srovnání s obráběním měkkých materiálů způsobují velmi vysoké řezné síly a teploty.

Namáhání, k němuž dochází při obrábění tvrdých materiálů, klade následující požadavky na používané řezné materiály:

Namáhání při obrábění tvrdých materiálů	Požadavky na řezné materiály
Vysoké provozní teploty	Odolnost proti difúzi a tvrdost za tepla
Vysoký tlak v blízkosti ostří	Pevnost v ohybu a tlaku
Vysoké rázové zatížení v přerušném řezu	Houževnatost, pevnost hran

Tabulka 2.15 Požadavky obrábění tvrdých materiálů na řezné materiály

Zatímco v minulosti musela být při obrábění materiálů s hodnotami tvrdosti nad 60 HRC zpravidla používána elektrojiskrová technika nebo broušení jako metoda obrábění na jemno, v současné době je díky důslednému využívání řezných materiálů s vysokou odolností proti otěru a hlubším znalostem procesů možné aplikovat výrobní postupy s geometricky daným osťím. Ty nabízejí výhody, jako je např. vyšší flexibilita, kompletní obrábění při jednom upnutí a možnost následné optimalizace výroby s úsporami energie a kratšími výrobními časy. GARANT nabízí pro obrábění tvrdých materiálů (soustružení, frézování se stopkami a vyměnitelnými destičkami, vrtání, závitování, hloubení a vystružování) bohatý sortiment vhodné nástrojové techniky.



Aby bylo možné plně využít potenciál obrábění tvrdých materiálů s geometricky daným ostřím (např. soustružení tvrdých materiálů) oproti broušení, je nutné kromě dalšího rozvoje řezných materiálů rovněž zajistit dostupnost vyhovujících upínacích prostředků a strojního vybavení.

2.5.2 Obrábění tvrdých materiálů na příkladu frézování

Obrábění soustružením a frézováním se již průmyslově využívá; přitom mohou být používány řezné materiály s vysokou odolností proti otěru, jako např. polykrystalický nitrid boru (PKB, resp. CBN) nebo řezná keramika Al_2O_3 (viz též odstavec 3 "Řezné materiály"). Níže je uvedeno několik praktických příkladů frézování tvrdých materiálů.

Technologické údaje - frézování tvrdých materiálů



Fréza GARANT-TK

<u>Stroj:</u>	Maho 1000 S	Upínací pouzdra:	Sk40
<u>Nástroj:</u>	Průměr 16 mm		Pouzdro HG
Sousledné frézování			
<u>Materiál:</u>	40CrMnMo7 (1,2311, nástrojová ocel kalená na 63 HRC)		
Řezné parametry:	$v_c = 90 \text{ m/min}$	$n = 1000 \text{ min}^{-1}$	
	$f_s = 0,08 \text{ mm/Z}$	$v_f = 800 \text{ mm/min}$	
	$a_p = 0,2 \text{ mm}$	$a_a = 16 \text{ mm}$	
<u>Chlazení:</u>	Vzduch		
<u>Výsledek:</u>	Opotřebení:	VB = 0,12 mm	
	Trvanlivost v metrech:	L = 103 m	
	Jakost povrchu:	N 6	

Frézování nástrojové oceli

Nástroj: Stopková fréza GARANT z TTKK
s nejjemnějším zrnem
Průměr 10 mm, 6 břitů
Povlak TiAlN-Monolayer
Tolerance obvodového házení < 10 μm

Materiál: X155CrMoV121
(1.2379, nástrojová ocel kalená na 62 HRC)

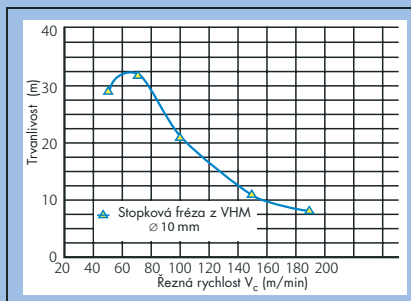
Řezné parametry: $f_z = 0,07 \text{ mm/Z}$ v_c variabilní
 $a_p = 10 \text{ mm}$ $a_e = 0,2 \text{ mm}$



1. Určení optimální řezné rychlosti pro obrábění nasucho v závislosti na trvanlivosti v metrech L

Výsledek:

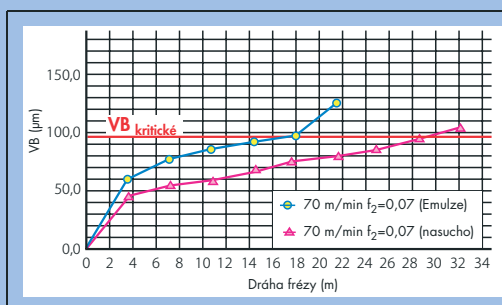
v_c optimální při 70 m/min
(viz. graf vpravo)



2. Porovnání obrábění nasucho a na mokro

Výsledek:

Optimální obrábění nasucho
(viz. graf vpravo)



Za předpokladu stabilních obráběcích strojů s dostatečným hnacím výkonem lze dosahovat vysoké jakosti povrchů.



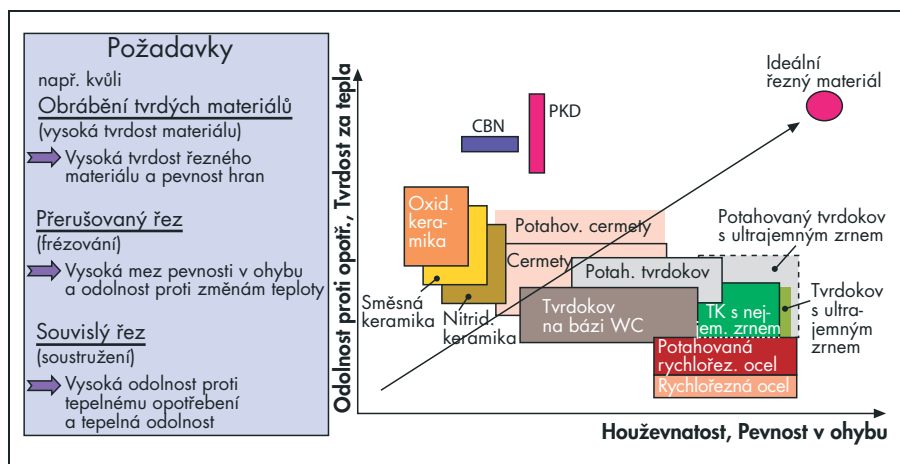
3 Řezné materiály a povlaky

3.1 Rozdělení řezných materiálů

Na řezné materiály (aktivní součást nástroje) jsou obecně kladeny následující požadavky:

- Velká tvrdost a pevnost v tlaku
- Vysoká pevnost v ohybu a houževnatost
- Vysoká odolnost proti otěru
- Vysoká tepelná odolnost

Na příslušné obráběcí práci pak záleží, které z uvedených požadavků jsou nejdůležitější. Řezné materiály pro třískové obrábění se dají rozdělit následujícím způsobem:



Obr. 2.37 Vlastnosti používaných řezných materiálů

V tabulce 2.16 jsou uvedeny některé důležité vlastnosti různých řezných materiálů. Při porovnání se např. ukazuje, že rychlořezné oceli a tvrdokovy mají podstatně vyšší mez pevnosti v ohybu při nižší tvrdosti a pevnosti v tlaku než řezná keramika a supertvrdé řezné materiály (CBN, PKD).

Vlastnosti	Řezné materiály					
	Rychlo- řezná ocel	Tvrdokov P02-P40	M10-M40	K03-K40	Řezná keramika	Supertvrdé řezné materiály (CBN, PKD)
Hustota [g/cm ³]	8,0 až 9,0	6,0 až 15,0			3,2 až 4,5	3,12 až 3,5
Vickersovy tvrdosti HV30	700 až 900	1.350 až 1.650	1.350 až 1.700	1.300 až 1.800	1.350 až 2.100	3.500 ²⁾
Mez pevnosti v ohybu [MPa]	2.500 až 4.000	800 až 1.900	1.350 až 2.100	1.200 až 2.200	400 až 950	500 až 1.100
Pevnost v tlaku [MPa]	2.800 až 3.800	5.100 až 4.600	6.000 až 4.400	6.200 až 4.500	3 500 až 5 500 ¹⁾	7.600 ³⁾
Modul pružnosti [GPa]	260 až 300	440 až 560	540 až 580	580 až 630	300 až 450	680 až 840
Tepe[ná] roztažnost [10 ⁻⁶ K ⁻¹]	9 až 12	7,5 až 5,5	5,5	5,0 až 5,5	3,0 až 8,0	–
1) platí pro oxidovou keramiku 2) platí pro CBN 3) platí pro PKD						

Tabulka 2.16 Vlastnosti různých řezných materiálů při pokojové teplotě

V následujícím textu jsou popsány významné řezné materiály a jejich povlaky. Bližší údaje o parametrech a speciálních aplikacích můžete pro příslušné výrobní postupy nalézt v kapitolách "Vrtání" až "Soustružení". Teoretické souvislosti, pokud jde o řezné síly, opotřebení, životnost atd., jsou vysvětleny v odstavci 1.



3.1.1 Rychlořezné oceli (HSS)

Vysoce výkonné rychlořezné oceli se široce používají pro spirálové vrtáky, nářadí na zahlabování a výstružníky, frézy a pilové listy. Rychlořezná ocel se často používá také pro soustružnické tvarové a upichovací nože. Podmínkami použití přitom jsou:

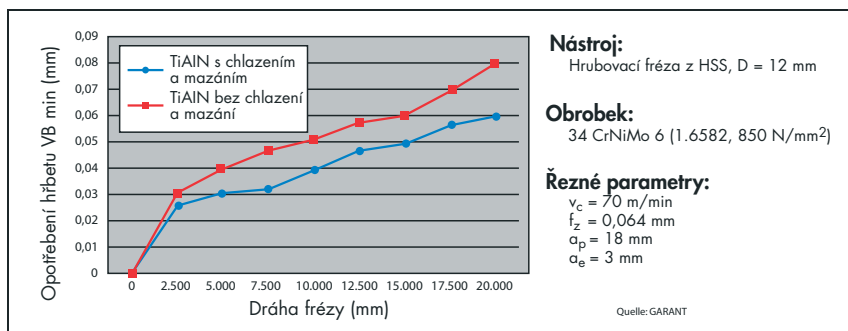
- nízké řezné rychlosti
- většinou je nezbytné chladit ostří
- nižší odolnost proti otěru ve srovnání s tvrdokovy
- vysoká tepelná odolnost a mez pevnosti v ohybu
- příznivé ceny

Některé preferované jakosti jsou uvedeny v *tabulce 2.17*. Jako HSS se obecně označuje rychlořezná ocel S 6-5-2 (1,3343). Označení HSCO nebo HSS/Co se používá pro materiál S 6-5-2-5 (1,3243). Výše legované rychlořezné oceli se většinou označují jako HSS-E. V následující tabulce jsou shrnuty legující prvky a charakteristiky jednotlivých rychlořezných ocelí. Zlepšení jakosti se dá dosáhnout při výrobě práškovou metalurgií (oceli PM). Přitom se tekutá ocel rozprašuje tryskami a potom lisuje do polotovarů. Tím vzniká velmi jemnozrná struktura s velice dobrými mechanickými vlastnostmi, která výrazně zlepšuje chování při otěru.

Řezný materiál	Použití	Podíly legujících prvků [%]					
		C	W	Mo	V	Co	Cr
HSS	Všeobecné použití	0,9	6,5	5,0	2,0	–	4,2
HSS s cca 5% Co (HSS/Co5)	Vysoká tepelná odolnost pro vyšší řezné rychlosti, Vrtání: Obrábění vysoce pevných materiálů	0,9	6,5	5,0	2,0	4,8	4,2
HSS s Co nebo V (HSS/E)	Širší termín pro HSS/Co5 a HSS/V3, obzvlášť při řezání vnitřních závitů	0,9 1,2	6,5 6,5	5,0 5,0	2,0 3,0	4,8 –	4,2 4,2
HSS s 8% Co (HSS/Co8)	Především pro přerušený řez, jako např. frézovacích pracích	0,9	6,5	5,0	2,0	8,0	4,2
HSS s 10% Co, resp. 12,5% Co (HSS/Co10) (HSS/Co12,5)	Mimořádně vysoká tepelná odolnost pro obrábění materiálů odolných proti rezavění a kyselinám při frézování	1,2	9,3	3,6	3,2	10,0 12,5	4,2
Ocel HSS vyrobená práškovou metalurgií (PM)	Především pro obrábění nasucho a pro maximální zatížení při frézování a řezání vnitřních závitů	1,3	6,5	5,0	3,1	8,5	4,2

Tabulka 2.17 Rozdělení vysoce výkonných rychlořezných ocelí GARANT

Povlak nástrojů z HSS, příslušně přizpůsobený obrábění, dále zvyšuje výkon s ohledem na životnost. Na obr. 2.38 je znázorněn příklad.

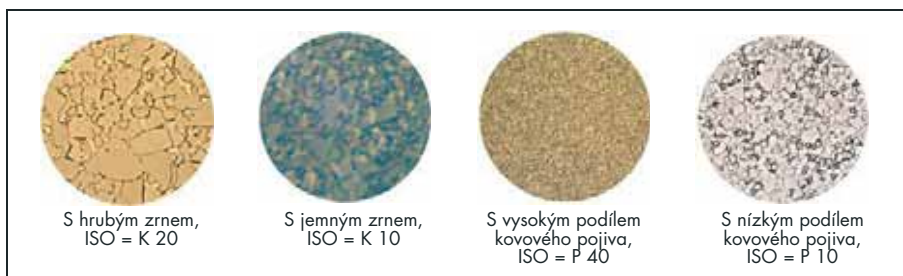


Obr. 2.38 Použití různých povlaků při frézování nahrubo s použitím rychlořezné oceli

3.1.2 Tvrdokovy (TK nebo SK)

Při třískovém tváření hrají významnou roli především spekané tvrdé kovy, které se vyrábějí z řady různých karbidů a kovového pojiva. Tvrdokovy (zkráceně označované TK) se obvykle dělí podle normy ISO na tři hlavní skupiny:

- P pro obrábění materiálů tvořících dlouhé třísky, jako je např. ocel, ocelová litina, nerezová ocel a temperovaná litina,
- M třída pro materiály tvořící dlouhé i krátké třísky, jako je např. austenitická nerezová ocel, žáruvzd. materiály, manganové oceli, legované typy slitiny atd.,
- K pro obrábění materiálů tvořících krátké třísky, jako je např. šedá litina, kalená ocel a neželezné materiály jako hliník, bronz, plasty atd.



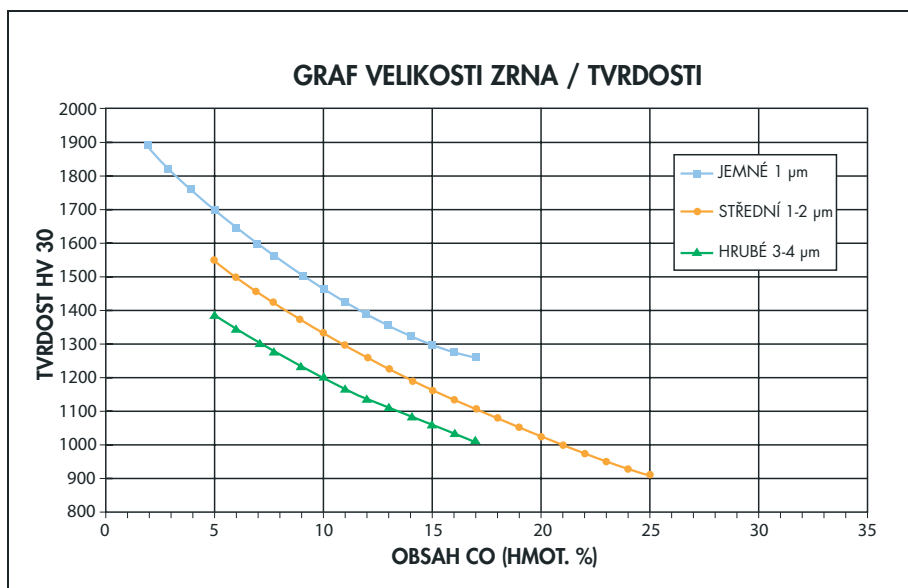
Obr. 2.39 Mikrostruktury různých typů tvrdokovů



Podmínky použití:

- podstatně delší životnost v porovnání s HSS
- vyšší odolnost proti opotřebení
- vyšší možné řezné rychlosti a posuvy (zvýšení časových objemů třísek)

Podíl tvrdých částic obsažených v tradičních tvrdokovech kolísá v závislosti na výrobci v intervalu mezi 1 a 5 μm . Pokud obráběcí práce vyžaduje ostré břity s maximálními nároky na houževnatost, pevnost hran a odolnost řezného materiálu proti opotřebení, používají se v poslední době intenzivně vyvíjené tvrdokovy s nejjemnějším zrnem. Slinutý karbid s nejjemnějším zrnem GARANT (univerzální TK) se skládá z karbidů s nejjemnějším zrnem o velikosti cca 0,3 μm . Tyto tvrdokovy s nejjemnějším zrnem pokrývají rozsahy typů P až K (viz též *obr. 2.39*). Tyto řezné materiály nacházejí své použití při třískovém obrábění zušlechťených a kalených ocelí, litin, vláknitých kompozitů a neželezných materiálů.



Obr. 2.40 Vlastnosti různých tvrdokovů

3.1.3 Cermety

Cermety jsou tvrdokovy obsahující karbidy titanu (TiC , TiCN). Jsou to sloučeniny z keramických částic v kovovém pojivu (CERamic-METal).

Mezi pozoruhodné vlastnosti **cermetů** patří:

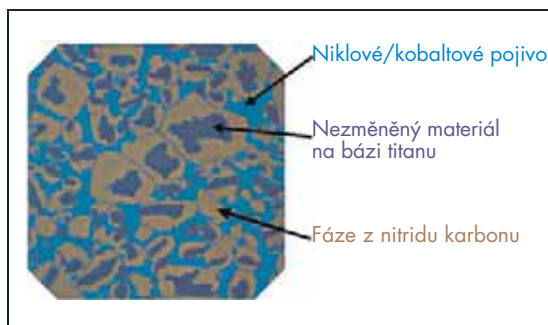
- Vysoká pevnost hříbetních ploch a odolnost proti vymílání
- Vysoká chemická stabilita a tvrdost za tepla
- Nízký sklon k tvorbě nárustků
- Nízký sklon k opotřeбенí oxidací

Díky svému pomalému opotřebovávání dosahují dlouhé životnosti stejně jako vynikající přesnosti a jakosti povrchů. Použití nacházejí při vysokých řezných rychlostech, nízkých posuvech a rovnoměrných hloubkách řezu. Pro optimální využití cermetů musí být podmínky obrábění v ideálním případě relativně stabilní, tzn. jejich hlavní oblastí použití je obrábění načisto.

Vyšší houževnatost cermetů při frézování umožňuje rovněž obrábění nerezových a austenitických ocelí. V porovnání se spektrem využití povlakovaných tvrdokovů na bázi wolframu však cermety zauímají srovnatelně malý prostor. Jsou ovšem dobrou alternativou pro určité operace při obrábění načisto, speciálně u "mazacích" materiálů.

Povlakováním se zvyšuje tvrdost povrchu a tím také odolnost proti otěru a redukuje se tvorba nárustků. Cermety se dají povlakovat jedině s použitím PVD (viz také další informace o povlakování).

Cermet GARANT se skládá z karbidů s nejjemnějším zrnem o velikosti cca 0,2 až 0,4 μm . Přitom je podíl niklu jako pojiva přesně procentuálně přizpůsoben použití pro plně cermetovou frézu nebo vyměnitelnou břitovou destičku. S tímto materiálem lze realizovat především řezy nasucho při obrábění načisto.



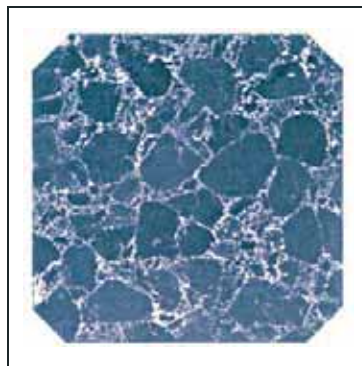
Obr. 2.41 Obraz struktury cermetu



3.1.4 Polykrystalický kubický nitrid boru (PKB nebo CBN)

Kubický nitrid boru (CBN) se používá jako polykrystalický řezný materiál ve třech různých formách provedení:

- jako masivní vyměnitelná břitová destička
- jako povlak, napečený na podkladu z tvrdokovu
- jako řezné těleso, naletované na podkladu z tvrdokovu.



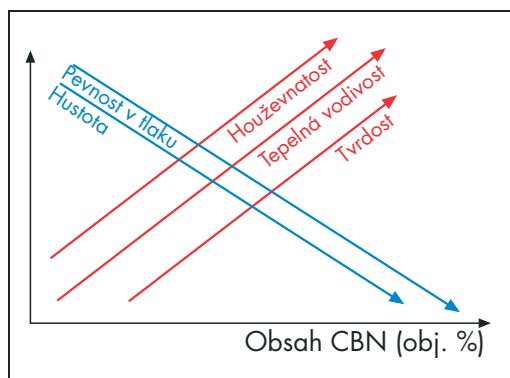
Obr. 2.42 Mikrostruktura kubického nitridu boru (CBN)

Vlastnosti:

- extrémní tvrdost
- vysoká tvrdost za tepla až do teploty 2000°C
- vysoká odolnost proti brusnému opotřebení
- relativně křehký, avšak houževnatý a tvrdý jako řezná keramika
- dobrá chemická stabilita během třískového obrábění

Vlastnosti řezného materiálu CBN se dají upravovat změnou velikosti krystalů a obsahu či typu pojiva. Nízký obsah CBN v kombinaci s keramickým pojivem dává lepší odolnost proti opotřebení a chemickou stabilitu. Tento řezný materiál se hodí především pro konečné úpravy tvrdých ocelových a litinových materiálů.

Vyšší obsah CBN vede k větší houževnatosti. Tyto materiály se používají převážně tam, kde je při obrábění hruba třeba počítat s vysokým mechanickým namáháním břitů a s vysokým tepelným zatížením. Hodí se v první řadě k obrábění tvrdých typů litin a tepelně odolných slitin (obr. 2.43 a tabulka 2.18).



Obr. 2.43
Vlastnosti řezných materiálů CBN

	Nízký obsah CBN	Vysoký obsah CBN
Charakteristiky Vlastnosti	Obsah CBN < 60% Nízká pevnost v tlaku Nízká tepelná vodivost	Obsah CBN 80 až 95% Vysoká lomová houževnatost Vysoká tepelná vodivost
Preferované použití	Obrábění načisto: <ul style="list-style-type: none"> ● kalená ocel ● Litiny ● Tvrdé povlaky (na bázi Co, Ni a Fe) 	Obrábění hrubě: <ul style="list-style-type: none"> ● Kalená ocel ● Tvrzená litina ● Tvrdé povlaky (na bázi Co, Ni a Fe) Obrábění načisto: <ul style="list-style-type: none"> ● Tvrzená litina ● Perlitická šedá litina

Tabulka 2.18 Oblasti použití různých řezných materiálů CBN

Mezi oblastí použití CBN patří oceli ke kování, kalené oceli a litinové materiály, tepelně odolné slitiny a práškové kovy na bázi kobaltu a železa.

Doporučujeme používat CBN k obrábění tvrdých materiálů nad 45 až 65 HRC. Jsou-li materiály příliš měkké, je třeba počítat s neobvykle vysokým opotřebením. S ostřími z CBN je navíc možné dosahovat vynikající jakosti povrchů.

GARANT nabízí následující dva druhy řezných materiálů CBN:

- **CBN 720** Typ extrémně odolný proti opotřebení, s vysokou houževnatostí, pro souvislý řez
- **CBN 725** Typ odolný proti opotřebení, s maximální houževnatostí, pro přerušovaný řez



3.1.5 Polykrystalický diamant (PKD)

Polykrystalický diamant (PKD) je nejtvrdší řezný materiál. Jeho mimořádná tvrdost mu umožňuje odolávat vysokému brusnému otěru. Životnost při obrábění s PKD je až 100krát vyšší než u tvrdokovu. Navzdory pozitivním vlastnostem existují i pro PKD následující meze použitelnosti:

- Teploty v zóně obrábění nanejvýš 600°C
- Kvůli afinitě nelze používat k obrábění železných materiálů
- Nevhodné pro houževnaté, vysoce pevné materiály obrobků

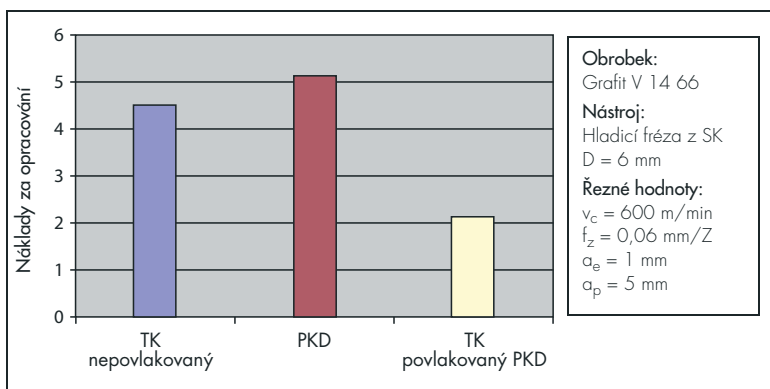
Oblastmi použití jsou:

- Neželezné a nekovové materiály
- Obrábění vyžadující vysokou přesnost a jakost povrchu

Kvůli své křehkosti vyžaduje PKD stabilní podmínky obrábění, tuhé nástroje a stroje a také vysoké řezné rychlosti. Chladicí a mazací kapaliny nepředstavují pro tento řezný materiál žádný problém. Typickým použitím PKD jsou dokončovací obráběcí práce.

Na *obr. 2.44* je znázorněno srovnání výdajů na třískové obrábění grafitu pomocí různých řezných materiálů. Použití nástrojů z PKD zaručuje 10krát delší životnost oproti nástrojům z tvrdokovu. Kromě toho nevykazují nástroje s diamantovým povlakem žádné nevyvážení kvůli letovaným břitům a zaručují tak vyšší přesnost házivosti stopkové frézy.

Je jasné, že výdajově optimální řezný materiál se dá vybrat vždy jedině po pečlivém zhodnocení konkrétních podmínek použití a okrajových podmínek.



Obr. 2.44
Obrábění
grafitu

3.2 Povlakování

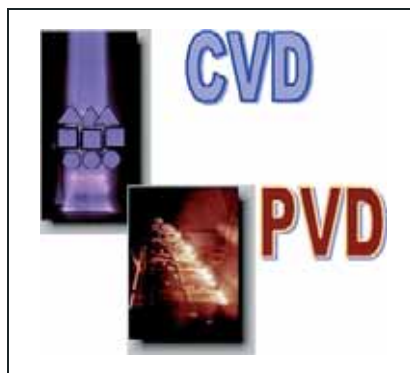
Povlaky výrazně ovlivňují proces třískového obrábění. Pečlivou volbou povlaku ostří nástroje v závislosti na obráběcí práci lze dosáhnout následujících výhod:

- Prodloužení životnosti
- Nižší řezné síly
- Vyšší řezné rychlosti a rychlosti posuvu
- Lepší jakosti povrchů
- Lepší obrábění nasucho
- Lepší obrábění tvrdých materiálů do 65 HRC

3.2.1 Metody povlakování

Vrstvy tvrdých látek se mohou nanášet chemicky i fyzikálně. K metodám patří

- metoda CVD (Chemical Vapor Deposition) a
- metoda PVD (Physical Vapor Deposition).



Obr. 2.45 Metody povlakování

Metoda CVD (chemické vylučování z plynné fáze) se používá např. při povlakování tvrdokovů ve velkém rozsahu. Mimořádně se hodí pro výrobu vícevrstevných povlaků, protože pomocí plynné fáze lze snadno dosáhnout různého složení vrstev. Vrstvy se nanášejí v různé tloušťce, kombinaci a pořadí na povrch.

Výhoda metody PVD (fyzikální vylučování ve vakuu) oproti metodě CVD spočívá ve vylučování vysokotavitelných látek při nízkých teplotách a s tím spojeném šetření substrátu. Další předností je menší tloušťka vrstvy. S tím je spojeno udržování poměrně ostré řezné hrany (menší poloměr řezné hrany), jak to vyžaduje především jemné a přesné obrábění. Níže jsou porovnány charakteristiky metod povlakování.



3.2.2 Povlaky

V *tabulce 2.19* jsou porovnány různé vlastnosti povlaků z tvrdých látek. Volba vhodného povlaku přitom musí být vždy přizpůsobena příslušné obráběcí práci.

	Tvrdost [HV]	Součinitel tepelné vodivosti [kW/mK]	Maximální teplota použití [°C]
TiN	2.200	0,07	600
TiCN	3.000	0,1	450
TiAlN	3.300	0,05	800
Diamant	10.000	2,0	600

Tabulka 2.19 Vlastnosti povlakovaných speciálních nástrojů

V následující tabulce můžete najít důležité vlastnosti různých povlaků. Hodnoty pro konkrétní metody naleznete v kapitolách "Vrtání" až "Soustružení".

Typ povlaku	Vlastnosti
TiN	Odolnost proti vymílání a difúzi
TiAlN	Tvrdost za tepla, odpor vůči oxidaci
TiCN	Tvrdost, houževnatost
Diamant	Tvrdost, odolnost proti otěru

Tabulka 2.20 Významné vlastnosti různých povlaků

Ještě rozsáhleji je možné vyhovět požadavkům obráběcí práce při použití vícevrstevných povlaků.

3.3 Přehled řezných materiálů

Jako řezné materiály GARANT se používají vysoce výkonné rychlořezné oceli (HSS a PM) stejně jako různé tvrdokovy, resp. cermety (povlakované a nepovlakované), ale také řezné materiály CBN pro soustružení a frézování.

Při soustružení se mohou používat následující řezné materiály (viz *tabulka 2.21* a *obr. 2.21*):

Povlakovaný tvrdokov GARANT		
HB 7005	P05/P10/ K05/K10	Typ extrémně odolný proti opotřebení, pro souvislý řez, vhodný pro ocel a šedou litinu při nejvyšších řezných rychlostech (TiN/Al ₂ O ₃ /TiCN, vícevrstvý povlak).
HB 7010	P10/20/ K10/20	Všeobecné použití pro nepřerušovaný, resp. lehce přerušovaný řez (pošléné vrtání), vhodný pro ocel při vyšších řezných rychlostech, jako univerzální typ dobře použitelný také v litině (TiN/Al ₂ O ₃ /TiCN, vícevrstvý povlak).
HB 7035	P30/40	Použití pro střední až hrubé obrábění nerezových ocelí při vysokých řezných rychlostech. Díky maximální houevnatosti velmi dobře použitelný pro přerušované řezy. Vhodný též pro nerezové oceli (VA) (TiN/Al ₂ O ₃ /TiCN, vícevrstvý povlak).
HB 7120	P10/20/ S(Ti)	Speciální typ pro nerezové oceli (VA). Maximální odolnost proti opotřebení v souvislém řezu (TiN/Al ₂ O ₃ /TiCN, vícevrstvý povlak s malým zaoblením řezných hran).
HB 7135	P30/40/ S(Ti)	Speciální typ pro nerezové oceli (VA) a k soustružení závitů díky malému zaoblení řezných hran a vysoké houevnatosti (PVD-TiN, vícevrstvý povlak).
HB 7020	P20/30/	Speciální typ k soustružení závitů (PVD-TiAlN, vícevrstvý povlak), prvotřídní typ pro univerzální použití.
Cermet GARANT		
CB 7035	P10/20	Povlakovaný cermet pro obrábění soustružením ocelí na šedou litinu při středních řezných rychlostech. Rovněž vhodný pro lehce přerušovaný řez (pošléné vrtání).
CU 7033	P10/ K10	Nepovlakovaný cermet pro nejmenší hlazení a obrábění šedé oceli a litiny při maximálních řezných rychlostech. Vhodný pouze pro souvislý řez.
Nepovlakovaný tvrdokov GARANT		
HU 70AL		Speciální vhodný pro obrábění hliníku při vysokých řezných rychlostech díky vynikající odolnosti proti opotřebení a maximální stabilitě řezných hran.
HU 7020		Univerzální použití pro střední obrábění ocelí (cenově výhodná alternativa díky velmi dobrému poměru kvality a ceny).
Řezné materiály CBN GARANT		
CBN 710	48-67 HRC	Typ extrémně odolný proti opotřebení, pro souvislý řez
CBN 720	48-67 HRC	Typ odolný proti opotřebení, s vysokou houevnatostí
CBN 725	48-67 HRC	Typ odolný proti opotřebení, s maximální houevnatostí, pro univerzální použití.
Keramika GARANT		
CE 720	K01 - K30	Al ₂ O ₃ a řezná keramika TiCN pro obrábění litiny
CE 730	48-60 HRC	Al ₂ O ₃ a řezná keramika TiCN pro obrábění tvrdých materiálů
Povlakované tvrdokovy Seco		
TP1000/ TP100	P05-P25, K05-K15	Produktivní typ vysoce odolný proti opotřebení, pro jemné a střední obrábění litiny, oceli a legované oceli při vysokých řezných rychlostech. Povlak Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN (CVD).
TP2000/ TP200	P15-P35, K15-K25	Univerzální typ. První volba pro střední hrubé opracování ocelí, litiny a lehce obrobitelné nerezové oceli. Povlak Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN (CVD).
TP300	P30/40, M20/30, K25/30	Spolehlivý houevnatý typ se širokou oblastí použití, obzvláště při vysokých nárocích na ostří a houevnatost. Pro obtíživé obrobitelné materiály, nerezovou ocel a přerušování řezu. Povlak Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN (CVD).
TP400	P30/40, M15-35	Vysoká odolnost proti opotřebení plastickými deformacemi a vytlamováním. Pro obrábění austenitické a ferritické austenitické nerezové oceli. Povlak Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN (CVD).
TP40	P30/40, M15-35	Velmi houevnatý typ pro hrubé opracování ocelí, litiny a výkovků stejného jako vysoce legované nerezové oceli. Povlak TiC/Ti(C,N)+TiN (CVD).
TX150	K10/20	Houevnatější než TP100. Doplnkový typ pro obrábění GGG a kalené stejně jako legované, vysoce pevné oceli. Povlak Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN (CVD).
CP500/ CP50	P20-40, M25-40, K20/30	Velmi houevnatý jemnozrný typ pro jemné a střední obrábění nerezové oceli. Vhodný pro přerušovaný řez. Alternativa pro obrábění hliníkových slitin. Povlak Ti(C,N)+(Ti,Al)N+TiN (PVD).
Nepovlakované tvrdokovy Seco		
890	K05/10, S(Ti)	Velmi tvrdý a houevnatý jemnozrný typ pro obrábění superslitin na bázi Ni, Co a Fe. Vhodný též pro kalenou ocel, litinu a neelektrolyticky jako Al a Cu.
883	K10/15, S(Ti)	Houevnatější typ než 890. Vhodný hlavně pro hrubé opracování tepelně odolných superslitin.
HX	K20/30, N (Alu)	Univerzální použití pro lité materiály a neelektrolyticky.

Tabulka 2.21 Možnosti použití řezných materiálů při soustružení



DIN 513	ISO	TK povlakovaný CVD	DIN 513	Cermet s povlakem PVD	Cermet bez povlaku	DIN 513	Tvrdokov bez povlaku
HC	P01	HB 7005	HT		CU 7033	HW	
HC	P10	HB 7010	HT	CB 7035		HW	
HC	P20	HB 7010	HT			HW	HU 7020
HC	P30	HB 7035	HT			HW	
HC	P40	HB 7035	HT			HW	
HC	K01	HB 7005	HT		CU 7033	HW	
HC	K10	HB 7010	HT			HW	HU 70AL
HC	K20		HT			HW	
HC	K30		HT			HW	

Obr. 2.46 Tvrdokovy jako řezné materiály GARANT pro soustružení podle norem ISO

Při frézování je možné jako řezné materiály používat tvrdokovy znázorněné na obr. 2.47 a popsané v tabulce 2.22.

DIN 513	ISO	GARANT tvrdokov povlakovaný	DIN 513	GARANT cermet nepovlakovaný	DIN 513	GARANT tvrdokov nepovlakovaný	GARANT HSS – TiN	Seco MM tvrdokov povlakovaný PVD
HC	P01	HB 7705	HT	CU 7725	HW			
HC	P10	HB 7520	HT		HW			F 30M
HC	P20	HB 7525	HT		HW	HU 7730		F 40M
HC	P30	HB 7535	HT		HW			T 60M
HC	P40	HB 7535	HT		HW		HSS-TiN	
HC	M10	HB 7520	HT	CU 7725	HW			F 40M
HC	M20	HB 7525	HT		HW	HU 7730		T 60M
HC	M30	HB 7535	HT		HW		HSS-TiN	
HC	M40		HT		HW			
HC	K01	HB 7510	HT		HW	HU 7710		F 30M
HC	K10	HB 7710	HT		HW			F 40M
HC	K20	HB 7720	HT		HW	HU 7730		
HC	K30		HT		HW			

Obr. 2.47 Tvrdokovy jako řezné materiály GARANT pro frézování podle

Nepovlakovaný tvrdokov GARANT

HB 7510	N (Alu)	Speciální typ pro hliník a další neželezné kovy stejně jako pro plasty. Typ s nejmenějším zrnem , povlak TiAlN/TiN-PVD.
HB 7520	P20/30 M10/200	Univerzální typ pro obrábění nasucho a maximální řezné rychlosti. Typ s nejmenějším zrnem a s nákladným vícevrstevným povlakem TiC/TiN-CVD, vysoce odolným proti opotřebení.
HB 7525	P25 M10/20	Univerzální typ pro obrábění na mokro i nasucho a pro vysoké řezné rychlosti. Vícevrstevný povlak TiC/TiN.
HB 7535	P30/40 M25-35 S (Ti)	Houževnatý typ vhodný též pro obrábění na mokro a mírné řezné rychlosti. Ideální v obtížných, nestabilních podmínkách a pro nerezové oceli. Typ s nejmenějším zrnem , vícevrstevný povlak TiAlN/TiN-PVD.
HB 7705	P05/K05 H > 45 HRC	Typ vysoce odolný proti opotřebení pro obrábění tvrdých materiálů do 60 HRC (nasucho nebo s minimálním mazáním). Typ s nejmenějším zrnem , se silným povlakem TiAlN-CVD.
HB 7710	P10 K10/20	Typ odolný proti opotřebení, pro obrábění litiny. Povlak TiAlN-CVD.
HB 7720	P20 K20/30	Typ odolný proti opotřebení, pro vysoce legované nástrojové oceli a niklové slitiny , k obrábění na mokro i nasucho (též pro obrábění litiny). Povlak TiAlN-CVD.
HB 7735	P15-35 S-25, S(Ti)	Velice houževnatý typ pro obrábění na mokro a speciálně k obrábění materiálů s nízkou pevností nasucho . Povlak TiAlN-CVD.
HB 7835	P30/40 M10-30 S(Ti)	Houževnatý univerzální typ pro obrábění na mokro i nasucho. Vícevrstevný povlak TiCN.

Nepovlakovaný cermet GARANT

CU 7725	P15/M10	Velmi houževnatý a vysoce pevný cermet pro obrábění nasucho při malých hloubkách řezu.
---------	---------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Nepovlakovaný tvrdokov GARANT

HU 70AL	K10/20	Speciálně vhodný pro hliník, neželezné kovy a plasty . Často v provedení leštěném na vysoký lesk.
HU 7020	K10/20	Houževnatý typ pro nízké řezné rychlosti.

Rychlořezná ocel (HSS) GARANT

HSS-TiN	P30/40 M30/40, S(Ti)	Vysoce houževnatá rychlořezná ocel s povlakem TiN pro odstraňování problémů.
---------	-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

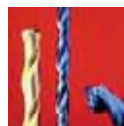
Povlakovaný tvrdokovy SECO

T150M	K01.20	Základní volba při frézování GG a GGG s chlazením nebo bez něho. Povlak Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ (CVD).
T250M	P10-30 M20/30, K20/30 N (Alu), S(Ti)	První volba pro střední až hrubé obrábění oceli a nerezové oceli při středních až vysokých řezných rychlostech, s chlazením nebo bez něho. Povlak Ti(C,N)+TiN/Al ₂ O ₃ (CVD).
T25M	P10-40 M20-40, K20/30 N (Alu), S(Ti)	Houževnatý typ pro obrábění oceli a nerezové oceli nahrubo, s chlazením nebo bez něho. Povlak Ti(C,N)+TiC/Ti(C,N)+TiN (CVD).
T20M	P01-P30 M10/20, K10/20	Pro jednoduché až střední obrábění oceli a kalené oceli stejně jako nerezové oceli při vysokých řezných rychlostech. Vynikající pro hrubé obrábění GG a GGG. Povlak Ti(C,N)+Al ₂ O ₃ +TiN (CVD).
F15M	P01-20, M10/20 K01-20, N(Alu), S(Ti), H > 45 HRC	Pro jednoduché až střední obrábění hliníku, Al slitin a materiálů, které mají sklon k lepení. Extrémní odolnost proti opotřebení a ostré řezné hrany. Povlak (Ti,Al)N+TiN (PVD).
F30M	P30/40, M20/30 K20/30, N(Alu), S(Ti), H > 45 HRC	Základní typ pro Minimaster. Houževnatý typ pro obrábění všech materiálů načisto. Pro hrubé obrábění tvrdé litiny, těžce obrábitelné nerezové oceli a superslitin při malých posuvech. Ostré řezné hrany. Povlak (Ti,Al)N+TiN (PVD).
F40M	P30/40, M30/40 K20/30, N(Alu), S(Ti), H > 45 HRC	Typ pro hlazení a předběžné hlazení oceli, nerezové oceli, šedé litiny a superslitiny. První volba při frézování s malými posuvy, resp. nízkými řeznými rychlostmi. Vynikající pro frézování s rizikem vibrací a při použití chladících a mazacích kapalin. Povlak (Ti,Al)N+TiN (PVD).
T60M	P20-40	Univerzální typ pro Minimaster. Dobrá kombinace odolnosti proti opotřebení a houževnatosti. Povlak Ti(C,N)-(Ti,Al)N-TiN (PVD).

Nepovlakované tvrdokovy SECO

HX	K25, N(Alu)	Jemnozrný typ pro střední obrábění šedé litiny a neželezných kovů. Vysoká tvrdost a houževnatost.
H25	P25-40 M25-40 K20/30 N (Alu), S(Ti)	Houževnatý jemnozrný typ pro frézování superslitin.

Tabulka 2.22 Možnosti použití řezných materiálů při frézování



Obsah

Seznam tabulek - hodnoty parametrů pro vrtání	155
Systém barevného kódování GARANT	156
Přehled nástrojů pro vrtání s pevným břitem	158
Přehled nástrojů pro vrtání s demontovatelným břitem	162
1 Rozdělení metod vrtání	164
2 Parametry obrábění při vrtání	164
2.1 Vrtání do plného materiálu	165
2.2 Vyvrtávání	165
3 Síly, kroutící momenty, potřebný výkon při vrtání	166
3.1 Řezná síla	166
3.2 Kroutící moment a výkon	167
3.3 Další složky síly třískového obrábění při vrtání	169
4 Výpočet času obrábění při vrtání	170
5 Hloubka vrtání a průměr předvrtání	171
5.1 Hloubka vrtání	171
5.2 Průměr předvrtání při vyvrtávání	172
6 Spirálové vrtáky z rychlořezné oceli (HSS)	172
6.1 Typy spirálových vrtáků	172
6.2 Způsoby broušení a chyby při broušení	174
7 Celistvé vrtáky ze slinutého karbidu (SK)	177
8 Vrtáky s demontovatelným břitem	178
8.1 Vrtáky s vyměnitelnou hlavou (korunkové vrtáky)	178
8.2 Vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami	179
8.2.1 Plné vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami	179
8.2.2 Vyvrtávání s dvoubřit. vrtáky s vyměnit. břitovými destičkami	180
9 Příklady použití vrtáků GARANT	181
9.1 Použití FS profilů GARANT u vrtáků z rychlořezné oceli (HSS)	181
9.2 Použití vysoce výkonných TK vrtáků GARANT	183
9.3 Použití plných vrtáků s vyměnitelnými břitovými destičkami GARANT	184
10 Vlivy na výsledek vrtání a odstraňování poruch	186
10.1 Vlivy na výsledek vrtání	186
10.2 Návod k odstraňování poruch při vrtání	187
11 Orientační hodnoty pro používání vrtáků	188

Seznam tabulek - hodnoty parametrů pro vrtání

Vrtáky		Řezný materiál / povlak	Č. tab.	Strana
Středící vrtáky		HSS a HSS/E	3.9	190
NC navrtávky		HSS/E	3.10	192
		HSS/E (povlakováno TiAlN)	3.11	194
Spirálový vrták		HSS a HSS/E	3.12	196
	Vysoký výkon	HSS/E a HSS/Co8 (povlakováno TiAlN)	3.13	198
		Prášková ocel PM (povlakováno TiAlN)	3.14	200
		HSS a HSS/E (povlakováno TiAlN nebo TiN)	3.15	202
Středící vrtáky		Tvrdokov	3.16	204
NC navrtávky		Tvrdokov	3.17	206
		Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.18	208
Jemné vrtáky / spirálové vrtáky	krátké	Tvrdokov	3.19	210
Spirálový vrták		Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.20	212
		Osazeno tvrdokovem	3.21	214
	dlouhý	Tvrdokov	3.22	216
		Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.23	218
Vysoce produktivní vrtáky	3xD	Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.24	220
	3/5xD	Slinutý karbid (povlakováno TiAlN nebo TiN)	3.25	222
	3/5xD	Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.26	224
	5xD	Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.27	226
	5xD	Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.28	228
Spirálové vrtáky 3-břítové	5xD	Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.29	230
Vrtáky s maximálním výkonem	8xD	Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.30	232
	12xD	Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.31	234
4-fasetové vrtáky	3xD	Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.32	236
	7xD	Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.33	238
	12xD	Tvrdokov (povlakováno TiAlN)	3.34	240
Korunové vrtáky	3/5xD Seco CL	Slinutý karbid (typy P, M, K) 2 efektivní břity	3.35	242
Vrtáky do plného s výměnitelnými břitovými destičkami	2xD Quatron	Vyměnitelné břitové destičky (tvrdokov)	3.36	244
	5xD Duon	Vyměnitelné břitové destičky (tvrdokov) 2 efektivní břity	3.37	246
	3xD Trigon	Vyměnitelné břitové destičky (tvrdokov)	3.38	248
Vrtáky s výměnit. břitovými destičkami, dvoubřité	G01	Vyměnitelné břitové destičky (tvrdokov)	3.39	250
			3.40	258



System barevného kódování GARANT



 Trendy & Inovace

GARANT – PÁN BAREVNÝCH PRSTENŮ

System barevného značení GARANT: Měřítka pro celý obor

Díky nově vyvíjeným výrobkům značky GARANT stanovujeme stále nová a nová měřítka. Proto jsme mimo jiné pro naši exkluzivní značku GARANT vyvinuli speciální systém barevných kroužků pro jednoduché a rychlé rozlišení obráběcích nástrojů jako např. vrtáků, záhlubníků, závitníků, výstružníků a fréz.

Toto barevné značení se na trhu již stalo standardem. To je důkazem naší značné kompetence a zvláštní kvality profesionálního nářadí GARANT.

**Nástroje GARANT lze objednat
v následujících barevných skupi-
nách:**



Zelený kroužek
= pro univerzální
použití

- dobře obrobitelné oceli do 750 N/mm²
- zušlechtnuté oceli do 1100 N/mm²
- korozivzdorné oceli do 750 N/mm²
- měď a slitiny mědi tvrdé
- mosaz tvořící dlouhou třísku
- slitiny hliníku tvořící krátkou a dlouhou třísku
- šedá a temperovaná litina
- slitiny hořčíku a zinku
- konstrukční oceli, měkké, tvořící dlouhou třísku
- bronz



Bílý kroužek
= pro šedou litinu,
mosaz
a bronz

- bronz s krátkou třískou
- hořčík a slitiny hořčíku
- tvrdé plasty
- bronz s krátkou třískou



Aktion



Modrý kroužek
= pro korozi-
vzdorné oceli

- oceli odolné vůči kyselinám (V4A) obtížně obrobitelné
- měď a slitiny mědi měkké
- bronz tvořící dlouhou třísku
- vstříkovaný hliník (např. AISi9Mg)
- automatové a nástrojové oceli do 750 N/mm²
- konstrukční oceli



Červený kroužek
= pro ocel do
1100 N/mm² resp.
1400 N/mm²

- pro velmi pevné a zušlechtěné oceli
- jemnozrnné konstrukční oceli
- nástrojové oceli s krátkou třískou
- měď a slitiny mědi tvrdé
- bronz s krátkou třískou
- slitiny hořčíku



Žlutý kroužek
= pro ocel do
500 N/mm², hliník
a hořčík

- měkké oceli tvořící dlouhou třísku
- měď a slitiny mědi
- mosaz tvořící dlouhou třísku
- slitiny hliníku tvořící dlouhou třísku
- termoplastické hmoty



Růžový kroužek
= pro titan
a exotické
slitiny

- nástrojové oceli
- velmi pevné oceli nad 1100 N/mm²
- kalené manganové oceli
- obtížně obrobitelné oceli (Hastelloy, Inconell)
- duroplastické hmoty





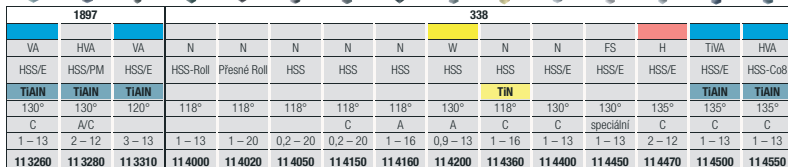
Přehled nástrojů pro vrtání s pevným břitem

Spirálové vrtáky HSS

DIN ▶	333									1899				
Barevný kroužek ▶	NC-navrtávák									1897				
Typ vrtáku	A/R/B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	FS	FS	N	N
Rezní materiál	HSS/HSSE	HSS/E	HSS/E	HSS/E dlouhý	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E dlouhý	HSS/E dlouhý	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E
Povlak	TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN			TiAlN		TiN
Úhel špičky	60°/120°	90°	90°	90°	120°	142°	142°	120°	142°	118°	135°	130°	130°	130°
Výbrus špičky											speciální	speciální	C	C
Rozsah velikosti (Ø mm)	0,5 – 10	3 – 20	3 – 20	6 – 12	3 – 20	3 – 20	3 – 20	6 – 12	6 – 12	0,15 – 1,45	1 – 20	1 – 12	1 – 13	1 – 20
Číslo zboží	111000-111540	112000	112020	112100	112110	112120	112140	112160	112170	112300	113020	113140	113150	113230
▼ Skupina materiálů														
Al	o	•	•	•	•	•	•	•	•	o	•	o	o	o
Al > 10% Si			o	o	o		o	o	o			o		
Ocel < 500 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 750 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 900 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 1100 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	o	•
Ocel < 1400 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	o	•
Ocel > 45 HRC														
INOX < 900 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	o	•	•
INOX > 900 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	o	o	o
Ti > 850 N/qmm				•	•	•	•	•	•	•	•	o	o	•
Litina			•	•	•	•	•	•	•	o	•	•	•	
CuZn		•	•	•	•	•	•	•	•				o	o
Graphit & GFK														
UNI	o	•	•	•	•	•	•	•	•	o	o	o	•	•

DIN ▶	338				340					1869				
Barevný kroužek ▶		FS	FS	N	W	FS	FS	VA	FS	FS	FS	FS	FS	FS
Typ vrtáku	HSS/Co8	FS/E	HSS-PM	HSS	HSS	HSS	HSS/E	HSS/E	FS	FS/E	HSS	HSS	HSS/E	HSS/E
Rezní materiál	HSS/Co8	FS/E	HSS-PM	HSS	HSS	HSS	HSS/E	HSS/E	FS	FS/E	HSS	HSS	HSS/E	HSS/E
Povlak	TiAlN	TiAlN	TiAlN			TiAlN				TiAlN			TiAlN	TiAlN
Úhel špičky	135°	130°	130°	118°	130°	130°	130°	130°	130°	130°	130°	130°	130°	130°
Výbrus špičky	speciální	speciální	speciální	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Rozsah velikosti (Ø mm)	3 – 13	1 – 13	2 – 13	1 – 16	2,5 – 10	1 – 13	1 – 14	1 – 12	1 – 12	1 – 12	3 – 10,2	3 – 10,2	3 – 10,2	3 – 10,2
Číslo zboží	114555	114600	114620	116000	116040	116060	116061	116070	116080	116240	116280	116290	116290	116290
▼ Skupina materiálů														
Al	o	o	o		•	o	o		o	•	o	o	o	o
Al > 10% Si			o			o	•	o	o	•	•	•	•	•
Ocel < 500 N/qmm	•	•	•	•		o	•	o	•	•	•	•	•	•
Ocel < 750 N/qmm	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 900 N/qmm	•	•	•	•						•	•	•	•	•
Ocel < 1100 N/qmm	•	•	•	•										
Ocel < 1400 N/qmm	•	•	•	•										
Ocel > 45 HRC														
INOX < 900 N/qmm	•		•	•				•	•	•	•	•	•	•
INOX > 900 N/qmm	o		o	o				•	•	•	•	•	•	•
Ti > 850 N/qmm	o	o	o	o										
Litina	•	•	o	o		•	•				•			
CuZn	•													
Graphit & GFK														
UNI	•	o	•											

• = velmi vhodný; o = podminěně vhodný



	o		o			•		o			
•	•	•	•	•		•		•	•	•	•
•	•	•	•	•		•		•	•	•	•
	o	•		•				•	•	•	•
				•	•			o			
					•			o			
			o	•			•	o			
				•	•		•				
	o	•		•		•		o	•		•
				•							
o				o		o		o			

159

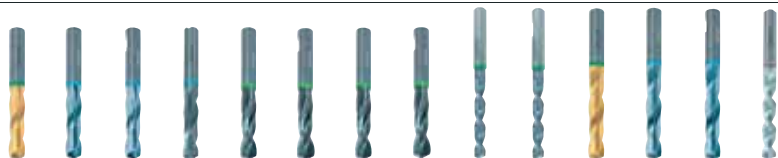
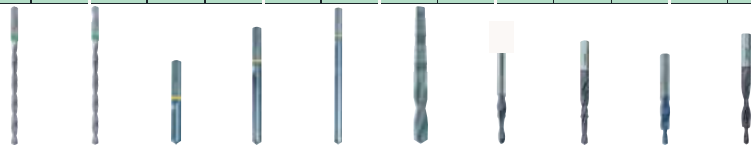


Spirálový vrták TK

DIN ►	333	NC navrtávač				1899	6539	8037	338	6537 krátky
Barevný kroužek ►										
Typ vrtáku	Střed. vrt.	N	N	N	N	N	N	N	N	
Délka										3XD 3XD
Provedení stopky										HA HA
Chladicí kanály IK										
Rezný materiál	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	HM	VHM	VHM
Povlak			TiAIN		TiAIN					TiAIN TiN
Vrcholový úhel	60°	90°	90°	142°	142°	130°	118°	118°	118°	140° 140°
Výbrus špičky						C			C	speciál speciál
Rozsah velikosti (Ø mm)	0,5 – 6,3	2 – 20	2 – 20	2 – 20	2 – 20	0,2 – 1,4	0,5 – 13	3 – 16	1 – 13	3 – 16 3 – 20
Číslo zboží	121000	121020	121040	121070	121110	121200	122100	122200	122250	122305 122310
▼ Skupina materiálu										
Al	●	●	●	●	●	●	●		●	
Al > 10% Si	●	●	●	●	●	●	●		●	
Ocel < 500 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ocel < 750 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ocel < 900 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ocel < 1100 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ocel < 1400 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ocel > 45 HRC										●
INOX < 900 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
INOX > 900 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ti > 850 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Litina	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CuZn	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Grafit & GFK										
UNI	●	●	●	●	●	●	●		●	

DIN ►	6537 dlouhý								
Barevný kroužek ►									
Typ vrtáku	NH	NH	H7	GG/W	GG/W		N	N	
Délka	5XD	5XD	5XD	5XD	5XD	8XD	8XD	8XD	12XD
Provedení stopky	HA	HB	HA	HA	HA	HA	HA	HB	HA
Chladicí kanály IK	IK	IK	IK		IK	IK	IK	IK	IK
Rezný materiál	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Povlak	TiAIN	TiAIN	TiAIN		TiAIN	TiAIN	TiAIN	TiAIN	TiAIN
Vrcholový úhel	140°	140°	140°	130°	130°	140°	140°	140°	140°
Výbrus špičky	speciální	speciální	speciální	speciální	speciální	speciální	speciální	speciální	speciální
Rozsah velikosti (Ø mm)	3 – 20	3 – 20	3,98 – 12	3 – 16	3 – 16	4 – 20	3 – 20	3 – 20	4 – 20
Číslo zboží	122760	122770	122790	122791	122800	122910	123100	123121	123210
▼ Skupina materiálu									
Al				●	●	●	●	●	●
Al > 10% Si				●	●	●	●	●	●
Ocel < 500 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ocel < 750 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ocel < 900 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ocel < 1100 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ocel < 1400 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ocel > 45 HRC	●	●	●	●	●	●	●	●	●
INOX < 900 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●
INOX > 900 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ti > 850 N/qmm	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Litina	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CuZn				●	●		●	●	
Grafit & GFK									
UNI	●	●	●	●	●		●	●	●

● = velmi vhodné; ○ = podmiňně vhodné

[illegible]

6537 dlouhý		6539	~ 338		Výrobce				
N	N	GG/AL	GG/AL	GG/AL	HM	N	N	N	N
12XD	12XD	3XD	7XD	12XD		Otvor pro závit	Otvor pro závit	Průchod otvor	Průchod otvor
HA	HB	HA	HA	HA	MK	HA	HA	HA	HA
IK	IK	IK	IK	IK					
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	HM	VHM	VHM	VHM	VHM
TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN		TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN
140°	140°	120°	120°	120°	118°	140°	140°	140°	140°
speciální	speciální				speciální	speciální	speciální	speciální	speciální
4 – 20	4 – 18	3 – 20	3 – 20	4 – 20	10 – 20	M3 – M12	M3 – M12	M3 – M12	M3 – M12
123300	123321	123620	123640	123660	124500	125050	125100	125120	125200
o	o	•	•	•	o	•	o	•	
o	o	•	•	•		o	o	o	
o	o								
•	•					•	•	•	•
•	•				•	•	•	•	•
•	•				•	•	•	•	•
•	•				•	•	•	•	•
•	•					•	•	•	•
•	•					•	•	•	•
o	o					•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	o	•	o	•
					•		•		•
o	o					•	•	•	•

161



Přehled nástrojů pro vrtání s demontovatelným břitem

Vrták s vyměnitelnými destičkami



SECO GrownLoc
Vrtáky s vyměnitelnou hlavou
Ø od 12 mm do 20 mm



KOMET Řezné materiály:
Druhy tvrdokovu, Cermet,
PKD a CBN



KOMET KUB Quatron
Ø od 14 mm do 44 mm



KOMET KUB Duon
Ø od 20,8 mm do 29,7 mm



KOMET KUB Trigon
Ø od 14 mm do 44 mm

Vyvrátání



KOMET Hrubovací hlava
dvoubřitá G01/G03
Ø od 24 mm do 91 mm



KOMET Soustružení
(HSS program, UniTurn,
vyměnitelné břitové destičky)



KOMET Hlava s jemným
nastavením B301 s vložkou
pro jemné soustružení M302
Ø od 29,5 mm do 199 mm



KOMET Hlava s jemným
nastavením M03 Speed
Ø od 24,8 mm do 103 mm



KOMET elektronická hlava
s jemným nastavením M040
(sada od Ø 8 mm do 17 mm
a jednotlivě s ABS)



KOMET mechanická sada
hlav pro jemné vyvrátání „MFK“
Ø od 8 mm do 32 mm



KOMET Vyvrátací tyče a
vyměnitelné břitové destičky
k soustružení otvorů

Upozornění: Viz též kapitola „Soustružení“



1 Rozdělení metod vrtání

Podle normy DIN 8589, část 2 jsou metody vrtání rozděleny např. na:

- Vrtání do plného materiálu
- Vyvrtávání
- Řezání vnitřních závitů
- Zhlubování
- Vystružování
- atd.

2 Parametry obrábění při vrtání

Průřez třísky A určuje významnou měrou sílu třískového obrábění (viz též odstavec 3). Obr. 3.1 znázorňuje vztah mezi podílem posuvu na břit f_z a hloubkou řezu a_p , resp. možný výpočet z tloušťky třísky h a šířky třísky b . Platí následující vztahy:

$$f_z = \frac{f}{Z}$$

f posuv [mm/ot.] (rov. 3.1)
 Z počet břitů

$$\kappa_r = \frac{\sigma}{2}$$

κ_r úhel nastavení [°] (rov. 3.2)
 σ vrcholový úhel vrtáku [°]

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa_r}$$

b šířka třísky [mm] (rov. 3.3)
 a_p hloubka řezu [mm]

$$h = f_z \cdot \sin \kappa_r$$

h tloušťka třísky [mm] (rov. 3.4)
 f_z posuv na zub [mm]

$$A = f_z \cdot a_p = b \cdot h$$

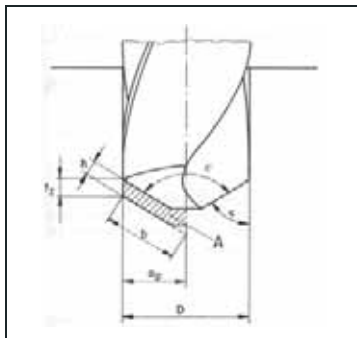
A průřez třísky [mm²] (rov. 3.5)

Pro spirálový vrták se 2 břity ($z = 2$) platí:

$$f_z = \frac{f}{2}$$

$$A = \frac{d \cdot f}{4}$$

(rov. 3.6)

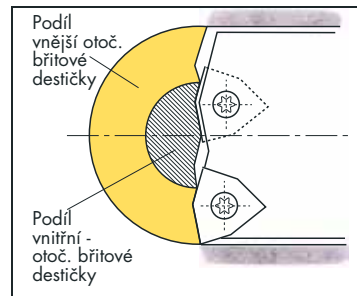


Obr. 3.1 Průřez třísky pro vrtání do plného materiálu se spirálovým vrtákem

Platí:

$$b = b_i + b_a$$

b_i šířka třísky, vnitřní WPL
 b_o šířka třísky, vnější WPL



Obr. 3.2
Rozdělení řezu na vrtáku WPL

Úhel nastavení κ může být u vrtáků s vyměnitelnými břitovými destičkami pro každou destičku jiný, což má vliv na tloušťku třísky h .

2.2 Vyvrtávání

Obr. 3.3 znázorňuje průřez třísky A při vyvrtávání. Zde platí následující vztahy:

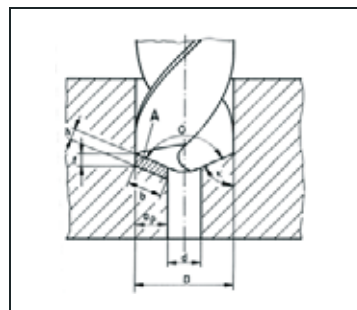
Z hloubky řezu

$$a_p = \frac{(D-d)}{2}$$

vyplývá pro průřez třísky A pro
vyvrtávání:

$$A = \frac{(D-d) \cdot f_z}{2}$$

(rov. 3.7)



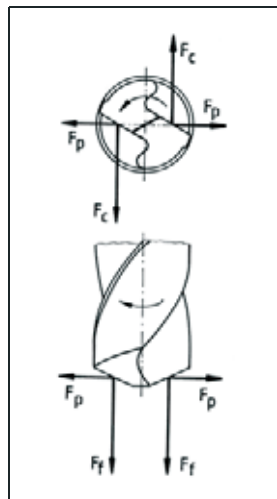
Obr. 3.3
Průřez třísky při vyvrtávání spirálovým
vrtákem



3 Síly, kroutící moment, potřebný výkon při vrtání

3.1 Řezná síla

Pro výpočet řezné síly při vrtání je při dobrém přiblížení možné použít rovnici pro soustružení podle Kienzleho (viz rovnice 2.5, kapitola "Základy", odstavec 1.4). Při vrtání je výhodné zavést faktor metody f_B pro zohlednění vlivů na řeznou sílu, které jsou při vrtání jiné než při soustružení (např. tvar břitů, řezná rychlost atd.). Platí tedy následující vztahy (tabulka 3.1):



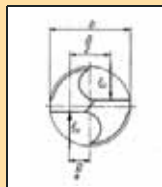
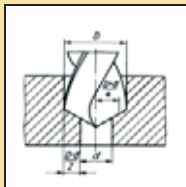
Obr. 3.4
Složky síly třískového
obrábění spirálového vrtáku

	Vrtání do plného materiálu	Vyvtavání
Faktor metody f_B	$f_B = 1$	$f_B = 0,95170$
Řezná síla na břit F_{cz}	(rov. 3.8) $F_{cz} = \frac{D}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_B$	(rov. 3.9) $F_{cz} = \frac{(D-d)}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_B$
F_{cz} řezná síla na břit [N] D vnější průměr otvoru [mm] d vnitřní průměr otvoru [mm] f_z posuv na zub [mm/Z] k_c specifická řezná síla [N/mm ²] (závislá na materiálu, viz kapitola 1) f_B faktor metody pro vrtání		

Tabulka 3.1 Výpočet řezné síly pro vrtání

3.2 Kroučící moment a výkon

Při vrtání se výpočet výkonu provádí obvykle pomocí kroučícího momentu (tabulka 3.2).

	Vrtání do plného materiálu	Vývrtávání
Silové působení	$H = D / 4$ 	$H = (D + d) / 4$ 
Kroučící moment	$M_b = \frac{F_{cz} \cdot Z \cdot \frac{D}{4}}{1000}$ <p>(rov. 3.10)</p> <p>Pro $Z = 2$ platí:</p> $M_d = \frac{F_{cz} \cdot D}{2000}$ <p>(rov. 3.11)</p> $M_d = \frac{9554 \cdot P_c}{n}$ <p>(rov. 3.14)</p>	$M_b = \frac{F_{cz} \cdot Z \cdot (D + d)}{4000}$ <p>(rov. 3.12)</p> <p>Pro $Z = 2$ platí:</p> $M_d = \frac{F_{cz} \cdot (D + d)}{2000}$ <p>(rov. 3.13)</p> $M_d = \frac{9554 \cdot P_c}{n}$ <p>(rov. 3.14)</p>
Výkon	$P_a = \frac{P_c}{\eta}$ <p>(rov. 2.15)</p> $P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c}{60000}$ <p>(rov. 3.16)</p>	$P_c = \frac{M_d \cdot n}{9554}$ <p>(rov. 3.15)</p> $P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)}{60000}$ <p>(rov. 3.17)</p>
F_c F_{cz} H Z D d	řezná síla [N] ($F_c = F_{cz} \cdot Z$) řezná síla na břit [N] rameno síly [mm] počet břitů vnější průměr otvoru [mm] vnitřní průměr otvoru [mm]	M_d P_c P_a n v_c η kroučící moment [Nm] řezný výkon [kW] hnací výkon [kW] počet otáček [min ⁻¹] řezná rychlost [m/min] účinnost

Tabulka 3.2 Výpočet kroučícího momentu a výkonu při vrtání


Praktický příklad:


Vysoce výkonný vrták GARANT - TK

Zadání:

Pomocí celistvého vrtáku ze slinutého karbidu mají být vyvrtány otvory do plného materiálu St37 o průměru 20 mm. Hledáme požadovaný řezný výkon a potřebný krouticí moment.

Postup:

1. Volba velikostí v závislosti na nástroji a materiálu:

Nástroj	Hlavní katalog	Úhel špičky vrtáku	$\sigma = 140^\circ$
		Počet břitů	$Z = 2$
Materiál St 37	Kapitola "Materiály", odst. 1	Materiál. skup. 1.0	$k_{c1,1} = 1780 \text{ N/mm}^2$ $m = 0,17$

2. Výběr pracovních parametrů:

Tabulka 3.26	Materiál. skup. 1.0	$D = 19...20 \text{ mm}$ $v_c = 80 \text{ m/min}$ $n = 1306 \text{ 1/min}$ $f = 0,45 \text{ mm/ot.}$
--------------	---------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Výpočet řezné síly, momentu a výkonu

$$F_{CZ} = \frac{D}{2} \cdot f_z \cdot \left[\frac{k_{c1,1}}{h^m} \right] \cdot f_B \quad (\text{rov. 3.8}) \quad \text{s } f_B = 1 \text{ a } h = f_z \cdot \sin(\sigma/2) \text{ (odstavec 3.1)}$$

$$F_{CZ} = 10 \cdot 0,225 \cdot \left[\frac{1780}{(0,25 \cdot \sin 70^\circ)^{0,17}} \right] \cdot 1 = 5123,24 \text{ N}$$

$$M_d = \frac{F_{CZ} \cdot D}{2000} \quad (\text{rov. 3.11})$$

$$M_d = \frac{5123,2 \cdot 20}{2000} = 51,23 \text{ Nm}$$

$$P_c = \frac{F_{CZ} \cdot v_c}{60000} \quad (\text{rov. 3.16})$$

$$P_c = \frac{5123,2 \cdot 80189}{60000} = 6,83 \text{ kW} \quad \text{nebo}$$

$$P_c = \frac{M_d \cdot n}{9554} \quad (\text{rov. 3.15})$$

$$P_c = \frac{51,2 \cdot 1306}{9554} = 7,0 \text{ kW}^{1)}$$

1) Nepatrné odchylky vyplývají z rozsahu průměru pro počet otáček, uvedeného v tabulce 3.26.

3.3 Další složky síly třískového obrábění při vrtání

Radiální složka řezné síly F_p je orientována radiálně směrem ven (viz obr. 3.4). Je dána příčným břittem, hlavním břittem, špičkou a vodicí fasetou. V normálním případě symetricky řezajícího vrtáku s několika břity se všechny radiální složky řezných sil ruší a nemají žádný vliv na nástroj ani na obrobek.

Výjimka nastává u vrtáků s vyměnitelnými břitovými destičkami. Jejich ostří je rozděleno na několik asymetricky uspořádaných břitových destiček, které navíc často mají také rozdílné úhly nastavení. Teoretické metody výpočtu jsou zatím velmi nespolehlivé. Radiální složka řezné síly se zde musí určovat měřením.

Další výjimky se objevují u asymetricky nabroušených spirálových vrtáků a při navrtávání nerovných ploch. Chyby, které se zde vyskytují, jsou popsány dále v této kapitole.

Axiální složky řezných sil F_f v axiálním směru vrtáku (viz obr. 3.4) vznikají na hlavním a vedlejším břitu a jsou dány především vlastnostmi materiálu, průřezem třísky, úhlem čela a ostrostí řezných hran. Teoretické výpočty axiální složky řezné síly jsou poměrně nepřesné. Z měření vyplývají následující vztahy:

Vrtáky s vyměnitelnými
břitovými destičkami:
spirálové vrtáky:

$$F_f \approx 0,6 \cdot F_C$$

$$F_f \approx 0,8 \cdot F_C$$

$$F_f \approx F_C$$

(obrábění oceli),

(obrábění litiny) stejně jako

Zde je dán značný podíl síly příčným ostřím (možno až 60%). Tento podíl příčného ostří se dá výrazně zmenšit speciálním broušením. Předvrtání na průměr jádra nabízí možnost zcela eliminovat nepříznivý vliv příčného ostří a zmenšit tak radiální složku řezné síly F_f cca o 50%.



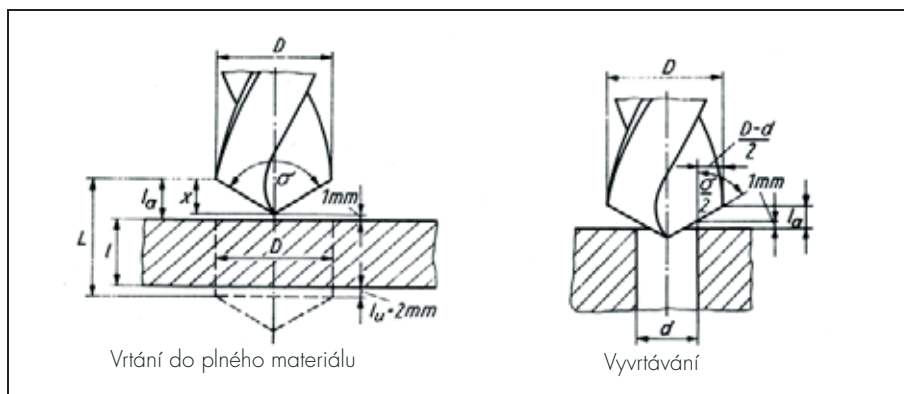
4 Výpočet času obrábění při vrtání

Všeobecné vztahy pro určení času obrábění t_h jsou pro vrtání do plného materiálu a vyvrtávání znázorněny na obr. 3.5. Pro určení času obrábění přitom obecně platí:

$$t_h = \frac{L}{f \cdot n}$$

t_h čas obrábění [min]
 L celková dráha vrtáku [mm]
 f posuv [mm/ot.]
 n počet otáček [min^{-1}]

(rov. 3.18)



Obr. 3.5 Dráhy náběhu a přeběhu při vrtání

Pro celkovou dráhu vrtáku L pak platí:

$$L = l + l_a + l_u$$

l tloušťka obrobku [mm]
 l_a dráha náběhu [mm]
 l_u dráha přeběhu [mm]

(rov. 3.19)

Pro dráhu přeběhu l_u je při vrtání obecně dáno:

Průchozí otvor:

$$l_u = 2 \text{ mm}$$

Slepé otvory:

$$l_u = 0 \text{ mm}$$

Dráha náběhu l_a při vrtání se určuje ze vzorce:

$$l_a = 1 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)}$$

(rov. 3.20)

Při dodržování již uvedených podmínek lze vypočítat celkovou dráhu vrtáku L následujícím způsobem:

Průchozí otvor:

$$L = l + 3 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)} \quad (\text{rov. 3.21})$$

Slepý otvor:

$$L = l + 1 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)} \quad (\text{rov. 3.22})$$

5 Hloubka vrtání a průměr předvrtání

5.1 Hloubka vrtání

Pro vrtání má rozhodující význam typ vznikajících třísek a jejich transport z otvoru. Vznikající tvar třísek závisí podstatnou měrou na obráběném materiálu. Např. u litiny vznikají šroubové nebo spirálové lámavé třísky. Při vrtání oceli mohou naproti tomu vznikat dlouhé šroubové nebo páskové třísky (viz kapitola "Základy", odstavec 1.1.3). Kvůli obtížnosti odvodu třísek z otvoru je omezena možná hloubka vrtání. U lehce obrobitelných materiálů s menším hromaděním třísek může být hloubka vrtání ve srovnání s těžko obrobitelnými materiály cca o 40% větší. Maximální hloubky vrtání mohou být přibližně určeny podle následujícího vzorce:

$$BT_{\max} = l_3 - [D_{WZ} \cdot (1,0 \dots 1,4)]$$

BT_{\max} max. hloubka vrtání [mm] (rov. 3.23)

l_3 délka drážky na lámání třísek na vrtáku

D_{WZ} průměr vrtáku [mm]

Přitom platí:

Specifikace materiálů	Materiálové skupiny (podle kapitoly "Materiály", odstavec 1)	Max. hloubka vrtání BT_{\max}
Lehce obrobitelné	1.0/ 1.1/ 2.0/ 3.0/ 13.0/ 13.1/ 15.9/ 15.1/ 15.2/ 17.0/ 17.1/ 18.0/21.0	$l_3 - 1,0 \cdot D_{WZ}$
Normálně obrobitelné	2.1/ 3.1/ 3.2/ 4.0/ 4.1/ 5.0/ 6.0/ 6.1/ 8.0/ 8.1/ 8.2/ 9.0/ 13.0/ 15.3/ 17.3/ 19.0/ 19.1/ 19.2/ 19.3/ 19.4/ 19.5/ 19.6/ 20.0/	$l_3 - 1,2 \cdot D_{WZ}$
Těžko obrobitelné	7.0/ 7.1/ 10.0/ 10.1/ 10.2/ 11.0/ 11.1/ 12.0/ 13.1/ 13.2/ 13.3/ 14.0/ 16.0/ 16.1/21.1	$l_3 - 1,4 \cdot D_{WZ}$

Tabulka 3.3 Maximální hloubky vrtání



5.2 Průměr předvrtání při vyvrtávání

Při vyvrtávání se spirálovými vrtáky nebo záhlubníky je možné přibližně určit rozměr nejmenšího průměru předvrtání podle *tabulky 3.4* následujícím způsobem:

Vyvrtávání s	Nejmenším průměrem předvrtání
Spirálový vrták	$0,3 \cdot D$
Výhrubník	$0,7 \cdot D$
Výhlubník s břity z tvrdokovu	$0,8 \cdot D$

Tabulka 3.4 Nejmenší průměr předvrtání

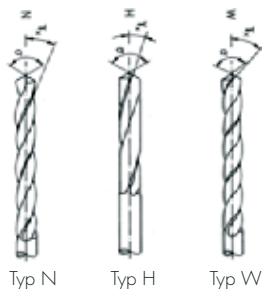
6 Spirálové vrtáky z rychlořezné oceli (HSS)



Obr. 3.6 Spirálový vrták GARANT

6.1 Typy spirálových vrtáků

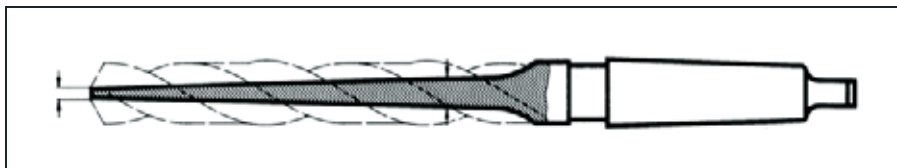
Jako rozlišovací znak jednotlivých typů spirálových vrtáků se používá boční úhel čela γ_f , který je s dostatečnou přesností stejný jako úhel šroubovice δ . Ten se liší podle vlastností lámání třísek materiálu a je přiřazen hlavním skupinám vrtáků N (normální materiály), H (tvrdé materiály) a W (měkké materiály) (viz *tabulka 3.5*). Kromě toho mohou být definovány ještě různé podskupiny, jak je podrobněji popsáno v odstavci 9 této kapitoly. Např. typ FS (spirály s plochou drážkou), typ UNI (univerzální použití), typ FW (měkké materiály s plochou drážkou) a typ VA (použití pro nerezové oceli).



Typ	Boční úhel čela (úhel šroubo- vice) γ_x	Úhel špičky vrtáku σ	Drážky	Použití
N	19° až 40°	118°	Prostorný	Konstrukční ocel a ocel k zušlechťení do 800 N/mm ² , lité materiály, mosaz
N	18° až 30°	130° až 140°	Prostorný	Legovaná ocel do 1400 N/ mm ² , vysoko legované oceli, hliník
H	10° až 19°	118°	Velmi široký	Mosaz, hořčíkové litiny, lisovací hmoty
W	27° až 45°	130°	Široký	Hliník a hliníkové slitiny, měď, červená mosaz, bronz, hluboké otvory v lisovacích hmotách

Tabulka 3.5 Hlavní typy spirálových vrtáků pro různé materiály

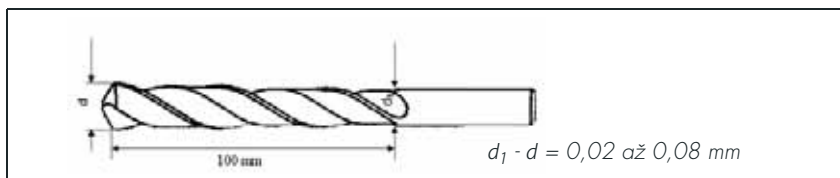
Aby se zvýšila stabilita, aniž by se přitom příliš zvětšilo příčné ostří na hrotu, vyrábějí se vrtáky typu N zpravidla s rozšířením jádra, tzn. jádro má na hrotu vrtáku základní rozměr a ve směru ke stopce se rozšiřuje (obr. 3.6).



Obr. 3.7 Rozšíření jádra u spirálových vrtáků



Spirálové vrtáky se od hrotu ke stopce zužují, aby řízení faset o stěnu otvoru bylo pokud možno co nejmenší. Hodnota tohoto zmenšení průměru je podle DIN 1414 specifikována jako 0,02 až 0,08 mm na 100 mm délky drážky pro odvod třísek.



Obr. 3.8 Zúžení stopky u spirálových vrtáků

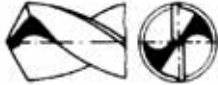


6.2 Způsoby broušení a chyby při broušení

Na broušení má velký význam pro přesné dodržení rozměrů otvoru, ale především také pro životnost vrtacího nástroje nebo jeho trvanlivost v metrech.

Tvar nabroušení	Použití	Nákres principu
Tvar A Zašpičatělé příčné ostří	Použití: <ul style="list-style-type: none"> ● Vrtáky se silným jádrem, stejně jako při velkých průměrech vrtáků k vrtání do plného materiálu ● Pro litinové materiály a oceli do cca 1000 N/mm² Výhody: <ul style="list-style-type: none"> ● Dobré vystředění při navrtávání ● Snížení axiální složky řezné síly 	
Tvar B Zašpičatělý příčný břit s korigovaným hlavním břitem	Použití: <ul style="list-style-type: none"> ● Pro vrtání ocelí s vysokou pevností, pro tvrdé pružinové a manganové oceli (přes 10% Mn) ● S vrcholovým úhlem 118° pro houževnaté materiály (lámání třísek) ● S vrcholovým úhlem 130° pro vysoce pevné materiály nad 1 000 N/mm² Výhody: <ul style="list-style-type: none"> ● Necitlivé vůči nárazům ● Nehrozí zaseknutí u tenkých obrobků 	

Tabulka 3.6 Způsoby broušení

Tabulka 3.6 Způsoby broušení - pokračování

Tvar nabroušení	Použití	Nákres principu
Tvar C Křížový brus	Použití: <ul style="list-style-type: none"> U vrtáků s velmi silným jádrem a u vrtáků na hluboké díry Pro obzvlášť houževnaté a tvrdé materiály a pro výkovky Výhody: <ul style="list-style-type: none"> Dobré vystředění Nízká axiální složka řezné síly 	
Tvar D Broušení pro šedou litinu	Použití: <ul style="list-style-type: none"> K vrtání šedé litiny, temperované litiny a výkovků Pro obrobky s nerovnou náběhovou plochou (trubky, hřídele) Výhody: <ul style="list-style-type: none"> Nízké zatížení špiček nástrojů díky prodlouženým hlavním břitům Necitlivé vůči nárazům Dobrý odvod tepla 	
Tvar E Středový hrot	Použití: <ul style="list-style-type: none"> Vrtání do měkkých materiálů, jako je např. měď, a pro tenké plechy Vrtání slepých otvorů s rovným dnem Výhody: <ul style="list-style-type: none"> Dobré vystředění, žádné zasekávání Nízké vytváření ořepů při provrtávání tenkých plechů a trubek 	



Obr. 3.9 Nabroušení vrtáku z PKD



Kromě požadavku na dodržování vhodných úhlů břitů nástroje a na nízkou drsnost řezných hran je symetrické nabroušení velmi důležité pro rovnoměrné zatížení jednotlivých břitů. *Tabulka 3.7* obsahuje přehled možných chyb symetrie a jejich následků.

Chyby symetrie	Značka	Následky
	Asymetrický vrcholový úhel Nestejně dlouhé hlavní břity Hrot uprostřed	Otvor s příliš velkým rozměrem Stupňovité dno Nerovnoměrně namáhané hlavní břity (opotřebení)
	Symetrický vrcholový úhel Nestejně dlouhé hlavní břity Posunutý střed hrotu	Otvor s příliš velkým rozměrem Nerovnoměrně namáhané hlavní břity
	Asymetrický vrcholový úhel Nestejně dlouhé hlavní břity Posunutý střed hrotu	Otvor s příliš velkým rozměrem Stupňovité dno Nerovnoměrně namáhané hlavní břity (opotřebení)

Tabulka 3.7 Chyby při broušení a jejich následky

7 Celistvé vrtáky ze slinutého karbidu (SK)

Spirálové vrtáky ze slinutého karbidu (SK) jsou logickým důsledkem požadavků průmyslu na nástroje s vyšším výkonem, resp. lepší odolností proti opotřebení. Z tohoto důvodu má čím dál větší význam používání těchto nástrojů na NC obráběcích centrech.

Výhody vrtáků ze slinutého karbidu (SK) oproti spirálovým vrtákům z rychlořezné oceli (HSS) spočívají v kratších časech obrábění a v delší trvanlivosti v metrech. To je obzvlášť zřetelné při obrábění silně brusných materiálů obrobků, jako jsou litina, hliníkové slitiny s vysokým podílem křemíku, plasty s výplňovým materiálem, grafit a materiály zesílené skelnými vlákny. Totéž platí také pro všechny více či méně obtížně obrobitelné typy oceli.

Konstrukční rozměry jsou do značné míry převzaty ze spirálových vrtáků HSS. Potud jsou možné rovněž podobné varianty, co se týká tvaru a geometrie břitů. Meze jsou dány houževnatostí řezného materiálu, obzvlášť s ohledem na poměr průměru a délky.



Obr. 3.10 Vysoce výkonný vrták GARANT

Vysoce výkonný vrták GARANT je nově vyvinutý nástroj ze slinutého karbidu, určený k vrtání do plného materiálu. Standardně je nabízen pro průměry otvorů od 3 do 20 mm a hodí se k vrtání železných materiálů tvořících dlouhé i krátké třísky. Jeho převaha je obzvlášť zřejmá při obrábění problematicky obrobitelných měkkých a houževnatých typů oceli.

K **přednostem** patří:

- vysoká tuhost
- vysoká přesnost polohování
- dobré středící a vodící vlastnosti
- až 10-násobně vyšší rychlosti posuvu oproti hodnotám pro spirálové vrtáky HSS (viz tabulky orientačních hodnot v odstavci 11 této kapitoly)
- krátké třísky a dobrý odvod třísek i u měkkých a houževnatých typů oceli
- nízké náklady na opětovnou přípravu díky přebrušování a opakovanému povlakování.



8 Vrtáky s demontovatelným břitem

8.1 Vrtáky s vyměnitelnou hlavou (korunkové vrtáky)

Vrták s vyměnitelnou hlavou (Seco CrownLoc) se skládá z vrtacího tělesa a vyměnitelných korunek z tvrdokovu pro otvory s průměrem do 20 mm a pro hloubky vrtání do 5xD.

Jako alternativa k vrtákům ze slinutého karbidu a letovaným vrtákům se tento vrták vyznačuje následujícími výhodami:

- Enormní finanční a časová úspora díky neměnné přesnosti, dlouhé životnosti, krátkým dobám výměny (nízké náklady na vybavení) a nulovým nákladům na přebrousování
- Samostředící výbrus
- Velkoryse dimenzované vnitřní chlazení pro bezpečný odvod třísek
- Přesné polohování a stabilní upnutí korunky díky patentovanému ozubení



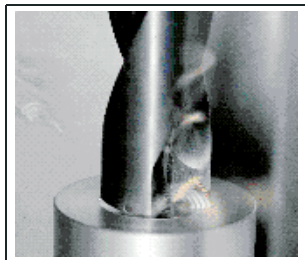
Obr. 3.11 Korunkový vrták s vložkou

Pro dobré polohování se doporučuje vstupní úhel max. 8°. Při kolmém vstupu vrtáku do materiálu je vždy třeba snížit posuv o 30 až 50%. Totéž platí při výstupním úhlu vrtáku větším než 8°. Max. výstupní úhel přitom nesmí překročit 30°.

S takovým vrtákem je možné vrtat i svazky lamel. Předpokladem však je, aby upnutí bylo velice stabilní a aby mezi lamelami nebyly žádné mezery, protože by bránily transportu třísek a mohly tak způsobit prasknutí vrtáku.

8.2 Vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami

8.2.1 Vrtáky do plného s vyměnitelnými břitovými destičkami



Obr. 3.12 Vrták do plného s vyměnitelnými břitovými destičkami při použití

destičkami KUB (viz hlavní katalog) dosahuje čistého vystředění a eliminuje vytváření žlábků zpětným pohybem nástroje. Otvor se dá zpravidla vyrobit s rozměrovou přesností $\pm 0,1$ mm u vrtáku KUB Trigon a $\pm 0,2$ mm u vrtáku KUB Quatron.

U vrtáků koncepce KUB Duon se přenáší princip otočných řezných těles na dvoubřité nástroje (2 efektivní břity). Je možné realizovat hloubky vrtání až $5 \times D$ a se základním tělesem lze při použití vhodných břitových destiček vyrábět otvory s různými průměry.

Podstatné výhody vrtáků s vyměnitelnými břitovými destičkami spočívají ve stálé geometrii hrotu vrtáku, neměnné délce nástroje a v možnosti jednoduchého a úsporného přizpůsobení řezného materiálu právě obráběnému materiálu. Kromě toho odpadají pracovní procesy jako přebrousování a opakované povlakování břitů.

Základní rozdíl většiny plných vrtáků s vyměnitelnými břitovými destičkami (např. KUB Quatron a KUB Trion) oproti spirálovým vrtákům spočívá v tom, že berou ohled na průřez třísky, protože jsou zčásti považovány za jednobřité (z = 1, viz též odstavec 2.1). Možné posuvy f jsou proto o něco menší než u srovnatelných dvoubřitých spirálových vrtáků. Chybějící příčný břit ovšem umožňuje výrazně vyšší řezné rychlosti, takže realizovatelné rychlosti posuvu u vrtáků s vyměnitelnými břitovými destičkami jsou na podobné úrovni jako u spirálových vrtáků.

Kvůli asymetrickému uspořádání ostří na vrtáku s vyměnitelnými břitovými destičkami vznikají velmi rozdílné podmínky obrábění na vnitřním a vnějším břitu. Vnější břit přitom obrábí podstatně větší objem při rovněž vyšší průměrné rychlosti. Rozdílné zatížení jednotlivých břitů se proto musí vyrovnávat volbou vhodných vyměnitelných břitových destiček.

Pro co možná nejlepší výsledek při použití vrtáků osazených vyměnitelnými břitovými destičkami je důležité znát používanou geometrii a také její výkonovou charakteristiku.

Např. hrubé obrábění tedy vyžaduje robustnější vyměnitelné břitové destičky (základní tvar S podle normy ISO) než výroba vysoce kvalitních otvorů (základní tvar W podle ISO). Díky specifickému nastavení destiček se např. u vrtáku do plného s vyměnitelnými břitovými



8.2.2 Vyrvtávání dvoubřítými vrtáky s vyměnitelnými břit. destičkami

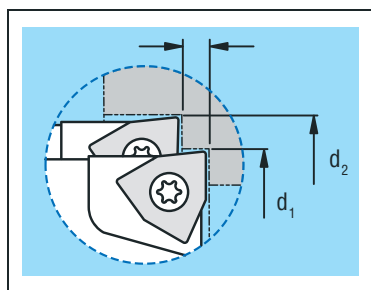
Kromě použití jednobřítých vrtacích tyčí (viz též kapitola "Soustružení") se mohou k vyvrtávání používat také dvoubřité vrtáky (obr. 3.13).



Obr. 3.13 Dvoubřítý vrták G01

U dvoubřitého vrtáku G01 tvoří základní těleso se dvěma stejně velkými upínacími držáky kompaktní nástroj. Při hlubokých vyvrtávacích pracích slouží spirálové drážky k odvádění třísek.

Radiálně nastavitelné upínací držáky (absolutní dvoubřitost) umožňují přestavění vyvrtávacího nástroje na stupňovitý nástroj pro větší hloubky řezu. Axiálně nastavitelné vložky se hodí na stejný základní držák a slouží k rovnoměrnému rozdělení řezu na oba břity. Při kombinaci radiálního a axiálního nastavení (kombinované obrábění na hrubo, resp. načisto) se radiálním a axiálním posouváním ostří dosahuje rozdělení celé šířky řezu. To má za úkol lépe rozdělit vznikající síly třískového obrábění a zajistit tak vyrovnané řezné chování (viz obr. 3.14).



Při obrábění na hrubo se dosahuje zdvojnásobení šířky řezu (používá se pouze jednoduchý posuv $f = f_z$). Při obrábění načisto se šířka řezu rozděluje, takže je částečně možno vynechat meziobrábění.

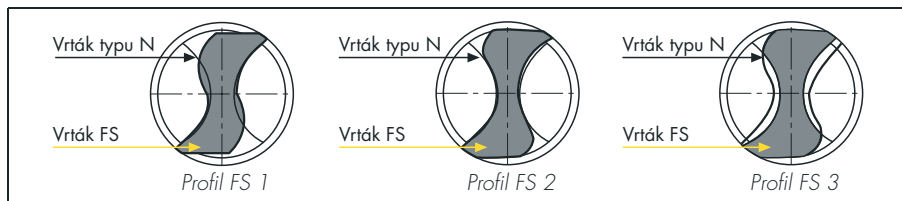
Obr. 3.14
Rozdělení řezu axiálním a radiálním posunutím ostří

Jemné nastavení se dá pomocí excentrického nastavovacího zařízení ABS realizovat s přesností průměru $\pm 0,02$ mm. Při větších průměrech se pomocí vřetena pro jemné nastavení, vestavěného v tělese nosného nástroje, provádí rozměrová oprava.

9 Příklady použití vrtáků GARANT

9.1 Použití FS profilů GARANT u vrtáků z rychlořezné oceli (HSS)

Vrtáky FS mají speciální profil příčného průřezu, velké drážky pro odchod třísek (odstraňování třísek je nutné teprve po cca $1,5 \times D$) a velké jádro (viz obr. 3.15)



Obr. 3.15 FS profil GARANT pro vrtáky

Příklad použití:

Profil FS-Spibo 1:

Použitelné pro měkké materiály tvořící dlouhé třísky do 500 N/mm^2 při nadprůměrně hlubokých otvorech.

Použitelné parametry:

Materiál: Hliník tvořící dlouhé třísky (materiálová skupina 17.0, kapitola "Materiály", odstavec 1)

Průměr otvoru: 5,0 mm

Hloubka vrtání: 130 mm ($26 \times D$)

Nástroj: Vrtáky z FS

Řezné parametry: Řezná rychlost:

$v_c = 80 \text{ m/min}$

Počet otáček:

$n = 5.000 \text{ min}^{-1}$

Posuv:

$f = 0,1 \text{ mm/ot.}$

Odstraňování třísek po 60/100/130 mm

**Příklad použití:****Profil FS-Spibo 2:**

Použitelné pro třískové obrábění automatových ocelí a barevných kovů.

Použitelné parametry:

Materiál: 9SMnPb28 K (materiálová skupina 2.0, kapitola "Materiály", odstavec 1)

Průměr otvoru: 6,2 mm

Hloubka vrtání: 13 mm

Nástroj: Vrtáky z FS

Řezné parametry: Řezná rychlost: $v_c = 47 \text{ m/min}$
 Počet otáček: $n = 2.400 \text{ min}^{-1}$
 Posuv: $f = 0,2 \text{ mm/ot.}$

Odstraňování třísek po 13 mm

Příklad použití:**Profil FS-Spibo 3:**

Pro třískové obrábění šedé litiny a ocelí do 1000 N/mm^2 .

Použitelné parametry:

Materiál: C 45 (materiálová skupina 3.1, kapitola "Materiály", odstavec 1)

Průměr otvoru: 12,5 mm

Hloubka vrtání: 210 mm

Nástroj: Vrtáky z FS

Řezné parametry: Řezná rychlost: $v_c = 20 \text{ m/min}$
 Počet otáček: $n = 500 \text{ min}^{-1}$
 Posuv: $f = 0,1 \text{ mm/ot.}$

Odstraňování třísek po 100/170/210 mm

9.2 Použití vysoce výkonných vrtáků GARANT SK

Použití vysoce výkonných vrtáků z SK (viz *obr. 3.16*) vyžaduje vysokou přesnost házivosti stroje a upínače, ale také výkonnou strojní techniku pro realizaci vysokých hodnot posuvu.

Obr. 3.16
GARANT SK
vysoce výkonné vrtáky



Příklad použití:

Vrtání průchozích otvorů:

Materiál: GG 25 (materiálová skupina 15.1, kapitola "Materiály", odstavec 1)

C 45 (materiálová skupina 8.0, kapitola "Materiály", odstavec 1)

Průměr otvoru: 10,0 mm

Hloubka vrtání: 110 mm (11 x D)

Nástroj: TK vysoce produktivní vrták

K vrtání šedé litiny, litiny s kuličkovým grafitem, temperované litiny a ocelí tvořících krátké třísky stejně jako ocelí odolných proti rezavění a kyselinám do 12xD.

Řezné parametry:

	GG 25	C 45
Řezná rychlost	$v_c = 50 \text{ m/min}$	$v_c = 40 \text{ m/min}$
Počet otáček	$n = 1.600 \text{ min}^{-1}$	$n = 1.200 \text{ min}^{-1}$
Posuv	$f = 0,2 \text{ mm/ot.}$	$f = 0,2 \text{ mm/ot.}$
Rychlost posuvu	$v_f = 320 \text{ mm/min}$	$v_f = 240 \text{ mm/min}$



9.3 Použití vrtáků do plného s vyměnitelnými břit. destičkami GARANT

Příklad použití:

Vrtání příruby vrtákem do plného s vyměnitelnými břitovými destičkami KUB Quatron:

Stabilní vrták na krátké otvory pro obtížné podmínky vrtání, jako je šikmé navrtávání, válcovní povlak, šikmé vrtání litiny, přerušovaný řez, pakety a otvory s tolerancemi $\pm 0,2$ mm a hloubkami vrtání do $2 \times D$ ($3 \times D$).



Použitelné parametry:

Obrobek:

Příruba

Průměr otvoru:

18,0 mm

Hloubka vrtání:

$2 \times D$

Materiál:

X6CrNiMoTi 17 12 2 (1,4571)

(materiálová skupina 13,2, kapitola "Materiály", odstavec 1)

Nástroj:

KUB Quatron

Řezné parametry:

Řezná rychlost

$v_c = 170$ m/min

Počet otáček

$n = 3.000$ min⁻¹

Posuv

$f = 0,8$ mm/ot.

Rychlost posuvu

$v_f = 240$ mm/min

Výsledek:

Prodloužení životnosti z 80 min na 180 min

Příklad použití:**Vrtání paketů plným vrtákem s vyměnitelnými břitovými destičkami KUB Duon:**

Stabilní, vysoce produktivní vrták v rozsahu do 5xD pro měkký řez bez předběžného vysřídění, především pro paketové vrtání do oceli a litiny.

Použitelné parametry:Obrobek:

Ozubené tyče v paketu (2 ks)

Průměr otvoru:

24,8 mm

Hloubka vrtání:

5 x D

Materiál:

C45 (1,0503)

Materiálová skupina 3.1, kapitola "Materiály", odstavec 1

Nástroj:

KUB Duon

Řezné parametry:

Řezná rychlost

 $v_c = 136 \text{ m/min}$

Počet otáček

 $n = 1.746 \text{ min}^{-1}$

Posuv

 $f = 0,14 \text{ mm/ot.}$

Rychlost posuvu

 $v_f = 244 \text{ mm/min}$ Výsledek:

Trvanlivost 24 m při šířce plošky opotřebení VB < 0,2 mm



10 Vlivy na výsledek vrtání a odstraňování poruch

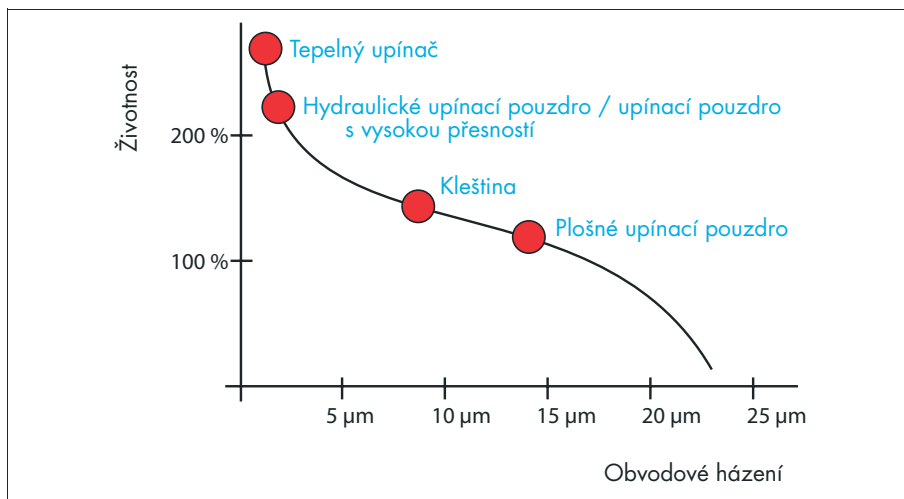
10.1 Vlivy na výsledek vrtání

Skutečná kvalita vyrobeného otvoru závisí na různých faktorech.

Velký vliv na toleranci otvoru má **obvodové házení** vrtáku ve vřetenu. Na *obr. 3.17* je znázorněn vztah mezi tolerancí obvodového házení upínáče a životností vrtáku.

Průměrný vliv na výsledek vrtání má všeobecný stav stroje a také opotřebení hrotu vrtáku. Rychlost posuvu a materiál naproti tomu ovlivňují toleranci otvoru jen **málo**.

Další informace o různých upínacích pouzdrech naleznete v kapitole "Upnutí", odstavec 2.6.



Obr. 3.17 Vliv obvodového házení na životnost vrtáku

10.2 Návod k odstraňování poruch při vrtání

Označení													Porucha
1													Opořebení příčného břítu
2													Opořebení hlavního břítu
3													Opořebení třískové fasety
4													Opořebení vodicí fasety
5													Vylomení břítu
6													Vylomení hrotu
7													Nahromadění třísek na hřbetě vrtáku
8													Prasknutí nástroje
9													Dřčnění nebo podobné zvuky
10													Hromadění třísek
11													Ztvrdnutí nástroje
12													Kolísající přesnost
13													Tvoření oříepů na výstupu otvoru
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Náprava
													Úhel hřbetu na vrtáku musí být větší než podbroušení
													Co možná nejkratší nepodepřená délka
													Zvětšení úhlu hřbetu na vnějších řezných hranách
													Zkrácení časových intervalů mezi jednotlivými přebroušeními
													Zvětšit vrcholový úhel
													Rozdíl řezných hran smí být max. 0,02 mm
													Zaoblení hran musí být větší
													Úhel hřbetu musí být menší
													Zvětšení šířky drážky
													Menší průměr hříbetní části vrtáku
													Menší úhel sklonu šroubovice
													Větší zúžení a menší šířka vodicí fasety
													Menší zaoblení hran
													Nižší posuv
													Nižší řezná rychlost
													Větší posuv

Tabulka 3.8 Odstraňování chyb při vrtání



11 Orientační hodnoty pro používání vrtáků

Práce s tabulkami hodnot - příklad

Obráběcí práce:

Vyvrtání otvorů o průměru $D = 6 \text{ mm}$ do materiálu 100Cr6 na vysoce výkonném obráběcím centru.

Postup:

1. Výběr vrtáku z hlavního katalogu Ho-č. 12 2630 (Hoxel)
2. Výběr materiálové skupiny (kapitola "Materiály", odstavec 1) Materiálová skupina 8.0
3. Výběr řezných parametrů:
 - 3.1 Výběr tabulky použitých hodnot Tabulka 3.25
Nástroj 12 2630 → 3/5xD, TK povlakovaný TiN
 - 3.2 Výběr řezných parametrů

Tab. 3.25 GARANT výkonných vrtáků až 3/5 x D pro vnitřní chlazení (slinutého karbidu - TiN/TiN)
Kat. číslo 12 2310; 12 2340; 12 2380; 12 2410; 12 2431; **12 2630**; 12 2650; 12 2660
DNV 6537; 6537K
Počet zubů 2

Skupina Materiálu	Označení materiálu	Pevnost	vc	Ø 0,1 - 0,9			Ø 1,0 - 1,9			Ø 2,0 - 2,9			Ø 3,0 - 5,9			Ø 6,0 - 8,9			
				f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
																			[mm]
1.0	Visocené konstrukční oceli	< 500	100 - 130 - 150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	9299	930	0,12	5554	667	0,16
1.1	Visocené konstrukční oceli	500 - 850	90 - 100 - 120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	7153	1001	0,18	4273	769	0,22
2.0	Automatové oceli	< 850	100 - 140 - 180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	10014	1402	0,18	5982	1077	0,22
2.1	Automatové oceli	850 - 1000	90 - 100 - 110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	7153	1001	0,18	4273	769	0,22
3.0	Nelagované oceli k zušlechťování	< 700	90 - 95 - 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	6795	951	0,18	4059	731	0,22
3.1	Nelagované oceli k zušlechťování	700 - 850	85 - 90 - 95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	6438	901	0,18	3845	692	0,22
3.2	Nelagované oceli k zušlechťování	850 - 1000	80 - 85 - 90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	6080	730	0,18	3632	654	0,20
4.0	Legované oceli k zušlechťování	850 - 1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.1	Legované oceli k zušlechťování	1000 - 1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0	Nelagované cementační oceli	< 750	90 - 95 - 100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	6795	815	0,16	4059	649	0,20
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.0	Nitridační oceli	< 1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.1	Nitridační oceli	> 1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.0	Nitridační oceli	< 850	70 - 80 - 90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	5722	629	0,15	3418	513	0,18
8.1	Nástrojové oceli	850 - 1100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.2	Nástrojové oceli	1100 - 1400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.0	Rychlořezné oceli	830 - 1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Řezná rychlost:

Počáteční hodnota
 $v_c = 80 \text{ m/min}$

Rozsah vc: 70 ... 90 m/min

Posuv:

$f = 0,15 \text{ mm/ot.}$

Počet otáček
v rozsahu průměrů:

$n = 3418 \text{ ot./min}$

Rychlost posuvu
v rozsahu průměrů

$v_f = 513 \text{ mm/min}$





Tabulka 3.9 Štředící vrtáky GARANT (HSS a HSS/E)

Katalogové číslo 111000; 111050; 111100; 111200; 11250; 111300; 111350; 111450; 111500; 111520; 111540
 DIN 333; 333-A; 333-B; 333-R, podniková norma
 Počet zubů 2

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,5 – 0,8			Ø 1,0 – 1,25			Ø 1,6 – 2		
			min.	Poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	30	– 40	– 50	0,02	19588	392	0,03	11368	369	0,04	7074	283
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	25	– 30	– 35	0,02	14691	294	0,03	8526	277	0,04	5305	212
2.0	Automatové oceli	< 850	25	– 30	– 35	0,02	14691	294	0,03	8526	277	0,04	5305	212
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	20	– 25	– 30	0,01	12243	147	0,02	7105	139	0,02	4421	106
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	25	– 30	– 35	0,01	14691	176	0,02	8526	166	0,02	5305	127
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	20	– 25	– 30	0,01	12243	147	0,02	7105	139	0,02	4421	106
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	20	– 22	– 25	0,01	10774	103	0,02	6253	98	0,02	3890	75
4.0	Legované ocel k zúšlechťení	850 – 1000	15	– 17	– 20	0,01	8325	67	0,01	4831	63	0,02	3006	48
4.1	Legované ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	8	– 10	– 12	0,01	4897	39	0,01	2842	37	0,02	1768	28
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	25	– 30	– 35	0,01	14691	176	0,02	8526	166	0,02	5305	127
6.0	Legované cementační ocel	< 1000	15	– 18	– 20	0,01	8815	71	0,01	5116	67	0,02	3183	51
6.1	Legované cementační ocel	> 1000	8	– 10	– 12	0,01	4897	39	0,01	2842	37	0,02	1768	28
7.0	Nitridační oceli	< 1000	10	– 13	– 15	0,01	6366	51	0,01	3695	48	0,02	2299	37
7.1	Nitridační oceli	> 1000	8	– 10	– 12	0,01	4897	39	0,01	2842	37	0,02	1768	28
8.0	Nástrojové oceli	< 850	10	– 13	– 15	0,01	6366	51	0,01	3695	48	0,02	2299	37
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	8	– 10	– 12	0,01	4897	39	0,01	2842	37	0,02	1768	28
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	6	– 8	– 10	0,01	3918	31	0,01	2274	30	0,02	1415	23
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	6	– 8	– 10	0,01	3918	31	0,01	2274	30	0,02	1415	23
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Odol. proti opotřebení konstr. oceli	1350	8	– 9	– 10	–	–	–	–	–	–	0,02	1592	25
11.1	Odol. proti opotřebení konstr. oceli	1800	4	– 5	– 6	–	–	–	–	–	–	0,02	884	14
12.0	Pružinové oceli	< 1500	5	– 8	– 10	0,01	3918	31	0,01	2274	30	0,02	1415	23
13.0	Nerezové oceli sítěné	< 700	10	– 15	– 20	0,01	7346	59	0,01	4263	55	0,02	2653	42
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	10	– 15	– 20	0,01	7346	59	0,01	4263	55	0,02	2653	42
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	8	– 12	– 15	0,01	5876	47	0,01	3410	44	0,02	2122	34
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	6	– 8	– 10	0,01	3918	31	0,01	2274	30	0,02	1415	23
14.0	Speciální slitiny	< 1200	3	– 5,5	– 8	0,01	2693	22	0,01	1563	20	0,02	973	16
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	20	– 25	– 30	0,02	12243	245	0,03	7105	231	0,04	4421	177
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	20	– 25	– 30	0,02	12243	196	0,03	7105	185	0,03	4421	141
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	25	– 30	– 35	0,02	14691	294	0,03	8526	277	0,04	5305	212
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	18	– 20	– 22	0,02	9794	157	0,03	5684	148	0,03	3537	113
16.0	Titán, titanové slitiny	< 850	3	– 5,5	– 8	0,01	2693	22	0,01	1563	20	0,02	973	16
16.1	Titán, titanové slitiny	850 – 1200	3	– 4,5	– 6	0,01	2204	18	0,01	1279	17	0,02	796	13
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	40	– 70	– 100	0,02	34280	686	0,03	19894	647	0,04	12379	495
17.1	Hliník, sleváren. slitiny <10% Si	< 600	30	– 45	– 60	0,02	22037	441	0,03	12789	416	0,04	7958	318
17.2	Hliník, sleváren. slitiny >10% Si	< 600	30	– 40	– 50	0,01	19588	235	0,02	11368	222	0,02	7074	170
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	40	– 70	– 100	0,02	34280	686	0,03	19894	637	0,04	12379	495
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	35	– 50	– 65	0,02	24485	490	0,03	14210	462	0,04	8842	354
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	60	– 80	– 100	0,03	39177	1254	0,05	22736	1182	0,06	14147	905
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	35	– 45	– 60	0,02	22037	441	0,03	12789	416	0,04	7958	318
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	25	– 40	– 50	0,02	19588	392	0,03	11368	369	0,04	7074	283
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	25	– 40	– 50	0,02	19588	392	0,03	11368	369	0,04	7074	283
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	15	– 23	– 35	0,02	11263	225	0,03	6537	212	0,04	4067	163
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	15	– 23	– 35	0,02	11263	225	0,03	6537	212	0,04	4067	163
20.0	Grafit		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Upozornění: Hodnoty počtu otáček a rychlosti posuvu vř platí pro střední průměr vrtáku a počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 2,5 – 3,15			Ø 4			Ø 5			Ø 6,3			Ø 8			Ø 10			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,05	4547	227	0,05	3183	159	0,07	2546	166	0,08	2021	158	0,10	1592	161	0,15	1273	194	Emulze
0,05	3410	171	0,05	2387	119	0,07	1910	124	0,08	1516	118	0,10	1194	121	0,15	955	145	Emulze
0,05	3410	171	0,05	2387	119	0,07	1910	124	0,08	1516	118	0,10	1194	121	0,15	955	145	Emulze
0,03	2842	85	0,03	1989	60	0,04	1592	62	0,05	1263	59	0,06	995	61	0,09	796	73	Emulze
0,03	3410	102	0,04	2387	95	0,04	1910	74	0,05	1516	71	0,06	1194	73	0,09	955	87	Emulze
0,03	2842	85	0,36	1989	716	0,04	1592	62	0,05	1263	59	0,06	995	61	0,09	796	73	Emulze
0,02	2501	60	0,02	1751	42	0,03	1401	44	0,04	1112	42	0,05	875	43	0,07	700	51	Emulze / olej
0,02	1933	39	0,02	1353	27	0,03	1082	28	0,03	859	27	0,04	676	27	0,06	541	33	Emulze / olej
0,02	1137	23	0,02	796	16	0,03	637	17	0,03	505	16	0,04	398	16	0,06	318	19	Emulze / olej
0,03	3410	102	0,03	2387	72	0,04	1910	74	0,05	1516	71	0,06	1194	73	0,09	955	87	Emulze / olej
0,02	2046	41	0,02	1432	29	0,03	1146	30	0,03	909	28	0,04	716	29	0,06	573	35	Olej
0,02	1137	23	0,02	796	16	0,03	637	17	0,03	505	16	0,04	398	16	0,06	318	19	Olej
0,02	1478	30	0,02	1035	21	0,03	828	22	0,03	657	20	0,04	517	21	0,06	414	25	Emulze / olej
0,02	1137	23	0,02	796	16	0,03	637	17	0,03	505	16	0,04	398	16	0,06	318	19	Emulze / olej
0,02	1478	30	0,02	1035	21	0,03	828	22	0,03	657	20	0,04	517	21	0,06	414	25	Emulze / olej
0,02	1137	23	0,02	796	16	0,03	637	17	0,03	505	16	0,04	398	16	0,06	318	19	Emulze / olej
0,02	909	18	0,02	637	13	0,03	509	13	0,03	404	13	0,04	318	13	0,06	255	15	Emulze / olej
0,02	909	18	0,02	637	13	0,03	509	13	0,03	404	13	0,04	318	13	0,06	255	15	Emulze / olej
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,02	1023	20	0,02	716	14	0,03	573	15	0,03	455	14	0,04	358	15	0,06	286	17	Emulze
0,02	568	11	0,02	398	8	0,03	318	8	0,03	253	8	0,04	199	8	0,06	159	10	Emulze
0,02	909	18	0,02	637	13	0,03	509	13	0,03	404	13	0,04	318	13	0,06	255	15	Emulze / olej
0,02	1705	34	0,03	1194	36	0,04	955	38	0,05	758	38	0,06	597	36	0,08	477	38	Emulze
0,02	1705	34	0,03	1194	36	0,04	955	38	0,05	758	38	0,06	597	36	0,08	477	38	Emulze
0,02	1364	27	0,03	955	29	0,04	764	31	0,05	606	30	0,06	477	29	0,08	382	31	Emulze
0,02	909	18	0,03	637	19	0,04	509	20	0,05	404	20	0,06	318	19	0,08	255	20	Emulze
0,02	625	13	0,02	438	9	0,03	350	9	0,03	278	9	0,04	219	9	0,06	175	11	Olej
0,05	2842	142	0,05	1989	99	0,07	1592	103	0,08	1263	99	0,10	995	101	0,15	796	121	Sucho / sřtař. vz.
0,04	2842	114	0,04	1989	80	0,05	1592	83	0,06	1263	79	0,08	995	81	0,12	796	97	Sucho / sřtař. vz.
0,05	3410	171	0,05	2387	119	0,07	1910	124	0,08	1516	118	0,10	1194	121	0,15	955	145	Emulze
0,04	2274	91	0,04	1592	64	0,05	1273	66	0,06	1011	63	0,08	796	65	0,12	637	77	Emulze
0,02	625	13	0,02	438	9	0,03	350	9	0,03	278	9	0,04	219	9	0,06	175	11	Olej
0,02	512	10	0,02	358	7	0,03	286	7	0,03	227	7	0,04	179	7	0,06	143	9	Olej
0,05	7958	398	0,05	5570	279	0,07	4456	290	0,08	3537	276	0,10	2785	282	0,15	2228	339	Emulze
0,05	5116	256	0,05	3581	179	0,07	2865	186	0,08	2274	177	0,10	1790	182	0,15	1432	218	Emulze
0,03	4547	136	0,03	3183	95	0,04	2546	99	0,05	2021	95	0,06	1592	97	0,09	1273	116	Emulze
0,02	7958	159	0,05	5570	279	0,07	4456	294	0,08	3537	276	0,10	2785	284	0,15	2228	339	Emulze
0,05	5684	284	0,05	3979	199	0,07	3183	207	0,08	2526	197	0,10	1989	202	0,15	1592	242	Emulze / olej
0,08	9095	728	0,08	6366	509	0,10	5093	530	0,12	4042	504	0,16	3183	516	0,24	2546	620	Sucho / em. / ol.
0,05	5116	256	0,05	3581	179	0,07	2865	186	0,08	2274	177	0,10	1790	182	0,15	1432	218	Emulze / olej
0,05	4547	227	0,05	3183	159	0,07	2546	166	0,08	2021	158	0,10	1592	161	0,15	1273	194	Emulze / olej
0,05	4547	227	0,05	3183	159	0,07	2546	166	0,08	2021	158	0,10	1592	161	0,15	1273	194	Emulze / olej
0,05	2615	131	0,05	1830	92	0,07	1464	95	0,08	1162	91	0,10	915	93	0,15	732	111	Emulze / olej
0,05	2615	131	0,05	1830	92	0,07	1464	95	0,08	1162	91	0,10	915	93	0,15	732	111	Emulze / olej
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	



Tabulka 3.10 NC navrtávký GARANT (HSS/E)

Katalogové číslo 112000; 112120
DIN Podniková norma
Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 3			Ø 4			Ø 5		
			min.	př.	max.	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
						[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	30	– 40	– 50	0,05	4244	212	0,05	3183	159	0,07	2546	166
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	25	– 30	– 35	0,05	3183	159	0,05	2387	119	0,07	1910	124
2.0	Automatové oceli	< 850	25	– 30	– 35	0,05	3183	159	0,05	2387	119	0,07	1910	124
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	20	– 25	– 30	0,03	2653	80	0,03	1989	60	0,04	1592	62
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	25	– 30	– 35	0,03	3183	95	0,03	2387	72	0,04	1910	74
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	20	– 25	– 30	0,03	2653	80	0,03	1989	60	0,04	1592	62
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	20	– 22	– 25	0,02	2334	56	0,02	1751	42	0,03	1401	44
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	15	– 17	– 20	0,02	1804	36	0,02	1353	27	0,03	1082	28
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	8	– 10	– 12	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	17
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	25	– 30	– 35	0,03	3183	95	0,03	2387	72	0,04	1910	74
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	15	– 18	– 20	0,02	1910	38	0,02	1432	29	0,03	1146	30
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	8	– 10	– 12	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	17
7.0	Nitridační oceli	< 1000	10	– 13	– 15	0,02	1379	28	0,02	1035	21	0,03	828	22
7.1	Nitridační oceli	> 1000	8	– 10	– 12	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	17
8.0	Nástrojové oceli	< 850	10	– 13	– 15	0,02	1379	28	0,02	1035	21	0,03	828	22
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	8	– 10	– 12	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	17
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	6	– 8	– 10	0,02	849	17	0,02	637	13	0,03	509	13
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	6	– 8	– 10	0,02	849	17	0,02	637	13	0,03	509	13
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	8	– 9	– 10	0,02	955	19	0,02	716	14	0,03	573	15
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	4	– 5	– 6	0,02	531	11	0,02	398	8	0,03	318	8
12.0	Pružinové oceli	< 1500	5	– 8	– 10	0,02	849	17	0,02	637	13	0,03	509	13
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	10	– 15	– 20	0,02	1592	32	0,02	1194	24	0,03	955	25
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	10	– 15	– 20	0,02	1592	32	0,02	1194	24	0,03	955	25
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	8	– 12	– 15	0,02	1273	25	0,02	955	29	0,03	764	20
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	6	– 8	– 10	0,02	849	17	0,02	637	13	0,03	509	13
14.0	Speciální slitiny	< 1200	3	– 5,5	– 8	0,02	584	12	0,02	438	9	0,03	350	9
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	20	– 25	– 30	0,05	2653	133	0,05	1989	99	0,07	1592	103
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	20	– 25	– 30	0,04	2653	106	0,04	1989	80	0,05	1592	83
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	25	– 30	– 35	0,05	3183	159	0,05	2387	119	0,07	1910	124
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	18	– 20	– 22	0,04	2122	85	0,04	1592	64	0,05	1273	66
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	3	– 5,5	– 8	0,02	584	12	0,02	438	9	0,03	350	9
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	3	– 4,5	– 6	0,02	477	10	0,02	358	7	0,03	286	7
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	40	– 70	– 100	0,05	7427	371	0,05	5570	279	0,07	4456	290
17.1	Hliník sřáven slitiny <10% Si	< 600	30	– 45	– 60	0,03	4775	143	0,03	3581	107	0,05	2865	143
17.2	Hliník sřáven slitiny >10% Si	< 600	30	– 40	– 50	0,03	4244	127	0,03	3183	95	0,05	2546	127
18.0	Horčák, horčákové slitiny	< 280	40	– 70	– 100	0,05	7427	371	0,05	5570	279	0,07	4456	290
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	35	– 50	– 65	0,05	5305	265	0,05	3979	199	0,07	3183	207
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	60	– 80	– 100	0,05	8488	424	0,05	6366	318	0,07	5093	336
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	35	– 45	– 60	0,05	4775	239	0,05	3581	179	0,07	2865	186
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	25	– 40	– 50	0,05	4244	212	0,05	3183	159	0,07	2546	166
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	25	– 40	– 50	0,05	4244	212	0,05	3183	159	0,07	2546	166
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	15	– 23	– 35	0,03	2440	73	0,04	1830	73	0,05	1464	73
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	15	– 23	– 35	0,03	2440	73	0,04	1830	73	0,05	1464	73
20.0	Grafit		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 6			Ø 8			Ø 10			Ø 12			Ø 16			Ø 20			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,08	2122	166	0,10	1592	161	0,15	1273	194	0,18	1061	191	0,24	796	191	0,33	637	210	Emulze
0,08	1592	124	0,10	1194	121	0,15	955	145	0,18	796	143	0,24	597	143	0,33	477	158	Emulze
0,08	1592	124	0,10	1194	121	0,15	955	145	0,18	796	143	0,24	597	143	0,33	477	158	Emulze
0,05	1326	62	0,06	995	61	0,09	796	73	0,14	663	91	0,19	497	94	0,28	398	111	Emulze
0,05	1592	74	0,06	1194	73	0,09	955	87	0,14	796	109	0,19	597	113	0,28	477	134	Emulze
0,05	1326	62	0,06	995	61	0,09	796	73	0,14	663	91	0,19	497	94	0,28	398	111	Emulze
0,04	1167	44	0,05	875	43	0,07	700	51	0,11	584	64	0,16	438	72	0,25	350	86	Emulze/olej
0,03	902	28	0,04	676	27	0,06	541	33	0,09	451	41	0,14	338	46	0,21	271	56	Emulze/olej
0,03	531	17	0,04	398	16	0,06	318	19	0,09	265	24	0,14	199	27	0,21	159	33	Emulze/olej
0,05	1592	74	0,06	1194	73	0,09	955	87	0,14	796	109	0,19	597	113	0,28	477	134	Emulze/olej
0,03	955	30	0,04	716	29	0,06	573	35	0,09	477	44	0,14	358	49	0,21	286	59	Olej
0,03	531	17	0,04	398	16	0,06	318	19	0,09	265	24	0,14	199	27	0,21	159	33	Olej
0,03	690	22	0,04	517	21	0,06	414	25	0,09	345	31	0,14	259	35	0,21	207	42	Emulze/olej
0,03	531	17	0,04	398	16	0,06	318	19	0,09	265	24	0,14	199	27	0,21	159	33	Emulze/olej
0,03	690	22	0,04	517	21	0,06	414	25	0,09	345	31	0,14	259	35	0,21	207	42	Emulze/olej
0,03	531	17	0,04	398	16	0,06	318	19	0,09	265	24	0,14	199	27	0,21	159	33	Emulze/olej
0,03	424	13	0,04	318	13	0,06	255	15	0,09	212	19	0,14	159	22	0,21	127	26	Emulze/olej
0,03	424	13	0,04	318	13	0,06	255	15	0,09	212	19	0,14	159	22	0,21	127	26	Emulze/olej
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,03	477	15	0,04	358	15	0,06	286	17	0,09	239	22	0,14	179	25	0,21	143	29	Emulze
0,03	265	8	0,04	199	8	0,06	159	10	0,09	133	12	0,14	99	14	0,21	80	16	Emulze
0,03	424	13	0,04	318	13	0,06	255	15	0,09	212	19	0,14	159	22	0,21	127	26	Emulze/olej
0,03	796	25	0,04	597	24	0,06	477	29	0,9	398	36	0,14	298	41	0,21	239	49	Emulze
0,03	796	25	0,04	597	24	0,06	477	29	0,9	398	36	0,14	298	41	0,21	239	49	Emulze
0,03	637	20	0,04	477	19	0,06	382	23	0,9	318	29	0,14	239	33	0,21	191	39	Emulze
0,03	424	13	0,04	318	13	0,06	255	15	0,9	212	19	0,14	159	22	0,21	127	26	Emulze
0,03	292	9	0,04	219	9	0,06	175	11	0,09	146	13	0,14	109	15	0,21	88	18	Olej
0,08	1326	103	0,10	995	101	0,15	796	121	0,20	663	133	0,24	497	119	0,28	398	111	Sucho / stlač. vz.
0,06	1326	83	0,08	995	81	0,12	796	97	0,16	663	106	0,19	497	94	0,25	398	99	Sucho / stlač. vz.
0,08	1592	124	0,10	1194	121	0,15	955	145	0,20	796	159	0,24	597	143	0,28	477	134	Emulze
0,06	1061	66	0,08	796	65	0,12	637	77	0,16	531	85	0,19	398	76	0,25	318	80	Emulze
0,03	292	9	0,04	219	9	0,06	175	11	0,09	146	13	0,14	109	15	0,21	88	18	Olej
0,03	239	7	0,04	179	7	0,06	143	9	0,09	119	11	0,14	90	12	0,21	72	15	Olej
0,08	3714	290	0,10	2785	282	0,15	2228	339	0,20	1857	371	0,26	1393	362	0,33	1114	368	Emulze
0,06	2387	134	0,07	1790	125	0,09	1432	132	0,16	1194	191	0,21	895	184	0,28	716	201	Emulze
0,06	2122	119	0,07	1592	111	0,09	1273	116	0,16	1061	170	0,21	796	163	0,28	637	178	Emulze
0,08	3714	290	0,10	2785	282	0,15	2228	339	0,20	1857	371	0,26	1393	362	0,33	1114	368	Emulze
0,08	2653	207	0,10	1989	202	0,15	1592	242	0,20	1326	265	0,26	995	259	0,33	796	263	Emulze/olej
0,08	4244	331	0,10	3183	325	0,15	2546	387	0,20	2122	424	0,26	1592	414	0,33	1273	420	Sucho / em. / olej
0,08	2387	186	0,10	1790	182	0,15	1432	218	0,20	1194	239	0,26	895	233	0,33	716	236	Emulze/olej
0,08	2122	166	0,10	1592	161	0,15	1273	194	0,20	1061	212	0,26	796	207	0,33	637	210	Emulze/olej
0,08	2122	166	0,10	1592	161	0,15	1273	194	0,20	1061	212	0,26	796	207	0,33	637	210	Emulze/olej
0,06	1220	68	0,07	915	64	0,09	732	67	0,16	610	98	0,21	458	94	0,28	366	102	Emulze/olej
0,06	1220	68	0,07	915	64	0,09	732	67	0,16	610	98	0,21	458	94	0,28	366	102	Emulze/olej
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

**Tabulka 3.11 NC navrtávky GARANT (HSS/E - TiAlN)**

Katalogové číslo 112020; 112100; 112110; 112140; 112160; 112170

DIN Podniková norma

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 3			Ø 4			Ø 5		
			min.	př.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	38	– 50	– 63	0,05	5305	286	0,05	3979	215	0,07	3183	223
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	31	– 37	– 44	0,05	3926	212	0,05	2944	159	0,07	2355	165
2.0	Automatové oceli	< 850	31	– 37	– 44	0,05	3926	212	0,05	2944	159	0,07	2355	165
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	25	– 31	– 38	0,03	3289	107	0,03	2467	80	0,04	1974	83
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	31	– 37	– 44	0,03	3926	127	0,03	2944	95	0,04	2355	99
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	25	– 31	– 38	0,03	3289	107	0,03	2467	80	0,04	1974	83
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	25	– 27	– 31	0,03	2865	74	0,03	2149	56	0,03	1719	58
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	19	– 21	– 25	0,02	2228	48	0,02	1671	36	0,03	1337	38
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	10	– 12	– 15	0,02	1273	28	0,02	955	21	0,03	764	21
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	31	– 37	– 44	0,03	3926	127	0,03	2944	95	0,04	2355	99
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	19	– 22	– 25	0,02	2334	50	0,02	1751	38	0,03	1401	39
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	10	– 12	– 15	0,02	1273	28	0,02	955	21	0,03	764	21
7.0	Nitridační oceli	< 1000	13	– 16	– 19	0,02	1698	37	0,02	1273	28	0,03	1019	29
7.1	Nitridační oceli	> 1000	10	– 12	– 15	0,02	1273	28	0,02	955	21	0,03	764	21
8.0	Nástrojové oceli	< 850	13	– 16	– 19	0,02	1698	37	0,02	1273	28	0,03	1019	29
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	10	– 12	– 15	0,02	1273	28	0,02	955	21	0,03	764	21
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	7,5	– 10	– 13	0,02	1061	23	0,02	796	17	0,03	637	18
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	7,5	– 10	– 13	0,02	1061	23	0,02	796	17	0,03	637	18
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	10	– 11	– 13	0,02	1167	25	0,02	875	19	0,03	700	20
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	5	– 6	– 7,5	0,02	637	14	0,02	477	10	0,03	382	11
12.0	Pružinové oceli	< 1500	6	– 10	– 13	0,02	1061	23	0,02	796	17	0,03	637	18
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	13	– 19	– 25	0,02	2016	44	0,02	1512	33	0,03	1210	34
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	13	– 19	– 25	0,02	2016	44	0,02	1512	33	0,03	1210	34
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	10	– 15	– 19	0,02	1592	34	0,02	1194	26	0,03	955	27
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	7,5	– 10	– 13	0,02	1061	23	0,02	796	17	0,03	637	18
14.0	Speciální slitiny	< 1200	3,5	– 7	– 10	0,02	743	16	0,02	557	12	0,03	446	13
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	25	– 31	– 38	0,05	3289	178	0,05	2467	133	0,07	1974	139
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	25	– 31	– 38	0,04	3289	142	0,04	2467	107	0,06	1974	111
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	31	– 37	– 44	0,05	3926	212	0,05	2944	159	0,07	2355	165
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	23	– 25	– 28	0,04	2653	115	0,04	1989	86	0,06	1592	89
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	3,5	– 7	– 10	0,02	743	16	0,02	557	12	0,03	446	13
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	3,5	– 5,5	– 7,5	0,02	584	13	0,02	438	9	0,03	350	10
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	50	– 87	– 125	0,05	9231	498	0,05	6923	374	0,07	5539	389
17.1	Hliník sřáven slitiny <10% Si	< 600	38	– 56	– 75	0,03	5942	193	0,03	4456	144	0,05	3565	193
17.2	Hliník sřáven slitiny >10% Si	< 600	38	– 50	– 63	0,03	5305	172	0,03	3979	129	0,05	3183	172
18.0	Horčák, horčákové slitiny	< 280	50	– 87	– 125	0,05	9231	498	0,05	6923	374	0,07	5539	389
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	44	– 62	– 81	0,05	6578	355	0,05	4934	266	0,07	3947	277
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	75	– 100	– 125	0,05	10610	573	0,05	7958	430	0,07	6366	454
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	44	– 56	– 75	0,05	5942	321	0,05	4456	241	0,07	3565	250
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	31	– 50	– 63	0,05	5305	286	0,05	3979	215	0,07	3183	223
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	31	– 50	– 63	0,05	5305	286	0,05	3979	215	0,07	3183	223
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	19	– 29	– 44	0,03	3077	100	0,04	2308	100	0,05	1846	100
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	19	– 29	– 44	0,03	3077	100	0,04	2308	100	0,05	1846	100
20.0	Grafit		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 6			Ø 8			Ø 10			Ø 12			Ø 16			Ø 20			Chladicí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,08	2653	223	0,11	1989	218	0,16	1592	261	0,19	1326	258	0,26	995	258	0,36	796	284	Emulze
0,08	1963	165	0,11	1472	161	0,16	1178	193	0,19	981	191	0,26	736	191	0,36	589	210	Emulze
0,08	1963	165	0,11	1472	161	0,16	1178	193	0,19	981	191	0,26	736	191	0,36	589	210	Emulze
0,05	1645	83	0,07	1233	81	0,10	987	97	0,15	822	122	0,21	617	127	0,30	493	149	Emulze
0,05	1963	99	0,07	1472	97	0,10	1178	116	0,15	981	145	0,21	736	151	0,30	589	178	Emulze
0,05	1645	83	0,07	1233	81	0,10	987	97	0,15	822	122	0,21	617	127	0,30	493	149	Emulze
0,04	1432	58	0,05	1074	56	0,08	859	68	0,12	716	85	0,18	537	95	0,27	430	114	Emulze/olej
0,03	1114	38	0,04	836	37	0,07	668	44	0,10	557	55	0,15	418	62	0,22	334	74	Emulze/olej
0,03	637	21	0,04	477	21	0,07	382	25	0,10	318	31	0,15	239	35	0,22	191	42	Emulze/olej
0,05	1963	99	0,07	1472	97	0,10	1178	116	0,15	981	145	0,21	736	151	0,30	589	178	Emulze/olej
0,03	1167	39	0,04	875	38	0,07	700	46	0,10	584	58	0,15	438	65	0,22	350	78	Oil
0,03	637	21	0,04	477	21	0,07	382	25	0,10	318	31	0,15	239	35	0,22	191	42	Oil
0,03	849	29	0,04	637	28	0,07	509	33	0,10	424	42	0,15	318	47	0,22	255	56	Emulze/olej
0,03	637	21	0,04	477	21	0,07	382	25	0,10	318	31	0,15	239	35	0,22	191	42	Emulze/olej
0,03	849	29	0,04	637	28	0,07	509	33	0,10	424	42	0,15	318	47	0,22	255	56	Emulze/olej
0,03	637	21	0,04	477	21	0,07	382	25	0,10	318	31	0,15	239	35	0,22	191	42	Emulze/olej
0,03	531	18	0,04	398	17	0,07	318	21	0,10	265	26	0,15	199	29	0,22	159	35	Emulze/olej
0,03	531	18	0,04	398	17	0,07	318	21	0,10	265	26	0,15	199	29	0,22	159	35	Emulze/olej
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,03	584	20	0,04	438	19	0,07	350	23	0,10	292	29	0,15	219	32	0,22	175	39	Emulze
0,03	318	11	0,04	239	10	0,07	191	13	0,10	159	16	0,15	119	18	0,22	95	21	Emulze
0,03	531	18	0,04	398	17	0,07	318	21	0,10	265	26	0,15	199	29	0,22	159	35	Emulze/olej
0,03	1008	34	0,04	756	33	0,07	605	40	0,10	504	50	0,15	378	56	0,22	302	67	Emulze
0,03	1008	34	0,04	756	33	0,07	605	40	0,10	504	50	0,15	378	56	0,22	302	67	Emulze
0,03	796	27	0,04	597	26	0,07	477	31	0,10	398	39	0,15	298	44	0,22	239	53	Emulze
0,03	531	18	0,04	398	17	0,07	318	26	0,10	265	26	0,15	199	29	0,22	159	35	Emulze
0,03	371	13	0,04	279	12	0,07	223	15	0,10	186	18	0,15	139	21	0,22	111	25	Oil
0,08	1645	139	0,11	1233	135	0,16	987	162	0,22	822	178	0,26	617	160	0,30	493	149	Sucho / stlač. vz.
0,07	1645	111	0,09	1233	108	0,13	987	130	0,17	822	142	0,21	617	127	0,27	493	133	Sucho / stlač. vz.
0,08	1963	165	0,11	1472	161	0,16	1178	193	0,22	981	212	0,26	736	191	0,30	589	178	Emulze
0,07	1326	89	0,09	995	87	0,13	796	105	0,17	663	115	0,21	497	102	0,27	398	107	Emulze
0,03	371	13	0,04	279	12	0,07	223	15	0,10	186	18	0,15	139	21	0,22	111	25	Oil
0,03	292	10	0,04	219	10	0,07	175	12	0,10	146	14	0,15	109	16	0,22	88	19	Oil
0,08	4615	389	0,11	3462	379	0,16	2769	455	0,22	2308	498	0,28	1731	486	0,36	1385	493	Emulze
0,06	2971	180	0,08	2228	168	0,10	1783	177	0,17	1485	257	0,22	1114	247	0,30	891	270	Emulze
0,06	2653	160	0,08	1989	150	0,10	1592	157	0,17	1326	229	0,22	995	221	0,30	796	241	Emulze
0,08	4615	389	0,11	3462	379	0,16	2769	455	0,22	2308	498	0,28	1731	486	0,36	1385	493	Emulze
0,08	3289	277	0,11	2467	270	0,16	1974	324	0,22	1645	355	0,28	1233	346	0,36	987	352	Emulze/olej
0,08	5305	447	0,11	3979	438	0,16	3183	523	0,22	2653	573	0,28	1989	559	0,36	1592	567	Sucho / em. / olej
0,08	2971	250	0,11	2228	244	0,16	1783	293	0,22	1485	321	0,28	1114	313	0,36	891	318	Emulze/olej
0,08	2653	223	0,11	1989	218	0,16	1592	261	0,22	1326	286	0,28	995	279	0,36	796	284	Emulze/olej
0,08	2653	223	0,11	1989	218	0,16	1592	261	0,22	1326	286	0,28	995	279	0,36	796	284	Emulze/olej
0,06	1538	93	0,08	1154	87	0,10	923	92	0,17	769	133	0,22	577	128	0,30	462	140	Emulze/olej
0,06	1538	93	0,08	1154	87	0,10	923	92	0,17	769	133	0,22	577	128	0,30	462	140	Emulze/olej
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

**Tabulka 3.12 Spirálové vrtáky GARANT (HSS a HSS/E)**

Katalogové číslo 112300; 113020; 114000; 114020; 114050; 114100; 114150; 114200; 114400; 114500; 114700; 116000; 116040; 116061; 116070; 116240; 116320; 116340; 116350; 116360; 116380; 116420; 116700; 116720; 116760

DIN 1899-A; 1897; 338; 340; 1869; 345; 343; 341; 1870

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 2			Ø 5			Ø 8		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	30	– 40	– 50	0,05	6366	318	0,12	2546	306	0,20	1592	318
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	25	– 30	– 35	0,05	4775	239	0,12	1910	229	0,20	1194	239
2.0	Automatové oceli	< 850	25	– 30	– 35	0,05	4775	239	0,12	1910	229	0,20	1194	239
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	20	– 25	– 30	0,03	3979	119	0,07	1592	111	0,10	995	99
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	25	– 30	– 35	0,03	4775	143	0,07	1910	134	0,10	1194	119
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	20	– 25	– 30	0,03	3979	119	0,07	1592	111	0,10	995	99
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	20	– 22	– 25	0,02	3501	84	0,06	1401	84	0,09	875	79
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	15	– 17	– 20	0,02	2706	54	0,05	1082	54	0,08	676	54
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	8	– 10	– 12	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,08	398	32
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	25	– 30	– 35	0,03	4775	143	0,07	1910	134	0,10	1194	119
6.0	Legovaná cementační ocel	800 – 1000	15	– 18	– 20	0,02	2865	57	0,05	1146	57	0,08	716	57
6.1	Legovaná cementační ocel	1000 – 1200	8	– 10	– 12	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,08	398	32
7.0	Nitridační oceli	850 – 1000	10	– 13	– 15	0,02	2069	41	0,05	828	41	0,08	517	41
7.1	Nitridační oceli	1000 – 1200	8	– 10	– 12	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,08	398	32
8.0	Nástrojové oceli	< 850	10	– 13	– 15	0,02	2069	41	0,05	828	41	0,08	517	41
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	8	– 10	– 12	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,08	398	32
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	6	– 8	– 10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	6	– 8	– 10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	8	– 9	– 10	–	–	–	–	–	–	0,08	358	29
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	4	– 5	– 6	–	–	–	–	–	–	0,06	199	12
12.0	Pružinové oceli	< 1200	5	– 8	– 10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	10	– 15	– 20	0,02	2387	48	0,05	955	48	0,08	597	48
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	10	– 15	– 20	0,02	2387	48	0,05	955	48	0,08	597	48
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	8	– 12	– 15	0,02	1910	38	0,05	764	38	0,08	477	38
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	6	– 8	– 10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
14.0	Speciální slitiny	< 1200	3	– 5,5	– 8	0,02	875	18	0,05	350	18	0,08	219	18
15.0	Litina	< 160 HB	20	– 25	– 30	0,05	3979	199	0,12	1592	191	0,20	995	199
15.1	Litina	> 180 HB	20	– 25	– 30	0,04	3979	159	0,10	1592	159	0,16	995	159
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	25	– 30	– 35	0,05	4775	239	0,12	1910	229	0,20	1194	239
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	18	– 20	– 22	0,04	3183	127	0,10	1273	127	0,16	796	127
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	3	– 5,5	– 8	0,02	875	18	0,05	350	18	0,08	219	18
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	3	– 4,5	– 6	0,02	716	14	0,05	286	14	0,08	179	14
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 400	40	– 70	– 100	0,05	11141	557	0,14	4456	624	0,18	2785	501
17.1	Hliník sřáven slitiny <10% Si	< 600	30	– 45	– 60	0,05	7162	358	0,14	2865	401	0,18	1790	322
17.2	Hliník sřáven slitiny >10% Si	< 600	30	– 40	– 50	0,03	6366	191	0,08	2546	204	0,14	1592	223
18.0	Horčák, horčákové slitiny	< 280	40	– 70	– 100	0,05	11141	557	0,14	4456	624	0,18	2785	501
19.0	Měď, nízko legovaná	< 350	35	– 50	– 65	0,05	7958	398	0,14	3183	446	0,18	1989	358
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	60	– 80	– 100	0,08	12732	1019	0,18	5093	917	0,25	3183	796
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	35	– 45	– 60	0,05	7162	358	0,15	2865	430	0,40	1790	716
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	25	– 40	– 50	0,05	6366	318	0,08	2546	204	0,14	1592	223
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	25	– 40	– 50	0,05	6366	318	0,08	2546	204	0,14	1592	223
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	15	– 23	– 35	0,05	3661	183	0,08	1464	117	0,14	915	128
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	15	– 23	– 35	0,05	3661	183	0,08	1464	117	0,14	915	128
20.0	Grafit		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro počáteční hodnotu řezné rychlosti. Hodnoty posuvu slouží jako základní hodnoty pro vrtáky podle DIN 338. U krátkých vrtáků se dá posuv o 30% zvýšit. U dlouhých vrtáků se musí posuv o 30% snížit.



Ø 12			Ø 16			Ø 25			Ø 40			Ø 63			Ø 80			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,25	1061	265	0,30	796	239	0,40	509	204	0,40	318	127	0,50	202	101	0,50	159	80	Emulze
0,25	796	199	0,30	597	179	0,35	382	134	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	Emulze
0,25	796	199	0,30	597	179	0,35	382	134	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	Emulze
0,16	663	106	0,20	497	99	0,25	318	80	0,32	199	64	0,40	126	51	0,50	99	50	Emulze
0,16	796	127	0,20	597	119	0,25	382	95	0,32	239	76	0,40	152	61	0,50	119	60	Emulze
0,16	663	106	0,20	497	99	0,25	318	80	0,32	199	64	0,40	126	51	0,50	99	50	Emulze
0,14	584	82	0,18	438	79	0,22	280	62	0,30	175	53	0,36	111	40	0,44	88	39	Emulze/olej
0,12	451	54	0,14	338	47	0,18	216	39	0,23	135	31	0,27	86	23	0,32	68	22	Emulze/olej
0,12	265	32	0,14	199	28	0,18	127	23	0,23	80	18	0,27	51	14	0,32	40	13	Emulze/olej
0,16	796	127	0,20	597	119	0,25	382	95	0,32	239	76	0,40	152	61	0,50	119	60	Emulze/olej
0,12	477	57	0,14	358	50	0,18	229	41	0,23	143	33	0,27	91	25	0,32	72	23	Olej
0,12	265	32	0,14	199	28	0,18	127	23	0,23	80	18	0,27	51	14	0,32	40	13	Olej
0,12	345	41	0,14	259	36	0,18	166	30	0,23	103	24	0,27	66	18	0,32	52	17	Emulze/olej
0,12	265	32	0,14	199	28	0,18	127	23	0,23	80	18	0,27	51	14	0,32	40	13	Emulze/olej
0,12	345	41	0,14	259	36	0,18	166	30	0,23	103	24	0,27	66	18	0,32	52	17	Emulze/olej
0,12	265	32	0,14	199	28	0,18	127	23	0,23	80	18	0,27	51	14	0,32	40	13	Emulze/olej
0,12	212	25	0,14	159	22	0,18	102	18	0,23	64	15	0,27	40	11	0,32	32	10	Emulze/olej
0,12	212	25	0,14	159	22	0,18	102	18	0,23	64	15	0,27	40	11	0,32	32	10	Emulze/olej
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,12	239	29	0,15	179	27	0,30	115	34	0,40	72	29	-	-	-	-	-	-	Emulze
0,10	133	13	0,13	99	13	0,22	64	14	0,30	40	12	-	-	-	-	-	-	Emulze
0,12	212	25	0,14	159	22	0,18	102	18	0,23	64	15	0,27	40	11	0,32	32	10	Emulze/olej
0,12	398	48	0,14	298	42	0,18	191	34	0,24	119	29	0,27	76	20	0,32	60	19	Emulze
0,12	398	48	0,14	298	42	0,18	191	34	0,24	119	29	0,27	76	20	0,32	60	19	Emulze
0,12	318	38	0,14	239	33	0,18	153	28	0,24	95	23	0,27	61	16	0,32	48	15	Emulze
0,12	212	25	0,14	159	22	0,18	102	18	0,24	64	15	0,27	40	11	0,32	32	10	Emulze
0,12	146	18	0,14	109	15	0,18	70	13	0,24	44	11	0,27	28	8	0,32	22	7	Olej
0,25	663	166	0,30	497	149	0,40	318	127	0,40	199	80	0,50	126	63	0,60	99	60	Sucho / stlač. vz.
0,20	663	133	0,25	497	124	0,32	318	102	0,32	199	64	0,40	126	51	0,50	99	50	Sucho / stlač. vz.
0,25	796	199	0,30	597	179	0,40	382	153	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	Emulze
0,20	531	106	0,25	398	99	0,32	255	81	0,32	159	51	0,40	101	40	0,50	80	40	Emulze
0,12	146	18	0,14	109	15	0,18	70	13	0,23	44	10	0,27	28	8	0,32	22	7	Olej
0,12	119	14	0,14	90	13	0,18	57	10	0,23	36	8	0,27	23	6	0,32	18	6	Olej
0,22	1857	408	0,30	1393	418	0,40	891	357	0,45	557	251	0,50	354	177	0,60	279	167	Emulze
0,22	1194	263	0,30	895	269	0,40	573	229	0,45	358	161	0,50	227	114	0,60	179	107	Emulze
0,20	1061	212	0,25	796	199	0,30	509	153	0,40	318	127	0,50	202	101	0,60	159	95	Emulze
0,22	1857	408	0,30	1393	418	0,40	891	357	0,45	557	251	0,50	354	177	0,60	279	167	Emulze
0,22	1326	292	0,30	995	298	0,40	637	255	0,45	398	179	0,50	253	126	0,60	199	119	Emulze/olej
0,30	2122	637	0,35	1592	557	0,40	1019	407	0,50	637	318	0,60	404	243	0,70	318	223	Such. / em. / olej
0,25	1194	298	0,35	895	313	0,40	573	229	0,50	358	179	0,60	227	136	0,70	179	125	Emulze/olej
0,20	1061	212	0,25	796	199	0,30	509	153	0,40	318	127	0,50	202	101	0,60	159	95	Emulze/olej
0,20	1061	212	0,25	796	199	0,30	509	153	0,40	318	127	0,50	202	101	0,60	159	95	Emulze/olej
0,20	610	122	0,25	458	114	0,30	293	88	0,40	183	73	0,50	116	58	0,60	92	55	Emulze/olej
0,20	610	122	0,25	458	114	0,30	293	88	0,40	183	73	0,50	116	58	0,60	92	55	Emulze/olej
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



Tabulka 3.13 Vysoce výkonné spirálové vrtáky GARANT, zčásti s vnitřním chlazením (HSS/E a HSS/Co8 – TiAlN)

Katalogové číslo 114555; 114660

DIN 338

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 3			Ø 5			Ø 8		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	30	– 40	– 50	0,08	6366	509	0,14	2546	357	0,22	1592	350
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	25	– 30	– 40	0,07	4775	334	0,11	1910	210	0,18	1194	215
2.0	Automatové oceli	< 850	30	– 40	– 50	0,08	6366	509	0,14	2546	357	0,22	1592	350
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	25	– 30	– 40	0,07	4775	334	0,11	1910	210	0,18	1194	215
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	30	– 40	– 50	0,08	6366	509	0,14	2546	357	0,22	1592	350
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	25	– 30	– 40	0,07	4775	334	0,11	1910	210	0,18	1194	215
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	25	– 30	– 40	0,07	4775	334	0,11	1910	210	0,18	1194	215
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	15	– 20	– 25	0,06	3183	191	0,09	1273	115	0,13	796	103
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	15	– 20	– 25	0,06	3183	191	0,09	1273	115	0,13	796	103
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	30	– 40	– 50	0,08	6366	509	0,14	2546	357	0,22	1592	350
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	15	– 20	– 25	0,06	3183	191	0,09	1273	115	0,13	796	103
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	10	– 14	– 18	0,05	2228	111	0,07	891	62	0,10	557	56
7.0	Nitridační oceli	< 1000	15	– 18	– 20	0,06	2865	172	0,09	1146	103	0,13	716	93
7.1	Nitridační oceli	> 1000	10	– 12	– 15	0,05	1910	95	0,07	764	53	0,10	477	48
8.0	Nástrojové oceli	< 850	15	– 20	– 25	0,06	3183	191	0,06	1273	115	0,13	796	103
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	10	– 12	– 15	0,05	1910	95	0,05	764	53	0,10	477	48
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	10	– 12	– 15	0,05	1910	95	0,05	764	53	0,10	477	48
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	10	– 12	– 15	0,05	1910	95	0,05	764	53	0,10	477	48
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	6	– 8	– 10	0,04	1273	51	0,06	509	28	0,08	318	25
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	6	– 8	– 10	0,04	1273	51	0,06	509	28	0,08	318	25
12.0	Pružinové oceli	< 1500	6	– 8	– 10	0,04	1273	51	0,06	509	28	0,08	318	25
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	10	– 12	– 15	0,05	1910	95	0,07	764	53	0,10	477	48
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	10	– 12	– 15	0,05	1910	95	0,07	764	53	0,10	477	48
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	10	– 12	– 15	0,05	1910	95	0,07	764	53	0,10	477	48
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	6	– 8	– 10	0,04	1273	95	0,06	509	28	0,08	318	25
14.0	Speciální slitiny	< 1200	6	– 8	– 10	0,03	1273	38	0,04	509	20	0,06	318	19
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	30	– 40	– 50	0,08	6366	509	0,14	2546	357	0,22	1592	350
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	25	– 30	– 40	0,08	4775	328	0,14	1910	267	0,22	1194	263
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	30	– 40	– 50	0,08	6366	509	0,14	2546	357	0,22	1592	350
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	25	– 30	– 40	0,08	4775	382	0,14	1910	267	0,22	1194	263
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	8	– 10	– 15	0,04	1592	64	0,06	637	35	0,08	398	32
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	6	– 8	– 10	0,04	1273	51	0,06	509	28	0,08	318	25
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvářící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvářící dlouhé třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvářící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvářící krátké třísky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvářící dlouhé třísky	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvářící dlouhé třísky	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro počáteční hodnotu řezné rychlosti. Tlak chladicí kapaliny: 25 bar

199


Tabulka 3.14 Spirálové vrtáky z práškové oceli GARANT (PM - TiAlN)
Katalogové číslo 113280; 114620
DIN 1897; 338
Počet zubů
2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 2			Ø 5			Ø 8		
			min.	př.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	50	– 60	– 70	0,05	9549	516	0,13	3820	427	0,18	2387	430
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	50	– 60	– 70	0,05	9549	516	0,13	3820	427	0,18	2387	430
2.0	Automatové oceli	< 850	50	– 60	– 70	0,05	9549	516	0,13	3820	427	0,18	2387	430
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	40	– 50	– 60	0,03	7958	255	0,08	3183	242	0,11	1989	215
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	40	– 50	– 60	0,03	7958	255	0,08	3183	242	0,11	1989	215
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	40	– 50	– 60	0,03	7958	255	0,08	3183	242	0,11	1989	215
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	40	– 45	– 50	0,03	7162	186	0,06	2865	183	0,10	1790	175
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	30	– 35	– 40	0,02	5570	123	0,05	2228	120	0,09	1393	120
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	30	– 35	– 40	0,02	5570	123	0,05	2228	120	0,09	1393	120
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	50	– 60	– 70	0,03	9549	306	0,08	3820	290	0,11	2387	258
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	40	– 50	– 60	0,02	7958	175	0,05	3183	172	0,09	1989	171
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	40	– 45	– 50	0,02	7162	158	0,05	2865	155	0,09	1790	154
7.0	Nitridační oceli	< 1000	30	– 35	– 40	0,02	5570	123	0,05	2228	120	0,09	1393	120
7.1	Nitridační oceli	> 1000	30	– 35	– 40	0,02	5570	123	0,05	2228	120	0,09	1393	120
8.0	Nástrojové oceli	< 850	30	– 35	– 40	0,02	5570	123	0,05	2228	120	0,09	1393	120
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	30	– 35	– 40	0,02	5570	123	0,05	2228	120	0,09	1393	120
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	25	– 30	– 35	0,02	4775	105	0,05	1910	103	0,09	1194	103
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	25	– 30	– 35	0,02	4775	105	0,05	1910	103	0,09	1194	103
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	10	– 15	– 20	0,02	2387	53	0,05	955	52	0,09	597	51
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	10	– 13	– 15	0,02	2069	46	0,05	828	45	0,06	517	33
12.0	Pružinové oceli	< 1500	10	– 13	– 15	0,02	2069	46	0,05	828	45	0,09	517	44
13.0	Nerez oceli sítěné	< 700	18	– 23	– 28	0,02	3661	81	0,05	1464	79	0,09	915	79
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	15	– 20	– 25	0,02	3183	70	0,05	1273	69	0,09	796	68
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	15	– 20	– 25	0,02	3183	70	0,05	1273	69	0,09	796	68
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	12	– 15	– 20	0,02	2387	53	0,05	955	52	0,09	597	51
14.0	Speciální slitiny	< 1200	10	– 13	– 15	0,02	2069	46	0,05	828	45	0,09	517	44
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	70	– 80	– 90	0,05	12732	688	0,13	5093	662	0,22	3183	688
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	50	– 60	– 70	0,04	9549	420	0,11	3820	413	0,17	2387	411
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	70	– 80	– 90	0,05	12732	688	0,13	5093	662	0,22	3183	688
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	50	– 60	– 70	0,04	9549	420	0,11	3820	413	0,17	2387	411
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	20	– 25	– 30	0,02	3979	88	0,05	1592	86	0,09	995	86
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	9	– 12	– 15	0,02	1910	42	0,05	764	41	0,09	477	41
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	350	– 400	– 450	0,05	63662	3438	0,15	25465	3871	0,19	15915	3088
17.1	Hliník sleváren slitiny <10% Si	< 600	70	– 80	– 90	0,05	12732	688	0,15	5093	774	0,19	3183	618
17.2	Hliník sleváren slitiny >10% Si	< 600	50	– 60	– 70	0,03	9549	306	0,09	3820	328	0,15	2387	363
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	350	– 400	– 450	0,05	63662	3438	0,15	25465	3871	0,19	15915	3088
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	70	– 80	– 90	0,05	12732	688	0,15	5093	774	0,19	3183	618
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	75	– 100	– 125	0,09	15915	1369	0,19	6366	1235	0,27	3979	1074
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	44	– 56	– 75	0,05	8913	481	0,16	3565	578	0,22	2228	481
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	31	– 50	– 63	0,05	7958	430	0,09	3183	274	0,15	1989	302
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	31	– 50	– 63	0,05	7958	430	0,09	3183	274	0,15	1989	302
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	19	– 29	– 44	0,05	4615	249	0,09	1846	159	0,15	1154	175
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	19	– 29	– 44	0,05	4615	249	0,09	1846	159	0,15	1154	175
20.0	Grafit		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku a počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 12-13			Ø 16			Ø 25			Ø 40			Ø 63			Ø 80			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,22	1528	336	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,22	1528	336	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,22	1528	336	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,17	1273	219	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,17	1273	219	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,17	1273	219	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,15	1146	174	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,13	891	116	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,13	891	116	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,17	1528	263	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,13	1273	166	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Olej
0,13	1146	149	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Olej
0,13	891	116	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,13	891	116	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,13	891	116	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,13	891	116	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,13	764	99	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,13	764	99	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,13	382	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,11	331	36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,13	331	43	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,13	586	76	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,13	509	66	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,13	509	66	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,13	382	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,13	331	43	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Olej
0,27	2037	550	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Sucho / stlač. vz.
0,22	1528	330	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Sucho / stlač. vz.
0,27	2037	550	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,22	1528	330	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,13	637	83	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Olej
0,13	306	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Olej
0,24	10186	2424	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,24	2037	485	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,22	1528	330	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,24	10186	2424	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,24	2037	485	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,32	2546	825	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Such./em./olej
0,27	1426	385	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,22	1273	275	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,22	1273	275	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,22	738	160	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
0,22	738	160	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze/olej
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	

**Tabulka 3.15 Spirálové vrtáky GARANT (HSS a HSS/E - TiAlN/TiN)**

Katalogové číslo 113140; 113230; 113260; 113310; 114350; 114500; 114550; 114600; 116060; 116080; 116280; 116440; 116540

DIN 1897; 338; 340; 1869; 345; 341; 1870

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 2			Ø 5			Ø 8		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	38	– 50	– 63	0,05	7958	430	0,13	3183	414	0,22	1989	430
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	31	– 37	– 44	0,05	5889	318	0,13	2355	306	0,22	1472	318
2.0	Automatové oceli	< 850	31	– 37	– 44	0,05	5889	318	0,13	2355	306	0,22	1472	318
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	25	– 31	– 38	0,03	4934	158	0,08	1974	150	0,11	1233	133
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	31	– 37	– 44	0,03	5889	188	0,08	2355	179	0,11	1472	159
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	25	– 31	– 38	0,03	4934	158	0,08	1974	150	0,11	1233	133
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	25	– 27	– 31	0,03	4297	112	0,06	1719	110	0,10	1074	105
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	19	– 21	– 25	0,02	3342	74	0,05	1337	72	0,09	836	72
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	10	– 12	– 15	0,02	1910	42	0,05	764	41	0,09	477	41
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	31	– 37	– 44	0,03	5889	188	0,08	2355	179	0,11	1472	159
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	19	– 22	– 25	0,02	3501	77	0,05	1401	76	0,09	875	75
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	10	– 12	– 15	0,02	1910	42	0,05	764	41	0,09	477	41
7.0	Nitridační oceli	< 1000	13	– 16	– 19	0,02	2546	56	0,05	1019	55	0,09	637	55
7.1	Nitridační oceli	> 1000	10	– 12	– 15	0,02	1910	42	0,05	764	41	0,09	477	41
8.0	Nástrojové oceli	< 850	13	– 16	– 19	0,02	2546	56	0,05	1019	55	0,09	637	55
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	10	– 12	– 15	0,02	1910	42	0,05	764	41	0,09	477	41
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	7,5	– 10	– 13	0,02	1592	35	0,05	637	34	0,09	398	34
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	7,5	– 10	– 13	0,02	1592	35	0,05	637	34	0,09	398	34
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	10	– 11	– 13	–	–	–	–	–	–	0,09	438	38
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	5	– 6	– 7,5	–	–	–	–	–	–	0,06	239	15
12.0	Pružinové oceli	< 1500	6	– 10	– 13	0,02	1592	35	0,05	637	34	0,09	398	34
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	13	– 19	– 25	0,02	3024	67	0,05	1210	65	0,09	756	65
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	13	– 19	– 25	0,02	3024	67	0,05	1210	65	0,09	756	65
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	10	– 15	– 19	0,02	2387	53	0,05	955	52	0,09	597	51
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	7,5	– 10	– 13	0,02	1592	35	0,05	637	34	0,09	398	34
14.0	Speciální slitiny	< 1200	3,5	– 7	– 10	0,02	1114	25	0,05	446	24	0,09	279	24
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	25	– 31	– 38	0,05	4934	266	0,13	1974	257	0,22	1233	266
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	25	– 31	– 38	0,04	4934	217	0,11	1974	213	0,17	1233	212
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	31	– 37	– 44	0,05	5889	318	0,13	2355	306	0,22	1472	318
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	23	– 25	– 28	0,04	3979	175	0,11	1592	172	0,17	995	171
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	3,5	– 7	– 10	0,02	1114	25	0,05	446	24	0,09	279	24
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	3,5	– 5,5	– 7,5	0,02	875	19	0,05	350	19	0,09	219	19
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	50	– 87	– 125	0,05	13846	748	0,15	5539	842	0,19	3462	672
17.1	Hliník sřáven slitiny <10% Si	< 600	38	– 56	– 75	0,05	8913	481	0,15	3565	542	0,19	2228	432
17.2	Hliník sřáven slitiny >10% Si	< 600	38	– 50	– 63	0,03	7958	255	0,09	3183	274	0,15	1989	302
18.0	Horčák, horčákové slitiny	< 280	50	– 87	– 125	0,05	13846	748	0,15	5539	842	0,19	3462	672
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	44	– 62	– 81	0,05	9868	533	0,15	3947	600	0,19	2467	479
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	75	– 100	– 125	0,09	15915	1369	0,19	6366	1235	0,27	3979	1074
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	44	– 56	– 75	0,05	8913	481	0,16	3565	578	0,22	2228	481
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	31	– 50	– 63	0,05	7958	430	0,09	3183	274	0,15	1989	302
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	31	– 50	– 63	0,05	7958	430	0,09	3183	274	0,15	1989	302
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	19	– 29	– 44	0,05	4615	249	0,09	1846	159	0,15	1154	175
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	19	– 29	– 44	0,05	4615	249	0,09	1846	159	0,15	1154	175
20.0	Grafit		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 12			Ø 16			Ø 25			Ø 40			Ø 63			Ø 80			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,27	1326	358	0,32	995	322	0,43	637	275	0,43	398	172	0,54	253	136	0,54	199	107	Emulze
0,27	981	265	0,32	736	238	0,38	471	178	0,43	294	127	0,54	187	101	0,65	147	95	Emulze
0,27	981	265	0,32	736	238	0,38	471	178	0,43	294	127	0,54	187	101	0,65	147	95	Emulze
0,17	822	141	0,22	617	133	0,27	395	107	0,35	247	85	0,43	157	68	0,54	123	67	Emulze
0,17	981	169	0,22	736	159	0,27	471	127	0,35	294	102	0,43	187	81	0,54	147	79	Emulze
0,17	822	141	0,22	617	133	0,27	395	107	0,35	247	85	0,43	157	68	0,54	123	67	Emulze
0,15	716	109	0,19	537	104	0,24	344	82	0,32	215	70	0,39	136	53	0,48	107	51	Emulze/olej
0,13	557	72	0,15	418	64	0,19	267	52	0,25	167	41	0,29	106	31	0,35	84	29	Emulze/olej
0,13	318	41	0,15	239	36	0,19	153	30	0,25	95	24	0,29	61	18	0,35	48	17	Emulze/olej
0,17	981	169	0,22	736	159	0,27	471	127	0,35	294	102	0,43	187	81	0,54	147	79	Emulze/olej
0,13	584	76	0,15	438	67	0,19	280	54	0,25	175	43	0,29	111	32	0,35	88	30	Olej
0,13	318	41	0,15	239	36	0,19	153	30	0,25	95	24	0,29	61	18	0,35	48	17	Olej
0,13	424	55	0,15	318	48	0,19	204	40	0,25	127	32	0,29	81	24	0,35	64	22	Emulze/olej
0,13	318	41	0,15	239	36	0,19	153	30	0,25	95	24	0,29	61	18	0,35	48	17	Emulze/olej
0,13	424	55	0,15	318	48	0,19	204	40	0,25	127	32	0,29	81	24	0,35	64	22	Emulze/olej
0,13	318	41	0,15	239	36	0,19	153	30	0,25	95	24	0,29	61	18	0,35	48	17	Emulze/olej
0,13	265	34	0,15	199	30	0,19	127	25	0,25	80	20	0,29	51	15	0,35	40	14	Emulze/olej
0,13	265	34	0,15	199	30	0,19	127	25	0,25	80	20	0,29	51	15	0,35	40	14	Emulze/olej
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,13	292	38	0,16	219	35	0,32	140	45	0,43	88	38	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,11	159	17	0,14	119	17	0,24	76	18	0,32	48	15	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,13	265	34	0,15	199	30	0,19	127	25	0,25	80	20	0,29	51	15	0,35	40	14	Emulze/olej
0,13	504	66	0,15	378	57	0,19	242	47	0,26	151	39	0,29	96	28	0,35	76	26	Emulze
0,13	504	66	0,15	378	57	0,19	242	47	0,26	151	39	0,29	96	28	0,35	76	26	Emulze
0,13	398	52	0,15	298	45	0,19	191	37	0,26	119	31	0,29	76	22	0,35	60	21	Emulze
0,13	265	34	0,15	199	30	0,19	127	25	0,26	80	21	0,29	51	15	0,35	40	14	Emulze
0,13	186	24	0,15	139	21	0,19	89	17	0,26	56	14	0,29	35	10	0,35	28	10	Olej
0,27	822	222	0,32	617	200	0,43	395	171	0,43	247	107	0,54	157	85	0,65	123	80	Sucho / stlač. vz.
0,22	822	178	0,27	617	167	0,35	395	137	0,35	247	85	0,43	157	68	0,54	123	67	Sucho / stlač. vz.
0,27	981	265	0,32	736	238	0,43	471	204	0,43	294	127	0,54	187	101	0,65	147	95	Emulze
0,22	663	143	0,27	497	134	0,35	318	110	0,35	199	69	0,43	126	55	0,54	99	54	Emulze
0,13	186	24	0,15	139	21	0,19	89	17	0,25	56	14	0,29	35	10	0,35	28	10	Olej
0,13	146	19	0,15	109	17	0,19	70	14	0,25	44	11	0,29	28	8	0,35	22	8	Olej
0,24	2308	549	0,32	1731	561	0,43	1108	479	0,49	692	336	0,54	440	237	0,65	346	224	Emulze
0,24	1485	354	0,32	1114	361	0,52	713	372	0,49	446	217	0,54	283	153	0,65	223	144	Emulze
0,22	1326	286	0,27	995	269	0,32	637	206	0,43	398	172	0,54	253	136	0,65	199	129	Emulze
0,24	2308	549	0,32	1731	561	0,43	1108	479	0,49	692	336	0,54	440	237	0,65	346	224	Emulze
0,24	1645	391	0,32	1233	400	0,43	789	341	0,49	493	240	0,54	313	169	0,65	247	160	Emulze/olej
0,32	2653	859	0,38	1989	752	0,43	1273	550	0,54	796	430	0,65	505	327	0,76	398	301	Such. / em. / olej
0,27	1485	401	0,38	1114	421	0,43	713	308	0,54	446	241	0,65	283	183	0,76	223	168	Emulze/olej
0,22	1326	286	0,27	995	269	0,32	637	206	0,43	398	172	0,54	253	136	0,65	199	129	Emulze/olej
0,22	1326	286	0,27	995	269	0,32	637	206	0,43	398	172	0,54	253	136	0,65	199	129	Emulze/olej
0,22	769	166	0,27	577	156	0,32	369	120	0,43	231	100	0,54	147	79	0,65	115	75	Emulze/olej
0,22	769	166	0,27	577	156	0,32	369	120	0,43	231	100	0,54	147	79	0,65	115	75	Emulze/olej
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	


Tabulka 3.16 Středící vrtáky GARANT (slinutý karbid)

Katalogové číslo 121000

DIN 333-A

Počet zubů

2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc			Ø 0,5 – 0,8			Ø 1 – 1,25			Ø 1,6 – 2		
			[m/min]			f n vf			f n vf			f n vf		
			min.	poč.	max.	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	75	– 80	– 85	0,02	39177	784	0,03	22736	682	0,08	14147	1132
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	65	– 70	– 75	0,02	34280	686	0,03	19894	597	0,08	12379	990
2.0	Automatové oceli	< 850	75	– 80	– 85	0,02	39177	784	0,03	22736	682	0,08	14147	1132
2.1	Automatové oceli	850–1000	65	– 70	– 75	0,01	34280	343	0,02	19894	398	0,07	12379	867
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	<700	60	– 65	– 70	0,01	31831	637	0,02	18473	554	0,07	11495	920
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	60	– 65	– 70	0,01	31831	637	0,02	18473	554	0,07	11495	920
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	60	– 65	– 70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,07	11495	805
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	60	– 65	– 70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,07	11495	805
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	60	– 65	– 70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,07	11495	805
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	70	– 75	– 80	0,02	36728	735	0,03	21315	639	0,08	13263	1061
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	65	– 70	– 65	0,01	34280	686	0,02	19894	597	0,06	12379	990
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	60	– 65	– 70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,06	11495	690
7.0	Nitridační oceli	< 1000	60	– 65	– 70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,06	11495	690
7.1	Nitridační oceli	> 1000	60	– 65	– 70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,06	11495	690
8.0	Nástrojové oceli	< 850	55	– 60	– 65	0,01	29382	294	0,02	17052	341	0,06	10610	637
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	45	– 50	– 55	0,01	24485	245	0,02	14210	284	0,06	8842	531
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	60	– 70	– 75	0,02	34280	686	0,04	19894	796	0,07	12379	867
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	60	– 70	– 75	0,01	34280	343	0,03	19894	597	0,06	12379	743
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	60	– 70	– 75	0,01	34280	343	0,03	19894	597	0,06	12379	743
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	60	– 70	– 75	0,01	34280	343	0,03	19894	597	0,06	12379	743
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	150	– 200	– 220	0,01	97942	979	0,01	56841	568	0,02	35368	707
17.1	Hliník sřáven slitiny <10% Si	<600	150	– 180	– 200	0,01	88147	881	0,01	51157	512	0,02	31831	637
17.2	Hliník sřáven slitiny >10% Si	< 600	130	– 160	– 180	0,01	78353	784	0,01	45473	455	0,02	28294	566
18.0	Horčák, horčákové slitiny	< 280	150	– 200	– 220	0,01	97942	979	0,01	56841	568	0,02	35368	707
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	80	– 100	– 130	0,01	48971	490	0,01	28421	284	0,01	17684	177
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	140	– 160	– 180	0,01	78353	784	0,01	45473	455	0,01	28294	283
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	100	– 120	– 140	0,01	58765	588	0,01	34105	341	0,01	21221	212
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	60	– 70	– 85	0,01	34280	343	0,01	19894	199	0,01	12379	124
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	60	– 70	– 85	0,01	34280	343	0,03	19894	199	0,01	12379	124
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	50	– 60	– 70	0,01	29382	294	0,01	17052	171	0,01	10610	106
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	50	– 60	– 70	0,01	29382	294	0,01	17052	171	0,01	10610	106
20.0	Grafit		50	– 60	– 70	0,01	29382	294	0,01	17052	171	0,01	10610	106
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku a počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 2,5 – 3,15			Ø 4			Ø 5			Ø 6,3			Ø 8			Ø 10			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,10	9095	909	0,13	6366	828	0,13	5093	662	0,20	4042	808	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	9095	909	0,14	6366	891	0,14	5093	713	0,20	4042	808	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	7389	739	0,14	5173	724	0,14	4138	579	0,20	3284	657	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	7389	739	0,14	5173	724	0,14	4138	579	0,20	3284	657	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	7389	554	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	7389	739	0,12	5173	621	0,12	4138	497	0,18	3284	591	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	7389	554	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	8526	853	0,14	5968	836	0,14	4775	668	0,20	3789	758	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	7958	796	0,14	5570	780	0,14	4456	624	0,20	3537	707	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	7389	562	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3784	493	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	7389	562	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	7389	554	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	6821	512	0,10	4775	477	0,10	3820	382	0,15	3032	455	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	5684	426	0,10	3979	398	0,10	3183	318	0,15	2526	379	–	–	–	–	–	–	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,08	7958	597	0,13	5570	696	0,13	4456	577	0,18	3537	619	–	–	–	–	–	–	Nasucho/emulze
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531	–	–	–	–	–	–	Nasucho/emulze
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531	–	–	–	–	–	–	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,02	22736	455	0,03	15915	477	0,03	12732	382	0,07	10105	707	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,02	20463	409	0,03	14324	430	0,03	11459	344	0,07	9095	637	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,02	18189	364	0,03	12732	382	0,03	10186	306	0,07	8084	566	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,02	22736	455	0,03	15915	477	0,03	12732	382	0,07	10105	707	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,01	11368	114	0,02	7958	159	0,02	6366	127	0,06	5053	303	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,01	18189	182	0,02	12732	255	0,02	10186	204	0,06	8084	485	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,01	13642	136	0,02	9549	191	0,02	7639	153	0,06	6063	364	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,01	7958	80	0,02	5570	111	0,02	4456	89	0,06	3537	212	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,01	7958	80	0,02	5570	111	0,02	4456	89	0,06	3537	212	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,01	6821	68	0,02	4775	95	0,02	3820	76	0,06	3032	182	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,01	6821	68	0,02	4775	95	0,02	3820	76	0,06	3032	182	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,01	6821	68	0,02	4775	95	0,02	3820	76	0,06	3032	182	–	–	–	–	–	–	Nasucho
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	

**Tabulka 3.17 NC navrtávky GARANT (slinutý karbid)**

Katalogové číslo **121020; 121070**
 DIN **Podniková norma**
 Počet zubů **2**

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 2 – 3			Ø 4			Ø 5		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	60	– 80	– 85	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,11	5093	560
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	60	– 70	– 75	0,06	8913	535	0,08	5570	446	0,11	4456	490
2.0	Automatové oceli	< 850	60	– 80	– 85	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,11	5093	560
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	60	– 70	– 75	0,05	8913	446	0,07	5570	390	0,09	4456	401
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	55	– 65	– 70	0,06	8276	497	0,08	5173	414	0,11	4138	455
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	55	– 65	– 75	0,06	8276	497	0,08	5173	414	0,11	4138	455
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	50	– 60	– 70	0,05	7639	382	0,06	4775	286	0,09	3820	344
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	50	– 60	– 70	0,05	7639	382	0,06	4775	286	0,09	3820	344
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	45	– 50	– 60	0,05	6366	318	0,06	3979	239	0,09	3183	286
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	50	– 60	– 70	0,06	7639	458	0,07	4775	334	0,10	3820	382
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	50	– 60	– 70	0,06	7639	458	0,07	4775	334	0,10	3820	382
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	50	– 60	– 70	0,05	7639	382	0,06	4775	286	0,09	3820	344
7.0	Nitridační oceli	< 1000	45	– 55	– 65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,09	3501	315
7.1	Nitridační oceli	> 1000	45	– 55	– 65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,09	3501	315
8.0	Nástrojové oceli	< 850	45	– 50	– 60	0,06	6366	382	0,07	3979	279	0,10	3183	318
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	45	– 50	– 60	0,05	6366	318	0,06	3979	239	0,09	3183	286
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Liřina (GG)	< 180 HB	65	– 70	– 75	0,06	8913	535	0,08	5570	446	0,11	4456	490
15.1	Liřina (GG)	> 180 HB	65	– 70	– 75	0,05	8913	446	0,07	5570	390	0,10	4456	446
15.2	Liřina (GGG, GT)	> 180 HB	65	– 70	– 75	0,06	8913	535	0,08	5570	446	0,11	4456	490
15.3	Liřina (GGG, GT)	> 260 HB	65	– 70	– 75	0,05	8913	446	0,07	5570	390	0,10	4456	446
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	150	– 200	– 220	0,02	25465	509	0,03	15915	477	0,03	12732	382
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	150	– 180	– 200	0,02	22918	458	0,03	14324	430	0,03	11459	344
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	130	– 140	– 160	0,02	17825	357	0,03	11141	334	0,03	8913	267
18.0	Hořčák, hořčákové slitiny	< 280	150	– 200	– 220	0,02	25465	509	0,03	15915	477	0,03	12732	382
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	130	– 160	– 180	0,01	20372	204	0,02	12732	255	0,02	10186	204
19.1	Mosaz, tvořící krátké řřsky	< 600	130	– 160	– 180	0,01	20372	204	0,02	12732	255	0,02	10186	204
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé řřsky	< 600	100	– 120	– 140	0,01	15279	153	0,02	9549	191	0,02	7639	153
19.3	Bronz, tvořící krátké řřsky	< 600	55	– 70	– 100	0,01	8913	89	0,02	5570	111	0,02	4456	89
19.4	Bronz, tvořící krátké řřsky	650 – 850	55	– 70	– 90	0,01	8913	89	0,02	5570	111	0,02	4456	89
19.5	Bronz, tvořící dlouhé řřsky	< 850	50	– 60	– 90	0,01	7639	76	0,02	4775	95	0,02	3820	76
19.6	Bronz, tvořící dlouhé řřsky	850 – 1200	50	– 60	– 75	0,01	7639	76	0,02	4775	95	0,02	3820	76
20.0	Grafit		50	– 60	– 75	0,01	7639	76	0,02	4775	95	0,02	3820	76
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vřtáku opočetní hodnotu řezné rychlosti.



Ø 6			Ø 8			Ø 10			Ø 12			Ø 16			Ø 20			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,14	4244	594	0,16	3183	509	0,19	2546	484	0,22	2122	467	0,26	1592	414	0,35	1273	446	Emulze
0,14	3714	520	0,16	2785	446	0,19	2228	423	0,22	1857	408	0,26	1393	362	0,35	1114	390	Emulze
0,14	4244	594	0,16	3183	509	0,19	2546	484	0,22	2122	467	0,26	1592	414	0,35	1273	446	Emulze
0,12	3714	446	0,14	2785	390	0,17	2228	379	0,20	1857	371	0,24	1393	334	0,33	1114	368	Emulze
0,14	3448	483	0,16	2586	414	0,19	2069	393	0,22	1724	379	0,26	1293	336	0,35	1035	362	Emulze
0,14	3448	483	0,16	2586	414	0,19	2069	393	0,22	1724	379	0,26	1293	336	0,35	1035	362	Emulze
0,12	3183	382	0,14	2387	334	0,17	1910	325	0,20	1592	318	0,24	1194	286	0,30	955	286	Emulze
0,12	3183	382	0,14	2387	334	0,17	1910	325	0,20	1592	318	0,24	1194	286	0,30	955	286	Emulze
0,11	2653	392	0,13	1989	259	0,16	1592	255	0,19	1326	252	0,23	995	229	0,28	796	223	Emulze
0,12	3183	382	0,14	2387	334	0,17	1910	325	0,20	1592	318	0,24	1194	286	0,30	955	286	Emulze
0,12	3183	382	0,14	2387	334	0,17	1910	325	0,20	1592	318	0,24	1194	286	0,30	955	286	Emulze
0,11	3183	350	0,13	2387	310	0,16	1910	306	0,19	1592	302	0,23	1194	275	0,28	955	267	Emulze
0,12	2918	350	0,14	2188	306	0,17	1751	298	0,20	1459	292	0,24	1094	263	0,30	875	263	Emulze
0,11	2918	321	0,13	2188	284	0,16	1751	280	0,19	1459	277	0,23	1094	252	0,28	875	245	Emulze
0,12	2653	318	0,14	1989	279	0,17	1592	271	0,20	1326	265	0,24	995	239	0,30	796	239	Emulze
0,11	2653	292	0,13	1989	259	0,16	1592	255	0,19	1326	252	0,23	995	229	0,28	796	223	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,12	3714	446	0,14	2785	390	0,17	2228	379	0,20	1857	371	0,26	1393	362	0,36	1114	401	Emulze
0,11	3714	408	0,13	2785	362	0,16	2228	357	0,19	1857	353	0,25	1393	348	0,33	1114	368	Emulze
0,12	3714	446	0,14	2785	390	0,17	2228	379	0,20	1857	371	0,26	1393	362	0,33	1114	368	Emulze
0,11	3714	408	0,13	2785	362	0,16	2228	357	0,19	1857	353	0,25	1393	348	0,33	1114	368	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,07	10610	743	0,07	7958	557	0,11	6366	700	0,11	5305	584	0,15	3979	597	0,20	3183	637	Emulze
0,07	9549	668	0,07	7162	501	0,11	5730	630	0,11	4775	525	0,15	3581	537	0,20	2865	573	Emulze
0,07	7427	520	0,07	5570	390	0,11	4456	490	0,11	3714	408	0,15	2785	418	0,20	2228	446	Emulze
0,07	10610	743	0,07	7958	557	0,11	6366	700	0,11	5305	584	0,15	3979	597	0,20	3183	637	Emulze
0,06	8488	509	0,06	6366	382	0,11	5093	560	0,11	4244	467	0,16	3183	509	0,20	2546	509	Emulze
0,06	8488	509	0,06	6366	382	0,11	5093	560	0,11	4244	467	0,16	3183	509	0,20	2546	509	Emulze
0,06	6366	382	0,06	4775	286	0,11	3820	420	0,11	3183	350	0,16	2387	382	0,20	1910	382	Emulze
0,06	3714	223	0,06	2785	167	0,11	2228	245	0,11	1857	204	0,16	1393	223	0,20	1114	223	Emulze
0,06	3714	223	0,06	2785	167	0,11	2228	245	0,11	1857	204	0,16	1393	223	0,20	1114	223	Emulze
0,06	3183	191	0,06	2387	143	0,11	1910	210	0,11	1592	175	0,16	1194	191	0,20	955	191	Emulze
0,06	3183	191	0,06	2387	143	0,11	1910	210	0,11	1592	175	0,16	1194	191	0,20	955	191	Emulze
0,06	3183	191	0,06	2387	143	0,11	1910	210	0,11	1592	175	0,16	1194	191	0,20	955	191	Nasucho
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

**Tabulka 3.18 NC navrtávky GARANT (slinutý karbid - TiAlN)**

Katalogové číslo 121040; 121110
DIN Podniková norma
Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 2 – 3			Ø 4			Ø 5		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	80	– 90	– 100	0,06	11459	688	0,08	7162	573	0,11	5730	630
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	60	– 80	– 90	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,11	5093	560
2.0	Automatové oceli	< 850	60	– 80	– 90	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,11	5093	560
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	60	– 80	– 90	0,05	10186	509	0,07	6366	446	0,09	5093	458
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	60	– 80	– 90	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,11	5093	560
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	60	– 80	– 90	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,11	5093	560
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	55	– 70	– 85	0,05	8913	446	0,06	5570	334	0,09	4456	401
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	50	– 65	– 70	0,05	8276	414	0,06	5173	310	0,09	4138	372
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	50	– 65	– 70	0,05	8276	414	0,06	5173	310	0,09	4138	372
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	50	– 65	– 70	0,06	8276	497	0,07	5173	362	0,10	4138	414
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	50	– 65	– 70	0,06	8276	497	0,07	5173	362	0,10	4138	414
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	50	– 65	– 70	0,05	8276	414	0,06	5173	310	0,09	4138	372
7.0	Nitridační oceli	< 1000	50	– 60	– 70	0,05	8276	414	0,06	5173	310	0,09	4138	372
7.1	Nitridační oceli	> 1000	50	– 60	– 65	0,05	7639	382	0,06	4775	286	0,09	3820	344
8.0	Nástrojové oceli	< 850	50	– 60	– 65	0,06	7639	485	0,07	4775	334	0,10	3820	382
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	45	– 55	– 65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,09	3501	315
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	45	– 55	– 65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,08	3501	280
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	45	– 55	– 65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,08	3501	280
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	25	– 30	– 35	0,04	3820	153	0,04	2387	95	0,05	1910	95
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	25	– 30	– 35	0,04	3820	153	0,04	2387	95	0,05	1910	95
12.0	Pružinové oceli	< 1500	25	– 30	– 35	0,04	3820	153	0,04	2387	95	0,05	1910	95
13.0	Nerez oceli sítřené	< 700	20	– 25	– 30	0,04	3183	127	0,05	1989	99	0,06	1592	95
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	20	– 25	– 30	0,04	3183	127	0,05	1989	99	0,06	1592	95
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	20	– 25	– 30	0,04	3183	127	0,05	1989	99	0,06	1592	95
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	20	– 25	– 30	0,04	3183	127	0,05	1989	99	0,06	1592	95
14.0	Speciální slitiny	< 1200	20	– 25	– 30	0,04	3183	127	0,07	1989	139	0,06	1592	95
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	80	– 90	– 100	0,06	11459	688	0,08	7162	573	0,11	5730	630
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	80	– 90	– 100	0,05	11459	573	0,07	7162	501	0,10	5730	573
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	80	– 90	– 100	0,06	11459	688	0,08	7162	573	0,11	5730	630
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	80	– 90	– 100	0,05	11459	573	0,07	7162	501	0,10	5730	573
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	35	– 40	– 45	0,06	5093	306	0,08	3183	255	0,09	2546	229
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	35	– 40	– 45	0,05	5093	255	0,07	3183	223	0,08	2546	204
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	220	– 260	– 300	0,02	33104	662	0,03	20690	621	0,03	16552	497
17.1	Hliník sleváren slitiny <10% Si	< 600	200	– 240	– 260	0,02	30558	611	0,03	19099	573	0,03	15279	458
17.2	Hliník sleváren slitiny >10% Si	< 600	180	– 200	– 240	0,02	25465	509	0,03	15915	477	0,03	12732	382
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	220	– 260	– 300	0,02	33104	662	0,03	20690	621	0,03	16552	497
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	180	– 200	– 240	0,01	25465	255	0,02	15915	318	0,02	12732	255
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	180	– 200	– 240	0,01	25465	255	0,02	15915	318	0,02	12732	255
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	150	– 180	– 200	0,01	22918	229	0,02	14324	286	0,02	11459	229
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	130	– 140	– 160	0,01	17825	178	0,02	11141	223	0,02	8913	178
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	130	– 140	– 160	0,01	17825	178	0,02	11141	223	0,02	8913	178
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	110	– 130	– 150	0,01	16552	166	0,02	10345	207	0,02	8276	166
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	110	– 130	– 150	0,01	16552	166	0,02	10345	207	0,02	8276	166
20.0	Grafit		110	– 130	– 150	0,01	16552	166	0,02	10345	207	0,02	8276	166
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku a počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 6			Ø 8			Ø 10			Ø 12			Ø 16			Ø 20			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,14	4775	668	0,16	3581	573	0,19	2865	544	0,22	2387	525	0,26	1790	466	0,35	1432	501	Emulze
0,14	4244	594	0,16	3183	509	0,19	2546	484	0,22	2122	467	0,26	1592	414	0,35	1273	446	Emulze
0,14	4244	594	0,16	3183	509	0,19	2546	484	0,22	2122	467	0,26	1592	414	0,35	1273	446	Emulze
0,12	4244	509	0,14	3183	446	0,17	2546	433	0,20	2122	424	0,24	1592	382	0,33	1273	420	Emulze
0,14	4244	594	0,16	3183	509	0,19	2546	484	0,22	2122	467	0,26	1592	414	0,35	1273	446	Emulze
0,14	4244	594	0,16	3183	509	0,19	2546	484	0,22	2122	467	0,26	1592	414	0,35	1273	446	Emulze
0,12	3714	446	0,14	2785	390	0,17	2228	379	0,20	1857	371	0,24	1393	334	0,30	1114	334	Emulze
0,12	3448	414	0,14	2586	362	0,17	2069	352	0,20	1724	345	0,24	1293	310	0,30	1035	310	Emulze
0,11	3448	379	0,13	2586	336	0,16	2069	331	0,19	1724	328	0,23	1293	297	0,28	1035	290	Emulze
0,12	3448	414	0,14	2586	362	0,17	2069	352	0,20	1724	345	0,24	1293	310	0,30	1035	310	Emulze
0,12	3448	414	0,14	2586	362	0,17	2069	352	0,20	1724	345	0,24	1293	310	0,30	1035	310	Emulze
0,11	3448	379	0,13	2586	336	0,16	2069	331	0,19	1724	328	0,23	1293	297	0,28	1035	290	Emulze
0,12	3448	414	0,14	2586	362	0,17	1910	352	0,20	1724	345	0,24	1293	310	0,30	1035	310	Emulze
0,11	3183	350	0,13	2387	310	0,16	1910	306	0,19	1592	302	0,23	1194	275	0,28	955	267	Emulze
0,12	3183	382	0,14	2387	334	0,17	1910	325	0,20	1592	318	0,24	1194	286	0,30	955	286	Emulze
0,11	2918	321	0,13	2188	284	0,15	1751	263	0,19	1459	277	0,23	1094	252	0,28	875	245	Emulze
0,10	2918	292	0,12	2188	263	0,13	1751	228	0,16	1459	233	0,19	1094	208	0,22	875	193	Emulze
0,10	2918	292	0,12	2188	263	0,13	1751	228	0,16	1459	233	0,19	1094	208	0,22	875	193	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,05	1592	80	0,08	1194	95	0,10	955	95	0,12	796	95	0,15	597	90	0,18	477	86	Emulze
0,05	1592	80	0,08	1194	95	0,10	955	95	0,12	796	95	0,15	597	90	0,18	477	86	Emulze
0,05	1592	80	0,08	1194	95	0,10	955	95	0,12	796	95	0,15	597	90	0,18	477	86	Emulze
0,06	1326	80	0,10	995	99	0,12	796	95	0,15	663	99	0,18	497	90	0,21	398	84	Emulze
0,06	1326	80	0,10	995	99	0,12	796	95	0,15	663	99	0,18	497	90	0,21	398	84	Emulze
0,06	1326	80	0,09	995	90	0,11	796	88	0,14	663	93	0,17	497	85	0,20	398	80	Emulze
0,06	1326	80	0,09	995	90	0,11	796	88	0,14	663	93	0,17	497	85	0,20	398	80	Emulze
0,06	1326	80	0,09	995	90	0,11	796	88	0,14	663	93	0,17	497	85	0,20	398	80	Emulze
0,12	4775	573	0,14	3581	501	0,17	2865	487	0,20	2387	477	0,26	1790	466	0,36	1432	516	Nasucho/Emulze
0,11	4775	525	0,13	3581	466	0,16	2865	458	0,19	2387	454	0,25	1790	448	0,33	1432	473	Nasucho/Emulze
0,12	4775	573	0,14	3581	501	0,17	2865	487	0,20	2387	477	0,26	1790	466	0,33	1432	473	Emulze
0,11	4775	525	0,13	3581	466	0,16	2865	458	0,19	2387	454	0,25	1790	448	0,33	1432	473	Emulze
0,09	2122	191	0,11	1592	175	0,14	1273	178	0,17	1061	180	0,19	796	151	0,25	637	159	Emulze
0,08	2122	170	0,10	1592	159	0,13	1273	166	0,16	1061	170	0,18	796	143	0,25	637	159	Emulze
0,07	13793	966	0,07	10345	724	0,11	8276	910	0,11	6897	759	0,15	5173	776	0,20	4138	828	Emulze
0,07	12732	891	0,07	9549	668	0,11	7639	840	0,11	6366	700	0,15	4775	716	0,20	3820	764	Emulze
0,07	10610	743	0,07	7958	557	0,11	6366	700	0,11	5305	584	0,15	3979	597	0,20	3183	637	Emulze
0,07	13793	966	0,07	10345	724	0,11	8276	910	0,11	6897	759	0,15	5173	776	0,20	4138	828	Emulze
0,06	10610	637	0,06	7958	477	0,11	6366	700	0,11	5305	584	0,16	3979	637	0,20	3183	637	Emulze
0,06	10610	637	0,06	7958	477	0,11	6366	700	0,11	5305	584	0,16	3979	637	0,20	3183	637	Emulze
0,06	9549	573	0,06	7162	430	0,11	5730	630	0,11	4775	525	0,16	3581	573	0,20	2865	573	Emulze
0,06	7427	446	0,06	5570	334	0,11	4456	490	0,11	3714	408	0,16	2785	446	0,20	2228	446	Emulze
0,06	7427	446	0,06	5570	334	0,11	4456	490	0,11	3714	408	0,16	2785	446	0,20	2228	446	Emulze
0,06	6897	414	0,06	5173	310	0,11	4138	455	0,11	3448	379	0,16	2586	414	0,20	2069	414	Emulze
0,06	6897	414	0,06	5173	310	0,11	4138	455	0,11	3448	379	0,16	2586	414	0,20	2069	414	Emulze
0,06	6897	414	0,06	5173	310	0,11	4138	455	0,11	3448	379	0,16	2586	414	0,20	2069	414	Nasucho
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	


Tabulka 3.19 Mikrovrtáky / spirál. vrtáky GARANT krátké (slinutý karbid)
Katalogové číslo 121200; 122100
DIN 6539
Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	př.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	60	– 70	– 75	0,02	44563	713	0,04	15367	615	0,06	9095	546
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	60	– 70	– 75	0,02	44563	713	0,04	15367	615	0,06	9095	546
2.0	Automatové oceli	< 850	60	– 70	– 75	0,02	44563	713	0,04	15367	615	0,06	9095	546
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	55	– 60	– 65	0,02	38197	611	0,04	13171	527	0,06	7795	468
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	60	– 70	– 75	0,02	44563	713	0,04	15367	615	0,06	9095	546
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	60	– 70	– 75	0,02	44563	713	0,04	15367	615	0,06	9095	546
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	55	– 60	– 65	0,01	38197	458	0,03	13171	448	0,05	7795	390
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	55	– 60	– 65	0,01	38197	458	0,03	13171	448	0,05	7795	390
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	50	– 55	– 60	0,01	35014	420	0,03	12074	411	0,05	7146	357
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	60	– 70	– 75	0,01	44563	535	0,03	15367	522	0,05	9095	455
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	55	– 60	– 65	0,01	38197	458	0,03	13171	448	0,05	7795	390
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	50	– 55	– 60	0,01	35014	420	0,03	12074	411	0,05	7146	357
7.0	Nitridační oceli	< 1000	55	– 60	– 65	0,01	35014	382	0,03	13171	395	0,05	7795	359
7.1	Nitridační oceli	> 1000	50	– 55	– 60	0,01	35014	350	0,03	12074	362	0,05	7146	329
8.0	Nástrojové oceli	< 850	55	– 60	– 65	0,01	38197	382	0,03	13171	395	0,05	7795	359
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	50	– 55	– 60	0,01	35014	350	0,03	12074	362	0,05	7146	329
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30	– 35	– 40	0,01	22282	223	0,03	7683	231	0,05	4547	209
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	30	– 35	– 40	0,01	22282	223	0,03	7683	231	0,05	4547	209
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	20	– 30	– 35	0,01	19099	191	0,03	6586	198	0,05	3898	179
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	15	– 20	– 25	0,01	12732	127	0,03	4390	132	0,05	2598	120
12.0	Pružinové oceli	< 1500	20	– 30	– 35	0,01	19099	191	0,03	6586	198	0,05	3898	179
13.0	Nerez oceli sítěné	< 700	30	– 35	– 40	0,01	22282	267	0,03	7683	261	0,05	4547	227
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	30	– 35	– 40	0,01	22282	267	0,03	7683	261	0,05	4547	227
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	25	– 30	– 35	0,01	19099	229	0,03	6586	224	0,05	3898	195
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	25	– 30	– 35	0,01	19099	229	0,03	6586	224	0,05	3898	195
14.0	Speciální slitiny	< 1200	15	– 20	– 25	0,01	12732	127	0,03	4390	132	0,05	2598	120
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	70	– 90	– 100	0,01	57296	802	0,03	19757	632	0,05	11693	631
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	70	– 90	– 100	0,01	57296	802	0,03	19757	632	0,05	11693	631
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	65	– 70	– 75	0,01	44563	535	0,03	15367	522	0,05	9095	455
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	65	– 70	– 75	0,01	44563	535	0,03	15367	522	0,05	9095	455
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	20	– 30	– 35	0,01	19099	191	0,03	6586	198	0,05	3898	179
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	15	– 20	– 25	0,01	12732	127	0,03	4390	132	0,05	2598	120
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	150	– 200	– 220	0,02	127324	2037	0,04	43905	1756	0,06	25984	1559
17.1	Hliník sleváren slitiny >10% Si	< 600	100	– 140	– 180	0,02	89127	1426	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
17.2	Hliník sleváren slitiny >10% Si	< 600	100	– 140	– 180	0,02	89127	1426	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	150	– 200	– 220	0,02	127324	2037	0,04	43905	1756	0,06	25984	1559
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	100	– 140	– 180	0,02	89124	1426	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	100	– 140	– 180	0,02	89124	1426	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	100	– 140	– 180	0,02	89124	1426	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	100	– 140	– 180	0,02	89124	1426	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	100	– 140	– 180	0,02	89124	1426	0,04	30733	1229	0,06	17825	1091
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	90	– 110	– 140	0,01	70028	980	0,03	24148	773	0,05	14291	772
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	90	– 110	– 140	0,01	70028	980	0,03	24148	773	0,05	14291	772
20.0	Grafit		70	– 90	– 100	0,01	57296	802	0,03	19757	632	0,05	11693	631
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku a počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 3,0 – 5,9			Ø 6,0 – 8,9			Ø 9,0 – 11,9			Ø 12,0 – 15,9			Ø 16,0 – 18,9			Ø 19,0 – 20,0			Chladicí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	4292	429	0,14	2564	359	0,17	1828	311	0,23	1369	315	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1369	274	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1369	274	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	3934	354	0,12	2350	282	0,15	1675	251	0,20	1255	251	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1369	274	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	3934	354	0,12	2350	282	0,15	1675	251	0,20	1255	251	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,18	1369	246	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,18	1255	226	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,18	1369	246	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,18	1255	226	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	–	–	–	–	–	–	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	685	123	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	456	82	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	685	123	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	2146	193	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,20	685	137	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	2146	192	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,20	685	137	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	456	82	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	6438	605	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2054	431	–	–	–	–	–	–	Nasucho/emulze
0,09	6438	605	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2054	431	–	–	–	–	–	–	Nasucho/emulze
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	685	123	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	456	82	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	14306	1431	0,14	8545	1196	0,17	6092	1036	0,23	4564	1050	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	14306	1431	0,14	8545	1196	0,17	6092	1036	0,23	4564	1050	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	6438	605	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2054	431	–	–	–	–	–	–	Nasucho
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–


Tabulka 3.20 Spirálové vrtáky GARANT krátké (slinutý karbid - TiAlN)
Katalogové číslo 122150;
DIN 6539
Počet zubů
2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	př.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	80	– 90	– 100	0,02	57296	917	0,04	19757	790	0,06	11693	702
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	80	– 90	– 100	0,02	57296	917	0,04	19757	790	0,06	11693	702
2.0	Automatové oceli	< 850	80	– 90	– 100	0,02	57296	917	0,04	19757	790	0,06	11693	702
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	70	– 80	– 85	0,02	50930	815	0,04	17562	702	0,06	10394	624
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	80	– 90	– 100	0,02	57296	917	0,04	19757	790	0,06	11693	702
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	80	– 90	– 100	0,02	57296	917	0,04	19757	790	0,06	11693	702
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	70	– 80	– 85	0,01	50930	611	0,03	17562	597	0,05	10394	520
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	70	– 80	– 85	0,01	50930	611	0,03	17562	597	0,05	10394	520
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	65	– 70	– 80	0,01	44563	535	0,03	15367	522	0,05	9095	455
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	80	– 90	– 100	0,01	57296	688	0,03	19757	672	0,05	11693	585
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	70	– 80	– 85	0,01	50930	611	0,03	17562	597	0,05	10394	520
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	65	– 70	– 80	0,01	44563	535	0,03	15367	522	0,05	9095	455
7.0	Nitridační oceli	< 1000	70	– 80	– 85	0,01	50930	509	0,03	17562	527	0,05	10394	478
7.1	Nitridační oceli	> 1000	65	– 70	– 80	0,01	44563	446	0,03	15367	461	0,05	9095	418
8.0	Nástrojové oceli	< 850	70	– 80	– 85	0,01	50930	509	0,03	17562	527	0,05	10394	478
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	65	– 70	– 80	0,01	44563	446	0,03	15367	461	0,05	9095	418
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	40	– 45	– 50	0,01	28648	286	0,03	9879	296	0,05	5847	269
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	40	– 45	– 50	0,01	28648	286	0,03	9879	296	0,05	5847	269
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	25	– 35	– 45	0,01	22282	223	0,03	7683	231	0,05	4547	209
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	20	– 25	– 35	0,01	15915	159	0,03	5488	165	0,05	3248	149
12.0	Pružinové oceli	< 1500	25	– 35	– 45	0,01	22282	223	0,03	7683	231	0,05	4547	209
13.0	Nerez oceli sítřené	< 700	30	– 40	– 45	0,01	25465	306	0,03	8781	299	0,05	5197	260
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	30	– 40	– 45	0,01	25465	306	0,03	8781	299	0,05	5197	260
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	25	– 30	– 25	0,01	19099	229	0,03	6586	224	0,05	3898	195
14.0	Speciální slitiny	< 1200	20	– 25	– 35	0,01	15915	159	0,03	5488	165	0,05	3248	149
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	90	– 110	– 130	0,01	70028	980	0,03	24148	773	0,05	14291	772
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	90	– 110	– 130	0,01	70028	980	0,03	24148	773	0,05	14291	772
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	85	– 90	– 100	0,01	57296	688	0,03	19757	672	0,05	11639	585
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	85	– 90	– 100	0,01	57296	688	0,03	19757	672	0,05	11639	585
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	25	– 35	– 45	0,01	22282	223	0,03	7863	231	0,05	4547	209
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	20	– 25	– 35	0,01	15915	159	0,03	5488	165	0,05	3248	149
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	200	– 260	– 300	0,02	165521	2648	0,04	57076	2283	0,06	33780	2027
17.1	Hliník sleváren slitiny <10% Si	< 600	130	– 180	– 230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
17.2	Hliník sleváren slitiny >10% Si	< 600	130	– 180	– 230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	200	– 260	– 300	0,02	165521	2648	0,04	57076	2283	0,06	33780	2027
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	130	– 180	– 230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	130	– 180	– 230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	130	– 180	– 230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	130	– 180	– 230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	130	– 180	– 230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	120	– 140	– 180	0,01	89127	1248	0,03	30733	983	0,05	18189	982
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	120	– 140	– 180	0,01	89127	1248	0,03	30733	983	0,05	18189	982
20.0	Grafit		90	– 110	– 130	0,01	70028	980	0,03	24148	773	0,05	14291	772
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro průměr vrtáku a počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 3,0 – 5,9			Ø 6,0 – 8,9			Ø 9,0 – 11,9			Ø 12,0 – 15,9			16,0 – 18,9			Ø 19,0 – 20,0			Chladicí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	5722	572	0,14	3418	479	0,17	2437	414	0,23	1825	420	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	320	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	320	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	5722	458	0,11	3418	376	0,14	2437	341	0,18	1825	329	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,18	1597	288	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	5722	458	0,11	3418	376	0,14	2437	341	0,18	1825	329	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,18	1597	288	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	3219	258	0,11	1923	211	0,14	1371	192	0,18	1027	185	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	3219	258	0,11	1923	211	0,14	1371	192	0,18	1027	185	–	–	–	–	–	–	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	106	0,18	570	103	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,20	913	183	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,20	913	183	–	–	–	–	–	–	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,09	2146	193	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,20	685	137	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527	–	–	–	–	–	–	Nasucho/emulze
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527	–	–	–	–	–	–	Nasucho/emulze
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	18598	1860	0,14	11109	1555	0,17	7920	1346	0,23	5933	1365	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	18598	1860	0,14	11109	1555	0,17	7920	1346	0,23	5933	1365	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	10014	941	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,21	3195	671	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	10014	941	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,21	3195	671	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527	–	–	–	–	–	–	Nasucho


Tabulka 3.21 Spirálové vrtáky GARANT krátké (osazené tvrdokovem)
Katalogové číslo 122200; 124500
DIN 8037; 8041
Počet zubů 2

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,01 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	60	70	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	60	70	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatové oceli	< 850	60	70	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	55	60	65	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	60	70	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	60	70	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	55	60	65	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	55	60	65	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	50	55	60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	60	70	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	55	60	65	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	50	55	60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitridační oceli	< 1000	55	60	65	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	50	55	60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	55	60	65	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	50	55	60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30	35	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	30	35	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	15	20	25	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	20	30	35	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	15	20	25	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	20	30	35	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sítové	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	70	90	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	70	90	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	65	70	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	65	70	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	150	200	220	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	100	140	180	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	100	140	180	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	150	200	220	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	100	140	180	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	100	140	180	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	100	140	180	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	100	140	180	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	100	140	180	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	90	110	140	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	90	110	140	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	70	90	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro průměr vrtáku a počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 3,0 – 5,9			Ø 6,0 – 8,9			Ø 9,0 – 11,9			Ø 12,0 – 15,9			Ø 16,0 – 18,9			Ø 19,0 – 20,0			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	Emulze
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	Emulze
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	Emulze
0,09	4292	386	0,13	2564	333	0,16	1828	292	0,22	1369	301	0,25	1094	274	0,28	979	274	Emulze
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	Emulze
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	Emulze
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,19	1369	260	0,20	1094	219	0,24	979	235	Emulze
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,19	1369	260	0,20	1094	219	0,24	979	235	Emulze
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,19	1255	238	0,20	1003	201	0,24	898	215	Emulze
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,19	1597	303	0,20	1277	255	0,24	1143	274	Emulze
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,19	1369	260	0,20	1094	219	0,24	979	235	Emulze
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,19	1255	238	0,20	1003	201	0,24	898	215	Emulze
0,07	4292	300	0,10	2564	256	0,13	1828	238	0,17	1369	233	0,19	1094	208	0,20	979	196	Emulze
0,07	3934	275	0,10	2350	235	0,13	1675	218	0,17	1255	213	0,19	1003	191	0,20	898	180	Emulze
0,07	4292	300	0,10	2564	256	0,13	1828	238	0,17	1369	233	0,19	1094	208	0,20	979	196	Emulze
0,07	3934	275	0,10	2350	235	0,13	1675	218	0,17	1255	213	0,19	1003	191	0,20	898	180	Emulze
0,07	2504	175	0,10	1495	150	0,13	1066	139	0,17	799	136	0,19	638	121	0,20	571	114	Emulze
0,07	2504	175	0,10	1495	150	0,13	1066	139	0,17	799	136	0,19	638	121	0,20	571	114	Emulze
0,05	1431	72	0,07	855	60	0,10	609	61	0,14	456	64	0,16	365	58	0,18	326	59	Nasucho
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,07	2146	150	0,10	1282	128	0,13	914	119	0,17	685	116	0,19	547	104	0,20	490	98	Emulze
0,07	1431	100	0,10	855	85	0,13	609	79	0,17	456	78	0,19	365	69	0,20	326	65	Emulze
0,07	2146	150	0,10	1282	128	0,13	914	119	0,17	685	116	0,19	547	104	0,20	490	98	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,08	6438	515	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	0,23	1642	378	0,26	1469	382	Nasucho/emulze
0,08	6438	515	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	0,24	1642	393	0,28	1469	411	Nasucho/emulze
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,19	1597	303	0,21	1277	268	0,24	1143	274	Emulze
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,19	1597	303	0,21	1273	267	0,24	1143	274	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,09	14306	1288	0,13	8545	1111	0,16	6092	975	0,22	4564	1004	0,26	3648	949	0,28	3265	914	Emulze
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulze
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulze
0,09	14306	1288	0,13	8545	1111	0,16	6092	975	0,22	4564	1004	0,26	3648	945	0,28	3265	914	Emulze
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulze
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulze
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulze
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulze
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	Emulze
0,08	7868	629	0,12	4700	564	0,15	3351	503	0,20	2510	502	0,24	1637	393	0,26	1469	382	Emulze
0,08	7868	629	0,12	4700	564	0,15	3351	503	0,20	2510	502	0,24	1637	393	0,26	1469	382	Emulze
0,08	6438	515	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	0,24	1642	394	0,26	1469	382	Nasucho
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	


Tabulka 3.22 Spirálové vrtáky GARANT dlouhé (slinutý karbid)

Katalogové číslo 122250

DIN 338

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	60	– 70	– 75	–	–	–	0,04	15367	615	0,06	9095	546
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	60	– 70	– 75	–	–	–	0,04	15367	615	0,06	9095	546
2.0	Automatové oceli	< 850	60	– 70	– 75	–	–	–	0,04	15367	615	0,06	9095	546
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	55	– 60	– 65	–	–	–	0,04	13171	527	0,06	7795	468
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	60	– 70	– 75	–	–	–	0,04	15367	615	0,06	9095	546
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	60	– 70	– 75	–	–	–	0,04	15367	615	0,06	9095	546
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	55	– 60	– 65	–	–	–	0,03	13171	448	0,05	7795	390
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	55	– 60	– 65	–	–	–	0,03	13171	448	0,05	7795	390
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	50	– 55	– 60	–	–	–	0,03	12074	411	0,05	7146	357
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	60	– 70	– 75	–	–	–	0,03	15367	522	0,05	9095	455
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	55	– 60	– 65	–	–	–	0,03	13171	448	0,05	7795	390
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	50	– 55	– 60	–	–	–	0,03	12074	411	0,05	7146	357
7.0	Nitridační oceli	< 1000	55	– 60	– 65	–	–	–	0,03	13171	395	0,05	7795	359
7.1	Nitridační oceli	> 1000	50	– 55	– 60	–	–	–	0,03	12074	362	0,05	7146	329
8.0	Nástrojové oceli	< 850	55	– 60	– 65	–	–	–	0,03	13171	395	0,05	7795	359
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	50	– 55	– 60	–	–	–	0,03	12074	362	0,05	7146	329
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30	– 35	– 40	–	–	–	0,03	7683	231	0,05	4547	209
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	30	– 35	– 40	–	–	–	0,03	7683	231	0,05	4547	209
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	20	– 30	– 35	–	–	–	0,03	6586	198	0,05	3898	179
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	15	– 20	– 25	–	–	–	0,03	4390	132	0,05	2598	120
12.0	Pružinové oceli	< 1500	20	– 30	– 35	–	–	–	0,03	6586	198	0,05	3898	179
13.0	Nerez oceli sítřené	< 700	30	– 35	– 40	–	–	–	0,03	7683	261	0,05	4547	227
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	30	– 35	– 40	–	–	–	0,03	7683	261	0,05	4547	227
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	25	– 30	– 35	–	–	–	0,03	6586	224	0,05	3898	195
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	25	– 30	– 35	–	–	–	0,03	6586	224	0,05	3898	195
14.0	Speciální slitiny	< 1200	15	– 20	– 25	–	–	–	0,03	4390	132	0,05	2598	120
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	70	– 90	– 100	–	–	–	0,03	19757	632	0,05	11693	631
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	70	– 90	– 100	–	–	–	0,03	19757	632	0,05	11693	631
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	65	– 70	– 75	–	–	–	0,03	15367	522	0,05	9095	455
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	65	– 70	– 75	–	–	–	0,03	15367	522	0,05	9095	455
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	20	– 30	– 35	–	–	–	0,03	6586	198	0,05	3898	179
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	15	– 20	– 25	–	–	–	0,03	4390	132	0,05	2598	120
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	150	– 200	– 220	–	–	–	0,04	43905	1756	0,06	25984	1559
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	100	– 140	– 180	–	–	–	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	100	– 140	– 180	–	–	–	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.0	Horčík, hořčíkové slitiny	< 280	150	– 200	– 220	–	–	–	0,04	43905	1756	0,06	25984	1559
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	100	– 140	– 180	–	–	–	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
19.1	Mosaz, tvářící krátké třísky	< 600	100	– 140	– 180	–	–	–	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
19.2	Mosaz, tvářící dlouhé třísky	< 600	100	– 140	– 180	–	–	–	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
19.3	Bronz, tvářící krátké třísky	< 600	100	– 140	– 180	–	–	–	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
19.4	Bronz, tvářící krátké třísky	650 – 850	100	– 140	– 180	–	–	–	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
19.5	Bronz, tvářící dlouhé třísky	< 850	90	– 110	– 140	–	–	–	0,03	24148	773	0,05	14291	772
19.6	Bronz, tvářící dlouhé třísky	850 – 1200	90	– 110	– 140	–	–	–	0,03	24148	773	0,05	14291	772
20.0	Grafit		70	– 90	– 100	–	–	–	0,03	19757	632	0,05	11693	631
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku a počáteční hodnotu rezní rychlosti.



Ø 3,0 – 5,9			Ø 6,0 – 8,9			Ø 9,0 – 11,9			Ø 12,0 – 15,9			Ø 16,0 – 18,9			Ø 19,0 – 20,0			Chladicí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	4292	429	0,14	2564	359	0,17	1828	311	0,23	1369	315	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1369	274	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1369	274	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	3934	354	0,12	2350	282	0,15	1675	251	0,20	1255	251	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1369	274	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	3934	354	0,12	2350	282	0,15	1675	251	0,20	1255	251	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,18	1369	246	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,18	1255	226	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,18	1369	246	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,18	1255	226	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	–	–	–	–	–	–	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	685	123	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	456	82	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	685	123	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	2146	193	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,20	685	137	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	2146	193	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,20	685	137	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	456	82	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	6438	605	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2054	431	–	–	–	–	–	–	Nasucho/emulze
0,09	6438	605	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2054	431	–	–	–	–	–	–	Nasucho/emulze
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	685	123	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	456	82	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	14306	1431	0,14	8545	1196	0,17	6092	1036	0,23	4564	1050	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	14306	1431	0,14	8545	1196	0,17	6092	1036	0,23	4564	1050	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5438	605	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2054	431	–	–	–	–	–	–	Nasucho
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

**Tabulka 3.23 Spirálové vrtáky GARANT dlouhé (slinutý karbid - TiAlN)**

Katalogové číslo 122300

DIN 338

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	př.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	80	– 90	– 100	–	–	–	0,04	19757	790	0,06	11693	702
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	80	– 90	– 100	–	–	–	0,04	19757	790	0,06	11693	702
2.0	Automatové oceli	< 850	80	– 90	– 100	–	–	–	0,04	19757	790	0,06	11693	702
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	70	– 80	– 85	–	–	–	0,04	17562	702	0,06	10394	624
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	80	– 90	– 100	–	–	–	0,04	19757	790	0,06	11693	702
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	80	– 90	– 100	–	–	–	0,04	19757	790	0,06	11693	702
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	70	– 80	– 85	–	–	–	0,03	17562	597	0,05	10394	520
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	70	– 80	– 85	–	–	–	0,03	17562	597	0,05	10394	520
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	65	– 70	– 80	–	–	–	0,03	15367	522	0,05	9095	455
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	80	– 90	– 100	–	–	–	0,03	19757	672	0,05	11693	585
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	70	– 80	– 85	–	–	–	0,03	17562	597	0,05	10394	520
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	65	– 70	– 80	–	–	–	0,03	15367	522	0,05	9095	455
7.0	Nitridační oceli	< 1000	70	– 80	– 85	–	–	–	0,03	17562	527	0,05	10394	478
7.1	Nitridační oceli	> 1000	65	– 70	– 80	–	–	–	0,03	15367	461	0,05	9095	418
8.0	Nástrojové oceli	< 850	70	– 80	– 85	–	–	–	0,03	17562	527	0,05	10394	478
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	65	– 70	– 80	–	–	–	0,03	15367	461	0,05	9095	418
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	40	– 45	– 50	–	–	–	0,03	9879	269	0,05	5847	269
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	40	– 45	– 50	–	–	–	0,03	9879	269	0,05	5847	269
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	25	– 35	– 45	–	–	–	0,03	7683	231	0,05	4547	209
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	20	– 25	– 35	–	–	–	0,03	5488	165	0,05	3248	149
12.0	Pružinové oceli	< 1500	25	– 35	– 45	–	–	–	0,03	7683	231	0,05	4547	209
13.0	Nerez oceli sítřené	< 700	40	– 45	– 50	–	–	–	0,03	9879	336	0,05	5847	292
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	40	– 45	– 50	–	–	–	0,03	9879	336	0,05	5847	292
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	33	– 39	– 46	–	–	–	0,03	8561	291	0,05	5067	253
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	33	– 39	– 46	–	–	–	0,03	8561	291	0,05	5067	253
14.0	Speciální slitiny	< 1200	20	– 25	– 35	–	–	–	0,03	5488	165	0,05	3248	149
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	90	– 110	– 130	–	–	–	0,03	24148	773	0,05	14291	772
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	90	– 110	– 130	–	–	–	0,03	24148	773	0,05	14291	772
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	85	– 90	– 100	–	–	–	0,03	19757	672	0,05	11693	585
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	85	– 90	– 100	–	–	–	0,03	19757	672	0,05	11693	585
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	25	– 35	– 45	–	–	–	0,03	7683	231	0,05	4547	209
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	20	– 25	– 35	–	–	–	0,03	5488	165	0,05	3248	149
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	200	– 260	– 300	–	–	–	0,04	57076	2283	0,06	33780	2027
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	130	– 180	– 230	–	–	–	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	130	– 180	– 230	–	–	–	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.0	Horčík, hořčíkové slitiny	< 280	200	– 260	– 300	–	–	–	0,04	57076	2283	0,06	33780	2027
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	130	– 180	– 230	–	–	–	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
19.1	Mosaz, tvářící krátké třísky	< 600	130	– 180	– 230	–	–	–	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
19.2	Mosaz, tvářící dlouhé třísky	< 600	130	– 180	– 230	–	–	–	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
19.3	Bronz, tvářící krátké třísky	< 600	130	– 180	– 230	–	–	–	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
19.4	Bronz, tvářící krátké třísky	650 – 850	130	– 180	– 230	–	–	–	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
19.5	Bronz, tvářící dlouhé třísky	< 850	120	– 140	– 180	–	–	–	0,03	30733	983	0,05	18189	982
19.6	Bronz, tvářící dlouhé třísky	850 – 1200	120	– 140	– 180	–	–	–	0,03	30733	983	0,05	18189	982
20.0	Grafit		90	– 110	– 130	–	–	–	0,03	24148	773	0,05	14291	772
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku a počáteční hodnotu rezní rychlosti.



Ø 3,0 – 5,9			Ø 6,0 – 8,9			Ø 9,0 – 11,9			Ø 12,0 – 15,9			Ø 16,0 – 18,9			Ø 19,0 – 20,0			Chladicí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	5722	572	0,14	3418	414	0,17	2437	414	0,23	1825	420	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	5722	458	0,11	3418	376	0,14	2437	341	0,18	1825	329	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,18	1597	288	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	5722	458	0,11	3418	376	0,14	2437	341	0,18	1825	329	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,18	1597	288	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	3219	258	0,11	1923	211	0,14	1371	192	0,18	1027	185	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	3219	258	0,11	1923	211	0,14	1371	192	0,18	1027	185	–	–	–	–	–	–	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	3219	290	0,12	1923	231	0,15	1371	206	0,20	1027	205	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	3219	290	0,12	1923	231	0,15	1371	206	0,20	1027	205	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	2790	251	0,12	1666	200	0,15	1188	178	0,20	890	178	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	2790	251	0,12	1666	200	0,15	1188	178	0,20	890	178	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527	–	–	–	–	–	–	Nasucho/emulze
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527	–	–	–	–	–	–	Nasucho/emulze
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	18598	1860	0,14	11109	1545	0,17	7920	1365	0,23	5933	1365	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	945	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	945	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	18598	1860	0,14	11109	1555	0,17	7920	1346	0,23	5933	1365	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	10014	941	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,21	3195	671	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	10014	941	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,21	3195	671	–	–	–	–	–	–	Emulze
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527	–	–	–	–	–	–	Nasucho
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–



Tabulka 3.24 Vysoce výkonné vrtáky GARANT do 3 x D (slinutý karbid - TiAlN)
pro kalené oceli

Katalogové číslo 122305

DIN 6537K

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	poč.	max.	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
						[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatové oceli	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitridační oceli	< 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	23	–	28	–	30	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	10	–	10	–	20	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	7	–	10	–	13	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Hořák, hořčkové slitiny	< 280	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku a počáteční hodnotu řezné rychlosti.

[illegible]



Tabulka 3.25 Vysoce výkonné vrtáky GARANT do 3/5 x D s vnitřním chlazením (slinutý karbid - TiAlN/TiN)

Katalogové číslo 122310; 122340; 122380; 122410; 122431; 122630; 122650; 122660

DIN 6537; 6537K

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	100	– 130	– 150	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	90	– 100	– 120	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatové oceli	< 850	100	– 140	– 180	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	90	– 100	– 110	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	90	– 95	– 100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	85	– 90	– 95	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	80	– 85	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	90	– 95	– 100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitridační oceli	< 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	70	– 80	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	30	– 40	– 50	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	40	– 50	– 55	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	30	– 35	– 40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	30	– 35	– 40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	25	– 30	– 35	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Liřina (GG)	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Liřina (GG)	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Liřina (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Liřina (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	35	– 40	– 45	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	30	– 35	– 40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	220	– 240	– 260	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Hořák, hořčkové slitiny	< 280	220	– 240	– 260	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	90	– 100	– 120	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké řřsky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé řřsky	< 600	150	– 160	– 180	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké řřsky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké řřsky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé řřsky	< 850	70	– 80	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé řřsky	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti.

Tlak chladiřa by měl být 25 barů. Vrták 122310 je jen podmíněně vhodný pro nerezové oceli (Materiálová skupina 13).



Ø 3,0 – 5,9			Ø 6,0 – 8,9			Ø 9,0 – 11,9			Ø 12,0 – 15,9			Ø 16,0 – 18,9			Ø 19,0 – 20,0			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,10	9299	930	0,12	5554	667	0,16	3960	634	0,21	2966	623	0,25	2371	593	0,28	2122	594	Emulze
0,14	7153	1001	0,18	4273	769	0,22	3046	670	0,26	2282	593	0,28	1824	511	0,30	1632	490	Emulze
0,14	10014	1402	0,18	5982	1077	0,22	4264	938	0,26	3195	831	0,28	2554	715	0,30	2285	686	Emulze
0,14	7153	1001	0,18	4273	769	0,22	3046	670	0,26	2282	593	0,28	1824	511	0,30	1632	490	Emulze
0,14	6795	951	0,18	4059	731	0,22	2894	637	0,26	2168	564	0,28	1733	485	0,30	1551	465	Emulze
0,14	6438	901	0,18	3845	692	0,22	2741	603	0,26	2054	534	0,28	1642	460	0,30	1469	441	Emulze
0,12	6080	730	0,18	3632	654	0,20	2589	518	0,23	1940	446	0,25	1551	388	0,23	1388	319	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,12	6795	815	0,16	4059	649	0,20	2894	579	0,23	2168	499	0,25	1733	433	0,27	1551	419	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,11	5722	629	0,15	3418	513	0,18	2437	439	0,21	1825	383	0,23	1459	336	0,24	1306	313	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,08	2861	229	0,11	1709	188	0,14	1218	171	0,16	913	146	0,18	730	131	0,20	653	131	Emulze
0,09	3577	322	0,12	2136	256	0,15	1523	228	0,18	1141	205	0,20	912	182	0,23	816	188	Emulze
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,18	799	144	0,20	638	128	0,23	571	131	Emulze
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,18	799	144	0,20	638	128	0,23	571	131	Emulze
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,16	685	110	0,18	547	99	0,20	490	98	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,18	913	164	0,21	730	153	0,24	653	157	Emulze
0,06	2504	150	0,12	1495	150	0,13	1066	139	0,15	799	120	0,16	638	102	0,18	571	103	Emulze
0,18	17167	3090	0,26	10254	2666	0,36	7310	2632	0,42	5476	2300	0,48	4378	2101	0,52	3918	2037	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,18	17167	3090	0,26	10254	2666	0,36	7310	2632	0,42	5476	2300	0,48	4378	2101	0,52	3918	2037	Emulze
0,16	7153	1144	0,22	4273	940	0,28	3046	853	0,34	2282	776	0,38	1824	693	0,46	1632	751	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,16	11445	1831	0,22	6836	1504	0,28	4874	1365	0,34	3651	1241	0,38	2919	1109	0,46	2612	1201	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,11	5722	629	0,18	3418	615	0,24	2437	585	0,28	1825	511	0,32	1459	467	0,36	1306	470	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–



**Tabulka 3.26 Vysoce výkonné vrtáky GARANT do 3/5 x D
(slinutý karbid - TiAlN)**

Katalogové číslo 122440; 122450; 122500***; 122510***; 122760***; 122770***

DIN 6537K; 6537

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	70	– 80	– 100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	60	– 70	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatové oceli	< 850	70	– 80	– 100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	60	– 70	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	55	– 65	– 75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	55	– 65	– 75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	55	– 65	– 75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	55	– 65	– 75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	40	– 50	– 65	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	65	– 75	– 95	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	60	– 70	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	55	– 65	– 75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitridační oceli	< 1000	60	– 65	– 75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	60	– 65	– 70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	60	– 65	– 75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	60	– 65	– 70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30	– 35	– 40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	30	– 35	– 45	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	25	– 28	– 30	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	12	– 16	– 20	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	8	– 10	– 15	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	30	– 35	– 40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	20	– 23	– 25	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	20	– 23	– 25	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sítové	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martenzitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	70	– 75	– 120	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	70	– 70	– 120	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	60	– 70	– 100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	60	– 70	– 100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	35	– 40	– 45	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	30	– 35	– 40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti.

*** U vrtáků s vnitřním chlazením mohou být hodnoty řezné rychlosti zvýšeny o 10 až 15%.

225



**Tabulka 3.27 Vysoce výkonné vrtáky GARANT do 5 x D
(slinutý karbid - TiAlN) - též pro obrábění za sucha**

Katalogové číslo 122540; 122561

DIN 6537

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	60	– 80	– 100	–	–	–	–	–	–	0,10	10394	1039
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	50	– 70	– 90	–	–	–	–	–	–	0,07	9095	637
2.0	Automatové oceli	< 850	60	– 80	– 100	–	–	–	–	–	–	0,10	10394	1039
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	50	– 70	– 90	–	–	–	–	–	–	0,07	9095	637
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	50	– 65	– 85	–	–	–	–	–	–	0,10	8445	844
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	50	– 65	– 85	–	–	–	–	–	–	0,10	8445	844
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	50	– 65	– 85	–	–	–	–	–	–	0,07	8445	591
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	50	– 65	– 85	–	–	–	–	–	–	0,10	8445	844
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	40	– 50	– 60	–	–	–	–	–	–	0,07	6496	455
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	65	– 75	– 90	–	–	–	–	–	–	0,10	9744	974
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	50	– 70	– 90	–	–	–	–	–	–	0,10	9095	909
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	50	– 65	– 85	–	–	–	–	–	–	0,07	8445	591
7.0	Nitridační oceli	< 1000	50	– 65	– 85	–	–	–	–	–	–	0,07	8445	591
7.1	Nitridační oceli	> 1000	50	– 65	– 85	–	–	–	–	–	–	0,07	8445	591
8.0	Nástrojové oceli	< 850	50	– 65	– 85	–	–	–	–	–	–	0,07	8445	591
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	50	– 65	– 85	–	–	–	–	–	–	0,07	8445	591
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	50	– 65	– 85	–	–	–	–	–	–	0,07	8445	591
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	50	– 65	– 85	–	–	–	–	–	–	0,07	8445	591
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	65	– 75	– 90	–	–	–	–	–	–	0,10	9744	974
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	50	– 70	– 90	–	–	–	–	–	–	0,10	9095	909
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	50	– 70	– 90	–	–	–	–	–	–	0,10	9095	909
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	50	– 70	– 90	–	–	–	–	–	–	0,07	9095	637
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	160	– 180	– 200	–	–	–	–	–	–	0,10	23386	2339
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	140	– 160	– 180	–	–	–	–	–	–	0,10	20788	2079
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	110	– 130	– 150	–	–	–	–	–	–	0,10	16890	1689
18.0	Horčák, horčkové slitiny	< 280	180	– 200	– 220	–	–	–	–	–	–	0,10	25984	2598
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	120	– 140	– 160	–	–	–	–	–	–	0,07	18189	1273
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	140	– 160	– 180	–	–	–	–	–	–	0,07	20788	1455
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	100	– 120	– 140	–	–	–	–	–	–	0,07	15591	1091
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 3,0 – 5,9			Ø 6,0 – 8,9			Ø 9,0 – 11,9			Ø 12,0 – 15,9			Ø 16,0 – 18,9			Ø 19,0 – 20,0			Chladicí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,14	5722	801	0,20	3418	684	0,27	2437	658	0,35	1825	639	0,45	1459	657	0,45	1306	588	Nasucho/emulze
0,10	5007	501	0,15	2991	449	0,20	2132	426	0,26	1597	415	0,32	1277	409	0,32	1143	366	Nasucho/emulze
0,14	5722	801	0,20	3418	684	0,27	2437	658	0,35	1825	639	0,45	1459	657	0,45	1306	588	Nasucho/emulze
0,10	5007	501	0,15	2991	449	0,20	2132	426	0,35	1597	415	0,32	1277	409	0,32	1143	366	Emulze
0,14	4649	651	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,35	1483	519	0,45	1186	534	0,45	1061	477	Nasucho/emulze
0,14	4649	651	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,35	1483	519	0,45	1186	534	0,45	1061	477	Nasucho/emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulze
0,14	4649	651	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,35	1483	519	0,45	1186	534	0,45	1061	477	Nasucho/emulze
0,10	3577	358	0,15	2136	320	0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,32	912	292	0,32	816	261	Emulze
0,14	5365	751	0,20	3204	641	0,27	2285	617	0,35	1711	599	0,45	1368	616	0,45	1224	551	Emulze
0,14	5007	701	0,20	2991	417	0,27	2132	576	0,35	1597	559	0,45	1277	575	0,45	1143	514	Nasucho/emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Nasucho/emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	Emulze
0,14	5365	751	0,20	3204	641	0,27	2285	617	0,35	1711	599	0,45	1368	616	0,45	1224	551	Nasucho
0,14	5007	701	0,20	2991	598	0,27	2132	576	0,35	1597	599	0,45	1277	575	0,45	1143	514	Nasucho
0,14	5007	701	0,02	2991	60	0,27	2132	576	0,35	1597	599	0,45	1277	575	0,45	1143	514	Nasucho
0,10	5007	501	0,15	2991	449	0,20	2132	426	0,26	1597	415	0,32	1277	409	0,32	1143	366	Nasucho
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,14	12875	1803	0,20	7691	1538	0,27	5483	1480	0,35	4107	1438	0,45	3283	1478	0,45	2938	1322	Emulze
0,14	11445	1602	0,20	6863	1367	0,27	4874	1316	0,35	3651	1278	0,45	2919	1313	0,45	2612	1175	Emulze
0,14	9299	1302	0,20	5554	1111	0,27	3960	1069	0,35	2966	1038	0,45	2371	1067	0,45	2122	955	Emulze
0,14	14306	2003	0,20	8545	1709	0,27	6092	1645	0,35	4564	1597	0,45	3648	1642	0,45	3265	1469	Emulze
0,10	10014	1001	0,15	5982	897	0,20	4264	853	0,26	3195	831	0,32	2554	817	0,32	2285	731	Emulze
0,10	11445	1144	0,15	6836	1025	0,20	4874	975	0,26	3651	949	0,32	2919	934	0,32	2612	836	Emulze
0,10	8584	858	0,15	5127	769	0,20	3655	731	0,26	2738	717	0,32	2189	700	0,32	1959	627	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	



Tabulka 3.28 Vysoce výkonné vrtáky GARANT do 5 x D s vnitřním chlazením (slinutý karbid - TiAlN) - pro lícování H7

Katalogové číslo 122790

DIN 6537

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	80	– 100	– 120	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	80	– 90	– 100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatové oceli	< 850	80	– 100	– 120	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	80	– 90	– 100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	70	– 85	– 95	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	70	– 85	– 95	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	60	– 75	– 85	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	60	– 75	– 85	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	50	– 60	– 70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	80	– 95	– 105	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	70	– 85	– 95	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	60	– 75	– 85	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitridační oceli	< 1000	60	– 75	– 85	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	60	– 75	– 85	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	50	– 60	– 75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	50	– 60	– 70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30	– 40	– 45	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	30	– 40	– 45	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sítové	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martenzitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	65	– 100	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	50	– 85	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	50	– 80	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	50	– 80	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti.

Tlak chladiwa by měl být 25 barů.

[illegible]



Tabulka 3.29 Spirálové vrtáky GARANT 3-břítové do 5 x D s vnitřním chlazením (slinutý karbid - nepovlakovaný a TiAlN)

Katalogové číslo 122800; 122820; 122791

DIN 6537

Počet zubů 3

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			[m/min]			f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
			min.	poč.	max.									
			[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatové oceli	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitridační oceli	< 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	80 – 85 – 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	80 – 85 – 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	75 – 80 – 85	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	70 – 75 – 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	140 – 200 – 200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	140 – 160 – 200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	140 – 140 – 200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	140 – 200 – 200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	80 – 140 – 100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	120 – 160 – 160	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	80 – 120 – 100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti.

Tlak chladiwa by měl být 25 barů.

231



Tabulka 3.30 Vysoce výkonné vrtáky GARANT do 8 x D s vnitřním chlazením (slinutý karbid - TiAlN)

Katalogové číslo 123100; 123121

DIN 6537

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	70	80	90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	60	70	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatové oceli	< 850	70	80	90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	60	70	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	55	65	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	55	65	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	55	65	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	55	65	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	40	50	55	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	60	75	85	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	60	70	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	50	65	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitridační oceli	< 1000	50	65	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	50	65	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	50	65	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	40	50	60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30	35	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	30	35	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	35	40	45	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	20	25	30	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	35	40	45	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sítěné	< 700	40	45	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	35	40	45	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	30	35	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	35	40	45	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	25	30	35	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	60	75	90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	60	70	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	60	70	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	60	70	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	25	30	35	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	20	25	30	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	180	200	220	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	160	180	200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	120	140	150	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	180	200	220	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	60	80	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti. Tlak chladič kapaliny by měl být 25 bar.



Ø 3,0 – 5,9			Ø 6,0 – 8,9			Ø 9,0 – 11,9			Ø 12,0 – 15,9			Ø 16,0 – 18,9			Ø 19,0 – 20,0			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,14	5722	801	0,20	3418	684	0,27	2437	658	0,35	1825	639	0,40	1459	584	0,45	1306	588	Emulze
0,10	5007	501	0,15	2991	449	0,20	2132	426	0,26	1597	415	0,30	1277	383	0,32	1143	366	Emulze
0,14	5722	801	0,20	3418	684	0,27	2437	658	0,35	1825	639	0,40	1459	584	0,45	1306	588	Emulze
0,10	5007	501	0,15	2991	449	0,20	2132	426	0,26	1597	415	0,30	1277	383	0,32	1143	366	Emulze
0,14	4649	651	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,35	1483	519	0,40	1186	474	0,45	1061	477	Emulze
0,14	4649	651	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,35	1483	519	0,40	1186	474	0,45	1061	477	Emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	Emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,28	1186	332	0,32	1061	340	Emulze
0,10	3577	358	0,15	2136	320	0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,28	912	255	0,32	816	261	Emulze
0,14	5365	751	0,20	3204	641	0,27	2285	617	0,35	1711	599	0,40	1368	547	0,45	1224	551	Emulze
0,10	5007	701	0,20	2991	598	0,27	2132	576	0,35	1597	559	0,40	1277	511	0,45	1143	514	Emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	Emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	Emulze
0,10	4649	372	0,12	2777	333	0,18	1980	356	0,24	1483	356	0,28	1186	332	0,32	1061	318	Emulze
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	Emulze
0,10	3577	358	0,15	2136	320	0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,30	912	274	0,32	816	261	Emulze
0,10	2504	250	0,15	1495	224	0,20	1066	213	0,26	799	208	0,30	638	192	0,32	571	183	Emulze
0,10	2504	250	0,15	1495	224	0,20	1066	213	0,26	799	208	0,30	638	192	0,32	571	183	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,05	2861	143	0,08	1709	137	0,10	1218	122	0,12	913	110	0,14	730	102	0,16	653	104	Emulze
0,04	1788	72	0,07	1068	75	0,09	762	69	0,11	570	63	0,13	456	59	0,15	408	61	Emulze
0,06	2861	172	0,09	1709	154	0,11	1218	134	0,11	913	100	0,15	730	109	0,17	653	111	Emulze
0,06	3219	193	0,10	1923	192	0,12	1371	164	0,14	1027	144	0,18	821	148	0,20	735	147	Emulze
0,06	2861	172	0,10	1709	171	0,12	1218	146	0,14	913	128	0,18	730	131	0,20	653	131	Emulze
0,06	2504	150	0,10	1495	150	0,12	1066	128	0,14	799	112	0,18	638	115	0,20	571	114	Emulze
0,06	2861	172	0,10	1709	171	0,12	1218	146	0,14	913	128	0,18	730	131	0,20	653	131	Emulze
0,05	2146	107	0,08	1282	103	0,10	914	91	0,12	685	82	0,14	547	77	0,16	490	78	Emulze
0,18	5365	966	0,25	3204	801	0,30	2285	685	0,36	1711	616	0,38	1368	520	0,40	1224	490	Nasucho/emulze
0,18	5007	901	0,25	2991	748	0,30	2132	640	0,36	1597	575	0,38	1277	485	0,40	1143	457	Nasucho/emulze
0,18	5007	901	0,25	2991	748	0,30	2132	640	0,36	1597	575	0,38	1277	485	0,40	1143	457	Emulze
0,16	5007	801	0,22	2991	658	0,28	2132	597	0,32	1597	511	0,35	1277	447	0,45	1143	434	Emulze
0,05	2146	107	0,08	1282	103	0,10	914	91	0,12	685	82	0,14	547	77	0,16	490	78	Emulze
0,05	1788	89	0,08	1068	85	0,10	762	76	0,12	570	68	0,14	456	64	0,16	408	65	Emulze
0,14	14306	1931	0,20	8545	1666	0,26	6092	1599	0,32	4564	1460	0,40	3648	1459	0,38	3265	1469	Emulze
0,14	12875	1738	0,20	7691	1500	0,26	5483	1439	0,32	4107	1314	0,40	3283	1313	0,50	2938	1322	Emulze
0,14	10014	1352	0,20	5982	1166	0,26	4264	1119	0,32	3195	1022	0,40	2554	1022	0,50	2285	1028	Emulze
0,14	14306	1931	0,20	8545	1666	0,26	6092	1599	0,32	4564	1460	0,40	3648	1459	0,45	3265	1469	Emulze
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,14	5722	773	0,20	3418	667	0,26	2437	640	0,32	1825	584	0,40	1459	584	0,45	1306	588	Nasucho
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	



Tabulka 3.31 Vysoce výkonné vrtáky GARANT do 12 x D s vnitřním chlazením
(slinutý karbid - TiAlN)

Katalogové číslo 123300; 123321
DIN Podniková norma
Počet zubů 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	70	– 80	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	60	– 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatové oceli	< 850	70	– 80	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	60	– 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	70	– 65	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	60	– 65	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	50	– 65	– 70	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	40	– 65	– 60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	30	– 50	– 50	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	60	– 75	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	60	– 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	55	– 65	– 75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitridační oceli	< 1000	55	– 65	– 75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	55	– 65	– 75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	55	– 65	– 75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	40	– 50	– 60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	25	– 30	– 35	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	25	– 30	– 35	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	25	– 30	– 35	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sítové	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	30	– 40	– 50	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	60	– 75	– 85	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	60	– 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	60	– 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	60	– 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti.
Tlak chladicí kapaliny by měl být 40 bar.

235

**Tabulka 3.32 4-fasetové vrtáky GARANT do 3 x D (slinutý karbid - TiAlN)**

Katalogové číslo 123620

DIN 6539

Počet zubů

2

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatové oceli	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitridační oceli	< 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	70	– 80	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	70	– 80	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	60	– 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	60	– 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	230	– 250	– 270	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	230	– 250	– 260	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	160	– 180	– 200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Hořák, hořčkové slitiny	< 280	230	– 250	– 270	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti. Tlak chladicí kapaliny by měl být 25 bar.

237

**Tabulka 3.33 4-faset. vrtáky GARANT do 7 x D s vnitřním chlazením (slinutý karbid - TiAlN)**

Katalogové číslo 123640

DIN 338

Počet zubů

2

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatové oceli	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitridační oceli	< 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	70	– 80	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	70	– 80	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	60	– 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	60	– 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	230	– 250	– 270	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	200	– 220	– 240	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	160	– 180	– 200	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	230	– 250	– 270	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti.
Tlak chladicí kapaliny by měl být 25 bar.

239


Tabulka 3.34 4-fasetové vrtáky GARANT do 12 x D s vnitř. chlazením (slinutý karbid - TiAlN)

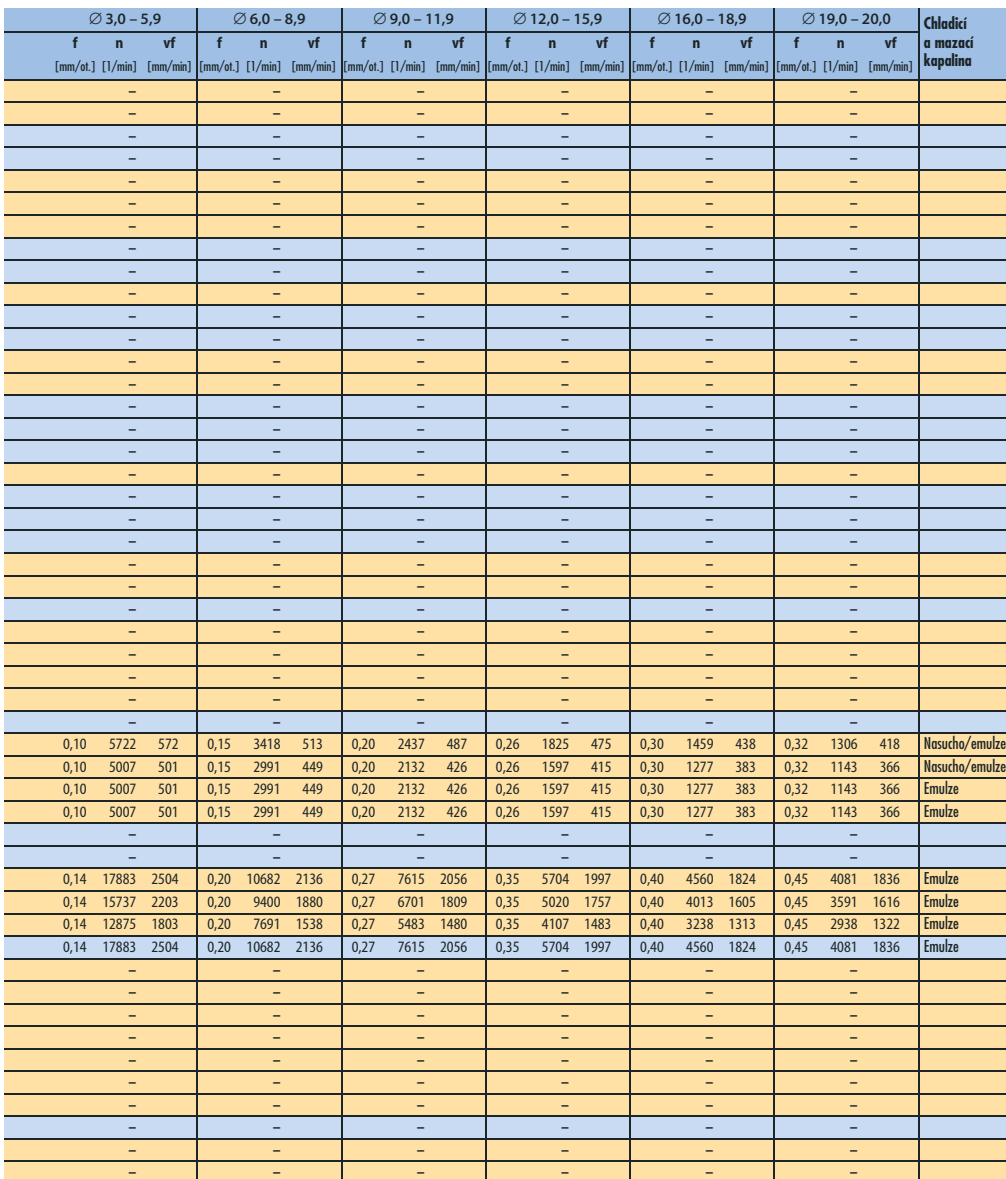
Katalogové číslo 123660

DIN Podniková norma

Počet zubů 2

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 0,1 – 0,9			Ø 1,0 – 1,9			Ø 2,0 – 2,9		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatové oceli	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.0	Nitridační oceli	< 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	70 – 80	– 90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	60 – 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	60 – 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	60 – 70	– 80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	230 – 250	– 270	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	200 – 220	– 240	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	160 – 180	– 200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	230 – 250	– 270	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti. Tlak chladicí kapaliny by měl být 40 bar.





Tabulka 3.35 Korun. vrtáky do 3/5x D (SECO CrownLoc s vrt. korunkami ze slin. karbidu)

Katalogové číslo 231020; 231030

Efektivní břity 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 12,00 – 13,99						Ø 14,00 – 15,99					
						f		n		vf		f		n		vf	
			min.	Start	max.	min.	max.	[1/min]	[mm/min]			min.	max.	[1/min]	[mm/min]		
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	90	– 100	– 130	0,27	– 0,32	2449	784	0,30	– 0,35	2122	637				
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	90	– 100	– 130	0,27	– 0,32	2449	784	0,30	– 0,35	2122	637				
2.0	Automatové oceli	< 850	80	– 90	– 130	0,20	– 0,30	2204	661	0,22	– 0,32	1910	420				
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	40	– 50	– 90	0,15	– 0,25	1224	306	0,15	– 0,26	1061	159				
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	80	– 85	– 120	0,20	– 0,30	2081	624	0,22	– 0,32	1804	397				
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	80	– 85	– 120	0,20	– 0,30	2081	624	0,22	– 0,32	1804	397				
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	40	– 60	– 120	0,15	– 0,30	1469	441	0,15	– 0,32	1273	191				
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	40	– 60	– 120	0,15	– 0,30	1469	441	0,15	– 0,32	1273	191				
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	40	– 50	– 90	0,15	– 0,25	1224	306	0,15	– 0,26	1061	159				
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	80	– 85	– 120	0,20	– 0,30	2081	624	0,22	– 0,32	1804	397				
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	40	– 60	– 120	0,15	– 0,30	1469	441	0,15	– 0,32	1273	191				
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	30	– 45	– 90	0,12	– 0,25	1102	275	0,12	– 0,26	955	115				
7.0	Nitridační oceli	< 1000	80	– 85	– 120	0,20	– 0,30	2081	624	0,22	– 0,32	1804	397				
7.1	Nitridační oceli	> 1000	30	– 40	– 80	0,12	– 0,24	979	235	0,12	– 0,24	849	102				
8.0	Nástrojové oceli	< 850	80	– 85	– 120	0,20	– 0,30	2081	624	0,22	– 0,32	1804	397				
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	40	– 50	– 90	0,15	– 0,25	1224	306	0,15	– 0,26	1061	159				
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	40	– 50	– 90	0,15	– 0,25	1224	306	0,15	– 0,26	1061	159				
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	40	– 60	– 120	0,15	– 0,30	1469	441	0,15	– 0,32	1273	191				
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	30	– 40	– 80	0,12	– 0,24	979	235	0,12	– 0,24	849	102				
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	30	– 40	– 80	0,12	– 0,24	979	235	0,12	– 0,24	849	102				
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	30	– 40	– 80	0,12	– 0,24	979	235	0,12	– 0,24	849	102				
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	30	– 40	– 80	0,12	– 0,24	979	235	0,12	– 0,24	849	102				
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	30	– 40	– 80	0,12	– 0,24	979	235	0,12	– 0,24	849	102				
12.0	Pružinové oceli	< 1500	30	– 55	– 120	0,12	– 0,30	1347	404	0,12	– 0,32	1167	140				
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	60	– 70	– 90	0,10	– 0,14	1714	240	0,12	– 0,16	1485	178				
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	60	– 65	– 90	0,10	– 0,14	1592	223	0,12	– 0,16	1379	166				
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	50	– 60	– 90	0,10	– 0,14	1469	206	0,12	– 0,16	1273	153				
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	40	– 60	– 120	0,15	– 0,30	1469	441	0,15	– 0,32	1273	191				
14.0	Speciální slitiny	< 1200		25		0,07	0,13	612	80	0,08	0,15	531	42				
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	100	– 120	– 160	0,20	– 0,40	2938	1175	0,25	– 0,50	2546	637				
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	70	– 90	– 130	0,20	– 0,40	2204	881	0,25	– 0,45	1910	477				
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	70	– 90	– 130	0,20	– 0,40	2204	881	0,25	– 0,45	1910	477				
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	70	– 80	– 110	0,15	– 0,35	1959	686	0,20	– 0,40	1698	340				
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850		45		0,13	0,20	1102	220	0,16	0,24	955	153				
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200		45		0,13	0,20	1102	220	0,16	0,24	955	153				
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	150	– 180	– 250	0,35	– 0,55	4407	2424	0,40	– 0,60	3820	1528				
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	150	– 180	– 250	0,35	– 0,55	4407	2424	0,40	– 0,60	3820	1528				
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	100	– 125	– 200	0,35	– 0,55	3061	1683	0,40	– 0,60	2653	1061				
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	150	– 170	– 250	0,35	– 0,55	4163	2289	0,40	– 0,60	3608	1443				
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	150	– 200	– 250	0,35	– 0,55	4897	2693	0,40	– 0,60	4244	1698				
19.1	Mosaz, tvářící krátké třísky	< 600	150	– 200	– 250	0,35	– 0,55	4897	2693	0,40	– 0,60	4244	1698				
19.2	Mosaz, tvářící dlouhé třísky	< 600	100	– 150	– 200	0,35	– 0,55	3673	2020	0,40	– 0,60	3183	1273				
19.3	Bronz, tvářící krátké třísky	< 600	100	– 150	– 200	0,35	– 0,55	3673	2020	0,40	– 0,60	3183	1273				
19.4	Bronz, tvářící krátké třísky	650 – 850	100	– 150	– 200	0,35	– 0,55	3673	2020	0,40	– 0,60	3183	1273				
19.5	Bronz, tvářící dlouhé třísky	< 850	100	– 150	– 200	0,35	– 0,55	3673	2020	0,40	– 0,60	3183	1273				
19.6	Bronz, tvářící dlouhé třísky	850 – 1200	100	– 140	– 200	0,35	– 0,55	3428	1885	0,40	– 0,60	2971	1188				
20.0	Grafit		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–				
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–				
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–				



	Ø 16,00 – 17,99					Ø 18,00 – 19,99					Vrtací korunka
	f		n		vf	f		n		vf	Geometrie
	min.	max.				min.	max.				
	[mm/ot.]		[l/min]	[mm/min]		[mm/ot.]		[l/min]	[mm/min]		
	0,32	– 0,37	1872	693		0,32	– 0,37	1675	620		P
	0,32	– 0,37	1872	693		0,32	– 0,37	1675	620		P
	0,25	– 0,35	1685	590		0,25	– 0,35	1508	528		P
	0,15	– 0,28	936	262		0,15	– 0,30	838	251		P
	0,25	– 0,35	1592	557		0,25	– 0,35	1424	498		P
	0,25	– 0,35	1592	557		0,25	– 0,35	1424	498		P
	0,15	– 0,35	1123	393		0,15	– 0,35	1005	352		P
	0,15	– 0,35	1123	393		0,15	– 0,35	1005	352		P
	0,15	– 0,28	936	262		0,15	– 0,30	838	251		P
	0,25	– 0,35	1592	557		0,25	– 0,35	1424	498		P
	0,15	– 0,35	1123	393		0,15	– 0,35	1005	352		P
	0,12	– 0,28	843	236		0,12	– 0,30	754	226		P–M
	0,25	– 0,35	1592	557		0,25	– 0,35	1424	498		P
	0,12	– 0,26	749	195		0,12	– 0,28	670	188		M
	0,25	– 0,35	1592	557		0,25	– 0,35	1424	498		P
	0,15	– 0,28	936	262		0,15	– 0,30	838	251		P
	0,15	– 0,28	936	262		0,15	– 0,30	838	251		P
	0,15	– 0,35	1123	393		0,15	– 0,35	1005	352		P
	0,12	– 0,26	749	195		0,12	– 0,28	670	188		M
	0,12	– 0,26	749	195		0,12	– 0,28	670	188		M
	0,12	– 0,26	749	195		0,12	– 0,28	670	188		M
	0,12	– 0,26	749	195		0,12	– 0,28	670	188		M
	0,12	– 0,26	749	195		0,12	– 0,28	670	188		M
	0,12	– 0,35	1030	360		0,12	– 0,35	921	322		P–M
	0,12	– 0,16	1311	210		0,14	– 0,18	1173	211		P
	0,12	– 0,16	1217	195		0,14	– 0,18	1089	196		P
	0,12	– 0,16	1123	180		0,14	– 0,18	1005	181		P–M
	0,15	– 0,35	1123	393		0,15	– 0,35	1005	352		P
	0,10	0,18	468	84		0,10	0,18	419	75		M
	0,30	– 0,60	2247	1348		0,30	– 0,60	2010	1206		K
	0,30	– 0,50	1685	843		0,30	– 0,50	1508	754		K
	0,30	– 0,50	1685	843		0,30	– 0,50	1508	754		K
	0,25	– 0,45	1498	674		0,25	– 0,45	1340	603		K
	0,18	0,27	843	227		0,18	0,27	754	204		M
	0,18	0,27	843	227		0,18	0,27	754	204		M
	0,40	– 0,60	3370	2022		0,45	– 0,65	3016	1960		M
	0,40	– 0,60	3370	2022		0,45	– 0,65	3016	1960		M
	0,40	– 0,60	2341	1404		0,45	– 0,65	2094	1361		M
	0,40	– 0,60	3183	1910		0,45	– 0,65	2848	1851		M
	0,40	– 0,60	3745	2247		0,45	– 0,65	3351	2178		M
	0,40	– 0,60	3745	2247		0,45	– 0,65	3351	2178		M
	0,40	– 0,60	2809	1685		0,45	– 0,65	2513	1633		M
	0,40	– 0,60	2809	1685		0,45	– 0,65	2513	1633		M
	0,40	– 0,60	2809	1685		0,45	– 0,65	2513	1633		M
	0,40	– 0,60	2809	1685		0,45	– 0,65	2513	1633		M
	0,40	– 0,60	2621	1573		0,45	– 0,65	2345	1525		M
	–	–	–	–		–	–	–	–		
	–	–	–	–		–	–	–	–		
	–	–	–	–		–	–	–	–		

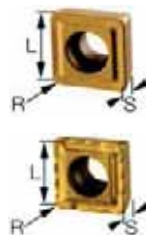
Pozn.: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti a maximální posuv f.



Tabulka 3.36 KOMET - vrtáky do plného s výměnit. břit. destičkami 2 x D (KUB Quatron)
 Katalogové číslo 235500; 235501

Počet výměnitelných břitových destiček 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 14 – 17,5			Ø 17,6 – 27		
			min.	poč.	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	260	– 300	– 320	0,10	6063	606	0,12	4282	514
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	210	– 250	– 270	0,12	5053	606	0,16	3568	571
2.0	Automatové oceli	< 850	260	– 300	– 320	0,14	6063	849	0,18	4282	771
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	210	– 250	– 270	0,12	5053	606	0,16	3568	571
3.0	Neleg. ocel k zeslechlění	< 700	200	– 230	– 250	0,12	4648	558	0,16	3283	525
3.1	Neleg. ocel k zeslechlění	700 – 850	170	– 200	– 220	0,12	4042	485	0,16	2855	457
3.2	Neleg. ocel k zeslechlění	850 – 1000	170	– 200	– 220	0,12	4042	485	0,16	2855	457
4.0	Legovaná ocel k zeslechlění	850 – 1000	170	– 200	– 220	0,12	4042	485	0,16	2855	457
4.1	Legovaná ocel k zeslechlění	1000 – 1200	130	– 160	– 180	0,10	3234	323	0,14	2284	320
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	190	– 220	– 240	0,12	4446	534	0,16	3140	502
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	170	– 200	– 220	0,12	4042	485	0,16	2855	457
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	130	– 160	– 180	0,10	3234	323	0,14	2284	320
7.0	Nitridační oceli	< 1000	170	– 200	– 220	0,12	4042	485	0,16	2855	457
7.1	Nitridační oceli	> 1000	130	– 160	– 180	0,10	3234	323	0,14	2284	141
8.0	Nástrojové oceli	< 850	190	– 220	– 240	0,12	4446	534	0,16	3140	502
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	130	– 160	– 180	0,10	3234	323	0,14	2248	320
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	100	– 130	– 150	0,08	2627	210	0,12	1856	223
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	80	– 100	– 130	0,08	2021	162	0,10	1427	143
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	50	– 60	– 70	0,06	1213	73	0,08	856	69
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	40	– 50	– 60	0,06	1011	61	0,08	714	57
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	30	– 40	– 45	0,06	808	49	0,08	571	46
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	50	– 60	– 70	0,06	1213	73	0,08	856	69
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	40	– 50	– 55	0,06	1011	61	0,08	714	57
12.0	Pružinové oceli	< 1500	100	– 130	– 150	0,05	2627	131	0,06	1856	111
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	150	– 180	– 200	0,08	3638	291	0,12	2569	308
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	140	– 160	– 170	0,08	3234	259	0,12	2284	274
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	130	– 150	– 160	0,08	3032	243	0,12	2141	257
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	140	– 160	– 180	0,06	3234	194	0,10	2284	228
14.0	Speciální slitiny	< 1200	50	– 60	– 70	0,06	1213	73	0,10	856	86
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	180	– 200	– 220	0,16	4042	647	0,20	2855	571
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	180	– 200	– 220	0,14	4042	566	0,18	2855	514
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	140	– 160	– 180	0,14	3234	453	0,18	2284	411
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	120	– 140	– 150	0,14	2829	396	0,18	1998	360
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	60	– 80	– 90	0,06	1617	97	0,10	1142	114
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	50	– 60	– 70	0,06	1213	73	0,08	856	69
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	550	– 600	– 620	0,08	12126	970	0,10	8564	856
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	250	– 300	– 320	0,10	6063	606	0,14	4282	600
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	200	– 250	– 270	0,12	5053	606	0,16	3568	571
18.0	Hořák, hořákové slitiny	< 280	250	– 300	– 320	0,12	6063	728	0,16	4282	685
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	240	– 280	– 300	0,12	5659	792	0,18	3997	719
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	240	– 280	– 300	0,14	5659	792	0,18	3997	719
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	240	– 280	– 300	0,14	5659	679	0,14	3997	560
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	350	– 400	– 420	0,12	8084	970	0,14	5710	799
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	350	– 400	– 420	0,12	8084	970	0,14	5710	799
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	300	– 350	– 370	0,12	7074	849	0,14	4996	699
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	250	– 300	– 320	0,12	6063	728	0,14	4282	600
20.0	Grafit			–			–			–	
21.0	Termoplasty a duroplasty			–			–			–	
21.1	GFK a CFK			–			–			–	



Ø 27,1 – 33			Ø 33,1 – 44			Řezný materiál	
f	n	vf	f	n	vf	Typ	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	Doporučení	Alternativa
0,14	3178	445	0,16	2477	396	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2648	530	0,25	2064	516	BK 84/-01	BK 84/-13
0,25	3178	794	0,30	2477	743	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2648	530	0,25	2064	516	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2436	487	0,25	1899	475	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2119	424	0,25	1651	413	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2119	424	0,25	1651	413	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2119	424	0,25	1651	413	BK 84/-01	BK 84/-13
0,16	1695	271	0,18	1321	238	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2330	466	0,25	1817	454	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2119	424	0,25	1651	413	BK 84/-01	BK 84/-13
0,16	1695	271	0,18	1321	238	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2119	424	0,25	1651	413	BK 84/-01	BK 84/-13
0,16	1695	271	0,18	1321	238	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2330	466	0,25	1817	454	BK 84/-01	BK 84/-13
0,16	1695	271	0,18	1321	238	BK 84/-01	BK 84/-13
0,14	1377	127	0,16	1073	172	BK 84/-01	BK 84/-13
0,12	1059	127	0,14	826	116	BK 84/-01	BK 84/-13
0,10	636	64	0,12	495	59	BK 61/-01	BK 84/-01
0,10	530	53	0,12	413	50	BK 61/-01	BK 84/-01
0,10	424	42	0,12	330	40	BK 61/-01	BK 84/-01
0,10	636	64	0,12	495	59	BK 61/-01	BK 84/-01
0,10	530	53	0,12	413	50	BK 61/-01	BK 84/-01
0,08	1377	110	0,10	1073	107	BK 84/-01	BK 84/-13
0,14	1907	267	0,16	1486	238	BK 79/-01	BK 74/-01
0,14	1695	237	0,16	1321	211	BK 79/-01	BK 74/-01
0,14	1589	222	0,16	1239	198	BK 79/-01	BK 74/-01
0,12	1695	203	0,14	1321	185	BK 79/-01	BK 74/-01
0,12	636	76	0,14	495	69	BK 79/-01	BK 74/-01
0,25	2119	530	0,30	1651	495	BK 61/-01	BK 69/-01
0,22	2119	466	0,25	1651	413	BK 61/-01	BK 69/-01
0,22	1695	373	0,25	1321	330	BK 61/-01	BK 69/-01
0,22	1483	326	0,25	1156	289	BK 61/-01	BK 69/-01
0,12	847	102	0,14	661	92	BK 79/-01	BK 74/-01
0,10	636	64	0,12	495	59	BK 79/-01	BK 74/-01
0,12	6356	242	0,14	4945	694	BK 84/-01	BK 84/-13
0,16	3178	508	0,18	2477	446	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2648	530	0,25	2064	516	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	3178	636	0,25	2477	619	BK 84/-01	BK 84/-13
0,22	2966	653	0,25	2312	578	BK 84/-01	BK 84/-13
0,22	2966	653	0,25	2312	578	BK 84/-01	BK 84/-13
0,16	2966	475	0,20	2312	462	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	4273	847	0,25	3303	826	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	4273	847	0,25	3303	826	BK 84/-01	BK 84/-13
0,16	3707	593	0,20	2890	578	BK 84/-01	BK 84/-13
0,16	3178	508	0,20	2477	495	BK 84/-01	BK 84/-13
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-

Pozn.: Při větších průměrech otvorů je nutné zkontrolovat výkon.

Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti a maximální posuv f.

Pozor: Při záběru vrtáku může jedna destička odpadnout. U otáčejících se obrobků hrozí nebezpečí kvůli odstředivému působení.



Tabulka 3.37 KOMET - vrtáky do plného s výměnit. břit. destič. 5 x D (KUB Duon)
 Katalogové číslo 235520

Efektivní břity: 2

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 21,00 – 29,5		
			min.	Start	max.	f min. [mm/ot.]	n max. [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500		–		–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	110	– 125	– 150	0,20	– 0,30	1576 473
2.0	Automatové oceli	< 850	110	– 130	– 160	0,20	– 0,30	1639 492
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	110	– 125	– 150	0,20	– 0,30	1576 473
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700		–		–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	110	– 130	– 160	0,18	– 0,25	1639 402
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	110	– 130	– 160	0,18	– 0,25	1639 402
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	100	– 110	– 130	0,18	– 0,25	1387 340
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	100	– 110	– 130	0,18	– 0,25	1387 340
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750		–		–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	110	– 125	– 150	0,18	– 0,25	1576 386
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	110	– 125	– 150	0,18	– 0,25	1576 386
7.0	Nitridační oceli	< 1000	80	– 95	– 110	0,15	– 0,20	1198 240
7.1	Nitridační oceli	> 1000	80	– 95	– 110	0,15	– 0,20	1198 240
8.0	Nástrojové oceli	< 850	110	– 125	– 150	0,15	– 0,20	1576 315
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	100	– 110	– 130	0,15	– 0,20	1387 277
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	80	– 95	– 110	0,15	– 0,20	1198 240
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200		–		–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	80	– 95	– 110	0,12	– 0,18	1198 216
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC		–		–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC		–		–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350		–		–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800		–		–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	60	– 75	– 90	0,12	– 0,18	945 170
13.0	Nerez oceli sřené	< 700		–		–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700		–		–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850		–		–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100		–		–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200		–	–	–	–	–
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	130	– 150	– 180	0,30	– 0,45	1891 851
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	130	– 150	– 180	0,30	– 0,45	1891 851
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	120	– 140	– 160	0,30	– 0,40	1765 706
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	120	– 140	– 160	0,30	– 0,40	1765 706
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	40	– 50	– 60	0,12	– 0,18	630 113
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	40	– 50	– 60	0,12	– 0,18	630 113
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530		–		–	–	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	150	– 200	– 250	0,20	– 0,35	2521 882
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	140	– 170	– 200	0,20	– 0,35	2143 750
18.0	Hořík, hoříkové slitiny	< 280		–		–	–	–
19.0	Měd, nízko legovaná	< 400	100	– 125	– 150	0,20	– 0,30	1576 473
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	100	– 125	– 150	0,20	– 0,30	1576 473
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600		–		–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	100	– 125	– 130	0,20	– 0,30	1576 473
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	100	– 125	– 130	0,20	– 0,30	1576 473
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850		–		–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200		–		–	–	–
20.0	Grafit			–		–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty			–		–	–	–
21.1	GFK a CFK			–		–	–	–


**Řezný materiál
typ**
Doporučení:

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 84

BK 82

BK 82

BK 82

BK 82

BK 82

BK 82

BK 82

BK 82

BK 82

BK 82

BK 82

BK 82

Pozor: Obzvláště při nestabilních podmínkách je třeba navrtávat se sníženým posuvem ($f = 0,10 \dots 0,15 \text{ mm/U}$).

Pozn.: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu v_f platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti a maximální posuv f .



Tabulka 3.38 KOMET - vrtáky do plného s výměnit. břit. destičkami 3xD (KUB Trigon)

Katalogové číslo 235620; 235650

Počet vyměnitelných břitových destiček 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			< Ø 19,9			Ø 20,0 – 24,9			Ø 25 – 36		
			min.	Start	max.	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
						[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	250	– 275	– 300	0,07	4399	308	0,09	3899	351	0,10	2870	287
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	180	– 215	– 250	0,08	3439	275	0,13	3048	396	0,14	2244	314
2.0	Automatové oceli	< 850	260	– 280	– 300	0,13	4479	582	0,15	3970	596	0,16	2870	468
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	180	– 215	– 250	0,08	3439	275	0,13	3048	396	0,14	2244	314
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	180	– 215	– 250	0,08	3439	275	0,13	3048	396	0,14	2244	314
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	180	– 215	– 250	0,08	3439	275	0,13	3048	396	0,14	2244	314
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	140	– 170	– 200	0,07	2719	190	0,13	2410	313	0,14	1774	248
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	100	– 125	– 150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	100	– 125	– 150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	250	– 275	– 300	0,07	4399	308	0,09	3899	351	0,10	2870	287
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	180	– 215	– 250	0,08	3439	275	0,13	3048	396	0,14	2244	314
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	180	– 215	– 250	0,08	3439	275	0,13	3048	396	0,14	2244	314
7.0	Nitridační oceli	< 1000	150	– 165	– 180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
7.1	Nitridační oceli	> 1000	150	– 165	– 180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
8.0	Nástrojové oceli	< 850	140	– 170	– 200	0,07	2719	190	0,13	2410	313	0,14	1774	248
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	100	– 125	– 150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	100	– 125	– 150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	100	– 125	– 150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	20	– 40	– 60	0,05	640	32	0,08	567	45	0,08	417	33
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	20	– 40	– 60	0,05	640	32	0,08	567	45	0,08	417	33
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	20	– 40	– 60	0,05	640	32	0,08	567	45	0,08	417	33
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	50	– 70	– 90	0,05	1120	56	0,08	993	79	0,08	731	58
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	50	– 70	– 90	0,05	1120	56	0,08	993	79	0,08	731	58
12.0	Pružinové oceli	< 1500	50	– 70	– 90	0,05	1120	56	0,08	993	79	0,08	731	58
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	150	– 165	– 180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	150	– 165	– 180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	150	– 165	– 180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	150	– 165	– 180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
14.0	Speciální slitiny	< 1200	150	– 165	– 180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	150	– 175	– 200	0,13	2799	364	0,15	2481	372	0,16	1826	292
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	150	– 175	– 200	0,13	2799	364	0,15	2481	372	0,16	1826	292
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	100	– 125	– 150	0,10	1999	200	0,13	1772	230	0,14	1305	183
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	100	– 125	– 150	0,10	1999	200	0,13	1772	230	0,14	1305	183
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	100	– 125	– 150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	100	– 125	– 150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530		350		0,06	5598	336	0,10	4963	496	0,12	3653	483
17.1	Hliník sřevřen slitiny <10% Si	< 600		200		0,08	3199	256	0,13	2836	369	0,14	2087	292
17.2	Hliník sřevřen slitiny >10% Si	< 600		200		0,10	3199	320	0,13	2836	369	0,14	2087	292
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280		350		0,13	5598	728	0,15	4963	744	0,16	3653	584
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	150	– 200	– 250	0,08	3199	336	0,13	2836	369	0,14	2087	292
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	150	– 200	– 250	0,13	3199	416	0,13	2836	369	0,14	2087	292
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	150	– 200	– 250	0,13	3199	416	0,13	2836	369	0,14	2087	292
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	150	– 200	– 250	0,13	3199	416	0,13	2836	369	0,14	2087	292
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	150	– 200	– 250	0,13	3199	416	0,13	2836	369	0,14	2087	292
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	150	– 200	– 250	0,13	3199	416	0,13	2836	369	0,14	2087	292
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	150	– 200	– 250	0,13	3199	416	0,13	2836	369	0,14	2087	292
20.0	Grafit		100	– 150	– 200	0,08	2399	192	0,13	2127	276	0,14	1565	219
21.0	Termoplasty a duroplasty			–			–			–			–	
21.1	GFK a CFK			–			–			–			–	



Ø 37 – 44,9			> Ø 45			Doporučení ohledně vyměnit. břitových destiček	
f	n	vf	f	n	vf	Vnější břit	Vnitřní břit
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	(s povlakem / bez povlaku) typ / geometrie	(s povlakem / bez povlaku) typ / geometrie
0,10	2138	214	0,12	1945	233	BK 84/..010	BK 84/..010
0,14	1671	234	0,16	1521	243	BK 84/..010	BK 84/..010
0,16	2176	348	0,02	1981	40	BK 84/..010	BK 84/..010
0,14	1671	234	0,16	1521	219	BK 79/..010	BK 79/..010
0,14	1671	234	0,16	1521	243	BK 84/..010	BK 84/..010
0,14	1671	234	0,16	1521	243	BK 84/..010	BK 84/..010
0,14	1321	185	0,16	1203	192	BK 79/..010	BK 79/..010
0,10	972	97	0,12	884	106	BK 79/..010	BK 79/..010
0,10	972	97	0,12	884	106	BK 79/..010	BK 79/..010
0,10	2138	214	0,12	1945	233	BK 84/..010	BK 84/..010
0,14	1671	234	0,16	1521	243	BK 79/..010	BK 79/..010
0,14	1671	234	0,16	1521	243	BK 79/..010	BK 79/..010
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 79/..010	BK 79/..010
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 79/..010	BK 79/..010
0,14	1321	185	0,16	1203	192	BK 79/..010	BK 79/..010
0,10	972	97	0,12	884	106	BK 79/..010	BK 79/..010
0,10	972	97	0,12	884	106	BK 79/..010	BK 79/..010
0,10	972	97	0,12	844	106	BK 79/..010	BK 79/..010
0,10	311	31	0,10	283	28	BK 62/..010	BK 62/..010
0,10	311	31	0,10	283	28	BK 62/..010	BK 62/..010
0,10	311	31	0,10	283	28	BK 62/..010	BK 62/..010
0,08	544	44	0,10	495	50	BK 79/..010	BK 79/..010
0,08	544	44	0,10	495	50	BK 79/..010	BK 79/..010
0,08	544	44	0,10	495	50	BK 79/..010	BK 79/..010
0,14	1283	180	0,14	1050	163	BK 84/..130	BK 84/..130
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 84/..130	BK 84/..130
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 79/..130	BK 79/..130
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 79/..130	BK 79/..130
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 84/..010	BK 84/..010
0,16	1360	218	0,20	1238	248	BK 62/..010	K10/..110
0,16	1360	218	0,20	1238	248	BK 62/..010	K10/..110
0,14	972	136	0,16	884	141	BK 62/..010	K10/..110
0,14	972	136	0,16	884	141	BK 84/..010	BK 84/..010
0,10	972	97	0,12	884	106	BK 79/..010	BK 79/..010
0,10	972	97	0,12	884	106	BK 79/..010	BK 79/..010
0,10	2721	272	0,12	2476	297	K10/..110	K10/..110
0,16	1555	249	0,16	1415	226	BK 77/..110	BK 77/..110
0,16	1555	249	0,16	1415	226	BK 77/..110	BK 77/..110
0,16	2721	435	0,20	2476	495	K10/..110	K10/..110
0,16	1555	249	0,16	1415	226	K10/..110	K10/..110
0,14	1555	218	0,16	1415	226	BK 77/..110	BK 77/..110
0,14	1555	218	0,16	1415	226	K10/..110	K10/..110
0,14	1555	218	0,16	1415	226	BK 77/..110	BK 77/..110
0,14	1555	218	0,16	1415	226	BK 77/..110	BK 77/..110
0,14	1555	218	0,16	1415	226	BK 84/..010	BK 84/..010
0,14	1555	218	0,16	1415	226	BK 84/..010	BK 84/..010
0,16	1166	187	0,16	1061	170	K10/..110	K10/..110
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-



Pozor: Na výstupu vrtáku od-
padá jedna podložka. U
otáčejících se obrobků
hrozí kvůli odstředivému
působení nebezpečí úra-
zu.

Pozn.: Hodnoty počtu otáček n
a rychlosti posuvu vf platí
pro střední průměr vrtáku
a počáteční hodnotu
řezné rychlosti.

**Tabulka 3.39 Dvoubřité výhrubníky KOMET G01 s axiálním nastavením (tvrdokov)**

Katalogové číslo 235600 s 235680; 235690; 235700

Počet držáků břit. destiček 2

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	Výměnitelná břitová destička WOEX											
			Obrábění na hrubo pro přídavek ap = 1 ... 9 mm Kombinované obrábění na hrubo pro přídavek ap = 2 ... 18 mm											
			vc [m/min]			Ø 24 – 32			Ø 30 – 41			Ø 39 – 53		
			min.	Start	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	180	– 200	– 220	0,20 0,10	2274 2274	455 227	0,24 0,12	1793 1793	430 215	0,30 0,15	1384 1384	415 208
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	180	– 200	– 220	0,20 0,10	2274 2274	455 227	0,24 0,12	1793 1793	430 215	0,30 0,15	1384 1384	415 208
2.0	Automatové oceli	< 850	160	– 180	– 200	0,20 0,10	2046 2046	409 205	0,24 0,12	1614 1614	387 194	0,30 0,15	1246 1246	374 187
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	160	– 180	– 200	0,20 0,10	2046 2046	409 205	0,24 0,12	1614 1614	387 194	0,30 0,15	1246 1246	374 187
3.0	Neleg. ocel k zeslchtění	< 700	180	– 200	– 220	0,20 0,10	2274 2274	455 227	0,24 0,12	1793 1793	430 215	0,30 0,15	1384 1384	415 208
3.1	Neleg. ocel k zeslchtění	700 – 850	180	– 200	– 220	0,20 0,10	2274 2274	455 227	0,24 0,12	1793 1793	430 215	0,30 0,15	1384 1384	415 208
3.2	Neleg. ocel k zeslchtění	850 – 1000	120	– 140	– 150	0,20 0,10	1592 1592	318 159	0,24 0,12	1255 1255	301 151	0,30 0,15	969 969	291 145
4.0	Negovaná ocel k zeslchtění	850 – 1000	120	– 140	– 150	0,20 0,10	1592 1592	318 159	0,24 0,12	1255 1255	301 151	0,30 0,15	969 969	291 145
4.1	Negovaná ocel k zeslchtění	1000 – 1200	120	– 140	– 150	0,20 0,10	1592 1592	318 159	0,24 0,12	1255 1255	301 151	0,30 0,15	969 969	291 145
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	180	– 200	– 220	0,20 0,10	2274 2274	455 227	0,24 0,12	1793 1793	430 215	0,30 0,15	1384 1384	415 208
6.0	Negovaná cementační ocel	< 1000	180	– 200	– 210	0,20 0,10	2274 2274	455 227	0,24 0,12	1793 1793	430 215	0,30 0,15	1384 1384	415 208
6.1	Negovaná cementační ocel	> 1000	120	– 140	– 150	0,20 0,10	1592 1592	318 159	0,24 0,12	1255 1255	301 151	0,30 0,15	969 969	291 145
7.0	Nitridační oceli	< 1000	120	– 140	– 150	0,20 0,10	1592 1592	318 159	0,24 0,12	1255 1255	301 151	0,30 0,15	969 969	291 145
7.1	Nitridační oceli	> 1000	120	– 140	– 150	0,20 0,10	1592 1592	318 159	0,24 0,12	1255 1255	301 151	0,30 0,15	969 969	291 145
8.0	Nástrojové oceli	< 850	180	– 200	– 210	0,20 0,10	2274 2274	455 227	0,24 0,12	1793 1793	430 215	0,30 0,15	1384 1384	415 208
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	130	– 140	– 150	0,20 0,10	1592 1592	318 159	0,24 0,12	1255 1255	301 151	0,30 0,15	969 969	291 145
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	110	– 120	– 130	0,12 0,06	1364 1364	164 82	0,20 0,10	1076 1076	215 108	0,24 0,12	830 830	199 100
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti.
Při použití nástavců je nutné snížit řeznou rychlost.

251



Tabulka 3.39 (pokr.) Dvoubřité výhružníky KOMET G01 s axiálním nastavením (tvrdokov)

Katalogové číslo

235600 s 235680; 235690; 235700

Počet držáků břit. destiček 2

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	Výměnitelná břitová destička WOEX											
			Obrábění na hrubo pro přidavek ap = 1 ... 9 mm Kombinované obrábění na hrubo pro přidavek ap = 2 ... 18 mm											
			vc [m/min]			Ø 24 – 32			Ø 30 – 41			Ø 39 – 53		
			min.	Start	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	110	– 120	– 130	0,14 0,07	1364 1364	191 95	0,18 0,09	1076 1076	194 97	0,24 0,12	830 830	199 100
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	110	– 120	– 130	0,14 0,07	1364 1364	191 95	0,18 0,09	1076 1076	194 97	0,24 0,12	830 830	199 100
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	80	– 90	– 100	0,10 0,05	1023 1023	102 51	0,14 0,07	807 807	113 56	0,20 0,10	623 623	125 62
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	80	– 90	– 100	0,10 0,05	1023 1023	102 51	0,14 0,07	807 807	113 56	0,20 0,10	623 623	125 62
14.0	Speciální slitiny	< 1200	40	– 50	– 55	0,10 0,05	568 568	57 28	0,16 0,08	448 448	72 36	0,20 0,10	346 346	69 35
15.0	Liřina (GG)	< 180 HB	160	– 180	– 200	0,24 0,12	2046 2046	491 246	0,30 0,15	1614 1614	484 242	0,50 0,25	1246 1246	623 311
15.1	Liřina (GG)	> 180 HB	160	– 180	– 200	0,24 0,12	2046 2046	491 246	0,30 0,15	1614 1614	484 242	0,50 0,25	1246 1246	623 311
15.2	Liřina (GGG, GT)	> 180 HB	130	– 140	– 150	0,24 0,12	1592 1592	382 191	0,30 0,15	1255 1255	377 188	0,50 0,25	969 969	484 242
15.3	Liřina (GGG, GT)	> 260 HB	90	– 100	– 110	0,20 0,10	1137 1137	227 114	0,24 0,12	897 897	215 108	0,30 0,15	692 692	208 104
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	40	– 50	– 60	0,12 0,06	568 568	68 34	0,16 0,08	448 448	72 36	0,20 0,10	346 346	69 35
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	40	– 50	– 55	0,12 0,06	568 568	68 34	0,16 0,08	448 448	72 36	0,20 0,10	346 346	69 35
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	220	– 250	– 280	0,24 0,12	2842 2842	682 341	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,50 0,25	1730 1730	865 432
17.1	Hliník sřevřen slitiny <10% Si	< 600	230	– 250	– 270	0,24 0,12	2842 2842	682 341	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,50 0,25	1730 1730	865 432
17.2	Hliník sřevřen slitiny <10% Si	< 600	180	– 200	– 220	0,24 0,12	2274 2274	546 273	0,30 0,15	1793 1793	538 269	0,50 0,25	1384 1384	692 346
18.0	Hořčák, hořčákové slitiny	< 280	220	– 250	– 280	0,24 0,12	2842 2842	682 341	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,50 0,25	1730 1730	865 432
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	220	– 250	– 280	0,24 0,12	2842 2842	682 341	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,50 0,25	1730 1730	865 432
19.1	Mosaz, tvořící krátké třisky	< 600	230	– 250	– 270	0,24 0,12	2842 2842	682 341	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,50 0,25	1730 1730	865 432
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třisky	< 600	230	– 250	– 270	0,24 0,12	2842 2842	682 341	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,50 0,25	1730 1730	865 432
19.3	Bronz, tvořící krátké třisky	< 600	230	– 250	– 270	0,24 0,12	2842 2842	682 341	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,50 0,25	1730 1730	865 432
19.4	Bronz, tvořící krátké třisky	650 – 850	230	– 250	– 270	0,24 0,12	2842 2842	682 341	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,50 0,25	1730 1730	865 432
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třisky	< 850	230	– 250	– 270	0,24 0,12	2842 2842	682 341	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,50 0,25	1730 1730	865 432
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třisky	850 – 1200	230	– 250	– 270	0,24 0,12	2842 2842	682 341	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,50 0,25	1730 1730	865 432
20.0	Grafit		–			–			–			–		
21.0	Termoplasty a duroplasty		–			–			–			–		
21.1	GFK a CFK		–			–			–			–		

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti. Při použití nástavců je nutné snížit řeznou rychlost.

253



Tabulka 3.39 (pokr.) Dvoubřité výhrubníky KOMET G01 s axiálním nastavením (tvrdkov)

Katalogové číslo

235600 s 235680; 235690; 235700

Počet držáků břit. destiček 2

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	Vyměnitelná břitová destička CCMT											
			Obrábění na hrubo pro přídavek = 1 ... 9 mm Kombinované obrábění na hrubo pro přídavek ap = 2 ... 18 mm											
			vc [m/min]			Ø 24 – 32			Ø 30 – 41			Ø 39 – 53		
			min.	Start	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	180	– 200	– 220	0,16 0,08	2274 2274	364 182	0,16 0,08	1793 1793	287 143	0,16 0,08	1384 1384	221 111
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	180	– 200	– 220	0,16 0,08	2274 2274	364 182	0,16 0,08	1793 1793	287 143	0,16 0,08	1384 1384	221 111
2.0	Automatové oceli	< 850	160	– 180	– 200	0,16 0,08	2046 2046	327 164	0,16 0,08	1614 1614	258 129	0,16 0,08	1246 1246	199 100
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	160	– 180	– 190	0,16 0,08	2046 2046	327 164	0,16 0,08	1614 1614	258 129	0,16 0,08	1246 1246	199 100
3.0	Neleg. ocel k zesílení	< 700	180	– 200	– 220	0,16 0,08	2274 2274	364 182	0,16 0,08	1793 1793	287 143	0,16 0,08	1384 1384	221 111
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	180	– 200	– 220	0,16 0,08	2274 2274	364 182	0,16 0,08	1793 1793	287 143	0,16 0,08	1384 1384	221 111
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	120	– 140	– 150	0,14 0,07	1592 1592	223 111	0,14 0,07	1255 1255	176 88	0,14 0,07	969 969	136 68
4.0	Negovaná ocel k zesílení	850 – 1000	120	– 140	– 150	0,14 0,07	1592 1592	223 111	0,14 0,07	1255 1255	176 88	0,14 0,07	969 969	136 68
4.1	Negovaná ocel k zesílení	1000 – 1200	120	– 140	– 150	0,14 0,07	1592 1592	223 111	0,14 0,07	1255 1255	176 88	0,14 0,07	969 969	136 68
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	180	– 200	– 220	0,16 0,08	2274 2274	364 182	0,16 0,08	1793 1793	287 143	0,16 0,08	1384 1384	221 111
6.0	Negovaná cementační ocel	< 1000	180	– 200	– 210	0,16 0,08	2274 2274	364 182	0,16 0,08	1793 1793	287 143	0,16 0,08	1384 1384	221 111
6.1	Negovaná cementační ocel	> 1000	120	– 140	– 150	0,14 0,07	1592 1592	223 111	0,14 0,07	1255 1255	176 88	0,14 0,07	969 969	136 68
7.0	Nitridační oceli	< 1000	120	– 140	– 150	0,14 0,07	1592 1592	223 111	0,14 0,07	1255 1255	176 88	0,14 0,07	969 969	136 68
7.1	Nitridační oceli	> 1000	120	– 140	– 150	0,14 0,07	1592 1592	223 111	0,14 0,07	1255 1255	176 88	0,14 0,07	969 969	136 68
8.0	Nástrojové oceli	< 850	180	– 200	– 210	0,16 0,08	2274 2274	364 182	0,16 0,08	1793 1793	287 143	0,16 0,08	1384 1384	221 111
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	130	– 140	– 150	0,14 0,07	1592 1592	223 111	0,14 0,07	1252 1252	176 88	0,14 0,07	969 969	136 68
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	110	– 120	– 130	0,14 0,07	1364 1364	191 95	0,14 0,07	1076 1076	151 75	0,14 0,07	830 830	116 58
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti.
Při použití nástavců je nutné snížit řeznou rychlost.



Ø 51 – 71								
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92
0,20	939	188	0,20	739	148	0,30	554	166
0,10	939	94	0,10	739	74	0,15	554	83
0,20	939	188	0,20	739	148	0,30	554	166
0,10	939	94	0,10	739	74	0,15	554	83
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52
0,16	626	100	0,16	493	79	0,20	369	74
0,08	626	50	0,08	493	39	0,10	369	37
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-



Tabulka 3.39 (pokr.) Dvoubřité výhružníky KOMET G01 s axiálním nastavením (tvrdokov)

Katalogové číslo

235600 s 235680; 235690; 235700

Počet držáků břit. destiček 2

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	Výměnitelná břitová destička CCMT											
			Obrábění na hrubo pro přídavek ap = 1 ... 9 mm Kombinované obrábění na hrubo pro přídavek ap = 2 ... 18 mm											
			vc [m/min]			Ø 24 – 32			Ø 30 – 41			Ø 39 – 53		
			min.	Start	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	110	– 120	– 130	0,14 0,07	1364 1364	191 95	0,14 0,07	1076 1076	151 75	0,14 0,07	830 830	116 58
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	110	– 120	– 130	0,12 0,06	1364 2274	164 136	0,12 0,06	1076 1793	129 108	0,12 0,06	830 1384	100 83
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	80	– 90	– 100	0,10 0,05	1023 1023	102 51	0,10 0,05	807 807	81 40	0,10 0,05	623 623	62 31
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	80	– 90	– 100	0,10 0,05	1023 1023	102 51	0,10 0,05	807 807	81 40	0,10 0,05	623 623	62 31
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Liřina (GG)	< 180 HB	160	– 180	– 200	0,20 0,10	2046 2046	409 205	0,20 0,10	1614 1614	323 161	0,20 0,10	1246 1246	249 125
15.1	Liřina (GG)	> 180 HB	160	– 180	– 200	0,20 0,10	2046 2046	409 205	0,20 0,10	1614 1614	323 161	0,20 0,10	1246 1246	249 125
15.2	Liřina (GGG, GT)	> 180 HB	130	– 140	– 150	0,20 0,10	1592 1592	318 159	0,20 0,10	1255 1255	251 126	0,20 0,10	969 969	194 97
15.3	Liřina (GGG, GT)	> 260 HB	90	– 100	– 110	0,14 0,07	1137 1137	159 80	0,14 0,07	897 897	126 63	0,14 0,07	692 692	97 48
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	220	– 250	– 280	0,30 0,15	2842 2842	853 426	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,30 0,15	1730 1730	519 259
17.1	Hliník sřevřen slitiny <10% Si	< 600	230	– 250	– 270	0,30 0,15	2842 2842	853 426	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,30 0,15	1730 1730	519 259
17.2	Hliník sřevřen slitiny <10% Si	< 600	180	– 200	– 220	0,30 0,15	2274 2274	682 341	0,30 0,15	1793 1793	538 269	0,30 0,15	1384 1384	415 208
18.0	Hořák, hořákové slitiny	< 280	220	– 250	– 280	0,30 0,15	2842 2842	853 426	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,30 0,15	1730 1730	519 259
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	220	– 250	– 280	0,30 0,15	2842 2842	853 426	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,30 0,15	1730 1730	519 259
19.1	Mosaz, tvořící krátké třisky	< 600	230	– 250	– 270	0,30 0,15	2842 2842	853 426	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,30 0,15	1730 1730	519 259
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třisky	< 600	230	– 250	– 270	0,30 0,15	2842 2842	853 426	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,30 0,15	1730 1730	519 259
19.3	Bronz, tvořící krátké třisky	< 600	230	– 250	– 270	0,30 0,15	2842 2842	853 426	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,30 0,15	1730 1730	519 259
19.4	Bronz, tvořící krátké třisky	650 – 850	230	– 250	– 270	0,30 0,15	2842 2842	853 426	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,30 0,15	1730 1730	519 259
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třisky	< 850	230	– 250	– 270	0,30 0,15	2842 2842	853 426	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,30 0,15	1730 1730	519 259
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třisky	850 – 1200	230	– 250	– 270	0,30 0,15	2842 2842	853 426	0,30 0,15	2242 2242	672 336	0,30 0,15	1730 1730	519 259
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti.
Při použití nástavců je nutné snížit řeznou rychlost.



Ø 51 – 71						Ø 64 – 91						Ø 83 – 124						Ø 109 – 167						Ø 139 – 167					
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf						
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]						
0,16	626	100	0,16	493	79	0,24	369	89	0,24	277	66	0,24	216	52															
0,08	626	50	0,08	493	39	0,12	369	44	0,12	277	33	0,12	216	26															
0,14	626	88	0,14	493	69	0,24	369	89	0,24	277	66	0,24	216	52															
0,07	1044	73	0,07	821	58	0,12	615	74	0,12	461	55	0,12	360	43															
0,12	470	56	0,12	370	44	0,20	277	55	0,20	208	42	0,20	162	32															
0,06	470	28	0,06	370	22	0,10	277	28	0,10	208	21	0,10	162	16															
0,12	470	56	0,12	370	44	0,20	277	55	0,20	208	42	0,20	162	32															
0,06	470	28	0,06	370	22	0,10	277	28	0,10	208	21	0,10	162	16															
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–															
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–															
0,30	939	282	0,30	739	222	0,50	554	277	0,50	415	208	0,50	324	162															
0,15	939	141	0,15	739	111	0,25	554	138	0,25	415	104	0,25	324	81															
0,30	939	282	0,30	739	222	0,50	554	277	0,50	415	208	0,50	324	162															
0,15	939	141	0,15	739	111	0,25	554	138	0,25	415	104	0,25	324	81															
0,30	731	219	0,30	575	173	0,50	431	215	0,50	323	161	0,50	252	126															
0,15	731	110	0,15	575	86	0,25	431	108	0,25	323	81	0,25	252	63															
0,20	522	104	0,20	411	82	0,40	308	123	0,40	231	92	0,40	180	72															
0,10	522	52	0,10	411	41	0,20	308	62	0,20	231	46	0,20	180	36															
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–															
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–															
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–															
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270															
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135															
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270															
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135															
0,40	1044	417	0,40	821	329	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216															
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108															
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270															
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135															
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270															
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135															
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270															
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135															
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270															
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135															
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270															
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135															
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270															
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135															
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–															
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–															
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–															



Tabulka 3.40 Dvoubřité výhrubníky KOMET G01 bez axiálního nastavení (tvrdokov)

Katalogové číslo 235600 s 235680; 235690; 235670

Počet držáků břit. destiček 2

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	Vyměnitelná břitová destička WOEX														
			Obrábění na hrubo pro přídavek ap = 1 ... 9 mm														
			vc [m/min]			Ø 24 – 32				Ø 30 – 41				Ø 39 – 53			
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf			
			min.	poč.	max.	[mm/ot]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot]	[1/min]	[mm/min]			
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	180	– 200	– 220	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415			
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	180	– 200	– 220	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415			
2.0	Automatové oceli	< 850	160	– 180	– 200	0,24	2046	491	0,24	1614	387	0,30	1246	374			
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	160	– 180	– 190	0,24	2046	491	0,24	1614	387	0,30	1246	374			
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	180	– 200	– 220	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415			
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	180	– 200	– 220	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415			
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	120	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291			
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	120	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291			
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	120	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291			
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	180	– 200	– 220	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415			
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	180	– 200	– 210	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415			
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	120	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291			
7.0	Nitridační oceli	< 1000	120	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291			
7.1	Nitridační oceli	> 1000	120	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291			
8.0	Nástrojové oceli	< 850	180	– 200	– 210	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415			
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	130	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,24	1253	301	0,30	969	291			
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	110	– 120	– 130	0,20	1364	273	0,20	1076	215	0,24	830	199			
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	110	– 120	– 130	0,18	1364	246	0,24	1076	258	0,24	830	199			
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	110	– 120	– 130	0,18	1364	246	0,24	1076	258	0,24	830	199			
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	80	– 90	– 100	0,14	1023	143	0,20	807	161	0,20	623	125			
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	80	– 90	– 100	0,14	1023	143	0,20	807	161	0,20	623	125			
14.0	Speciální slitiny	< 1200	40	– 50	– 55	0,16	568	91	0,20	448	90	0,20	346	69			
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	160	– 180	– 200	0,30	2046	614	0,50	1614	807	0,50	1246	623			
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	160	– 180	– 200	0,30	2046	614	0,50	1614	807	0,50	1246	623			
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	130	– 140	– 150	0,30	1592	477	0,50	1255	628	0,50	969	484			
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	90	– 100	– 110	0,24	1137	273	0,30	897	269	0,30	692	208			
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	40	– 50	– 60	0,16	568	91	0,20	448	90	0,20	346	69			
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	40	– 50	– 55	0,16	568	91	0,20	448	90	0,20	346	69			
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	220	– 250	– 280	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865			
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865			
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	180	– 200	– 220	0,30	2274	682	0,50	1793	897	0,50	1384	692			
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	220	– 250	– 280	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865			
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	220	– 250	– 280	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865			
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865			
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865			
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865			
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865			
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865			
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865			
20.0	Grafit		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 51 – 71			Ø 64 – 91			Ø 83 – 124		
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
[mm/ot]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot]	[1/min]	[mm/min]
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369
0,40	939	376	0,50	739	370	0,60	554	332
0,40	939	376	0,50	739	370	0,60	554	332
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258
0,30	626	188	0,40	493	197	0,40	369	148
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,24	626	150	0,30	493	148	0,40	369	148
0,24	626	150	0,30	493	148	0,40	369	148
0,20	470	94	0,24	370	89	0,30	277	83
0,20	470	94	0,24	370	89	0,30	277	83
0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46
0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	544	388
0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	544	388
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301
0,40	522	209	0,50	411	205	0,60	308	185
0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46
0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–



Tabulka 3.40 (pokr.) Dvoubřité výhružníky KOMET G01 bez axiálního nastavení (tvrdokov)

Katalogové číslo

235600 s 235680; 235690; 235670

Počet zubů

2

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	Vyměnitelná břit. destička											
			Obrábění na hrubo pro přídavek ap = 1 ... 9 mm											
			vc			Ø 24 – 32			Ø 30 – 41			Ø 39 – 53		
			min.	poč.	max.	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
						[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	180	– 200	– 220	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	180	– 200	– 220	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554
2.0	Automatové oceli	< 850	160	– 180	– 200	0,24	2046	491	0,28	1614	452	0,40	1246	498
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	160	– 180	– 190	0,24	2046	491	0,28	1614	452	0,40	1246	498
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	180	– 200	– 220	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	180	– 200	– 220	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	120	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	120	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	120	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	180	– 200	– 220	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	180	– 200	– 210	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	120	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388
7.0	Nitridační oceli	< 1000	120	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388
7.1	Nitridační oceli	> 1000	120	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388
8.0	Nástrojové oceli	< 850	180	– 200	– 210	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	130	– 140	– 150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	110	– 120	– 130	0,20	1364	273	0,24	1076	258	0,30	830	249
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	110	– 120	– 130	0,20	1364	273	0,24	1076	258	0,30	830	249
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	110	– 120	– 130	0,20	1364	273	0,24	1076	258	0,30	830	249
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	80	– 90	– 100	0,20	1023	205	0,24	807	194	0,30	623	187
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	80	– 90	– 100	0,20	1023	205	0,24	807	194	0,30	623	187
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	160	– 180	– 200	0,30	2046	614	0,40	1614	646	0,50	1246	623
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	160	– 180	– 200	0,30	2046	614	0,40	1614	646	0,50	1246	623
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	130	– 140	– 150	0,30	1592	477	0,40	1255	502	0,50	969	484
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	90	– 100	– 110	0,24	1137	273	0,30	897	269	0,40	692	277
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	220	– 250	– 280	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865
17.1	Hliník sřvářen slitiny <10% Si	< 600	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865
17.2	Hliník sřvářen slitiny >10% Si	< 600	180	– 200	– 220	0,30	2274	682	0,40	1793	717	0,50	1384	692
18.0	Horčák, horčákové slitiny	< 280	220	– 250	– 280	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	220	– 250	– 280	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	230	– 250	– 270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Poznámka: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf platí pro střední průměr vrtáku, počáteční hodnotu řezné rychlosti.



Ø 51 – 71			Ø 64 – 91			Ø 83 – 124		
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431
0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	554	388
0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	554	388
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301
0,40	626	250	0,50	493	246	0,50	369	185
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,40	626	250	0,50	493	246	0,50	369	185
0,40	626	250	0,50	493	246	0,50	369	185
0,40	470	188	0,50	370	185	0,50	277	138
0,40	470	188	0,50	370	185	0,50	277	138
–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,60	939	564	0,70	739	518	0,80	544	443
0,60	939	564	0,70	739	518	0,80	544	443
0,60	731	438	0,70	575	403	0,80	431	344
0,40	522	209	0,50	411	205	0,60	308	185
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615
0,60	1044	626	0,70	821	575	0,80	615	492
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–



Obsah










Rozdělení nástrojů na řezání závitů	263
Ruční a strojní vrtáky a tvářecí závitníky	264
Typy závitů	266
Tabulky otvorů pro řezání závitů	267
Mikromazací systém	271
1 Postupy při výrobě závitů	272
2 Řezání vnitřních závitů	272
2.1 Postup	272
2.2 Tvary závitníků	273
2.3 Opořebení a trvanlivost v metrech	273
2.4 Rozdělení řezu při řezání vnitřních závitů	274
2.5 Síly a potřebný výkon při řezání vnitřních závitů	275
2.6 Hodnoty používané pro závitníky	276
2.6.1 Hodnoty používané pro PM strojní závitníky	276
2.6.2 Hodnoty používané pro SK strojní závitníky	277
3 Tváření závitů	278
4 Frézování závitů	279
4.1 Princip frézování krátkých závitů	280
4.2 Výpočet času obrábění	280
4.3 Zvláštnosti při používání závitových fréz	281
4.4 Cirkulární dlabací frézování závitů	282
4.5 Dlabací frézování závitů v hliníku a litině	283
4.6 Stopkové frézování závitů	285
4.7 Frézování závitů s vyměnitelnou břitovou destičkou	287
5 Příklady použití	289
5.1.1 Použití 1 - řezání tvrdých závitů s TK závitníkem	289
5.1.2 Použití 2 - dlabací frézování závitů s univerzální stopkovou závitovou frézou	290
5.1.3 Použití 3 - stopkové frézování závitů se závitovou frézou	290
5.1.4 Použití 4 - frézování závitů s vyměnitelnou břitovou destičkou	291

Rozdělení nástrojů na řezání závitů

Rozdělení podle způsobu použití

1. Ruční závitníky	M	M-LH	MF	G	BSW	UNC	UNF		
2. Strojní závitníky na průchozí otvory:	M	M-LH	MF	MJ	G	UNC	UNF	UNJF	Pg
3. Strojní závitníky pro slepé otvory:	M	MF	G	UNC	UNF	Pg	NPT		
4. Tvářecí závitníky:	M	MF	G						
5. Závítové frézy:	M	MF	G	UNC	UNF				

Třídění podle barevných kroužků

<p>Žlutý kroužek =</p>  <p>pro ocel do 500 N/mm² hliník a hořčík</p> <ul style="list-style-type: none"> – měkké oceli tvořící dlouhou třísku – měď a slitiny mědi – mosaz tvořící dlouhou třísku – slitiny hliníku tvořící dlouhou třísku – termoplastické plasty 	<p>Růžový kroužek =</p>  <p>pro titan a exotické slitiny</p> <ul style="list-style-type: none"> – nástrojové oceli – vysoce pevné oceli nad 1100 N/mm – manganové tvrdé oceli – obtížně obrobitelné oceli (Hastelloy, Inconel) – duroplastické plasty
<p>Bez kroužku =</p>  <p>pro ocel do 900 N/mm² resp. 900 N/mm²</p> <ul style="list-style-type: none"> – dobře obrobitelné oceli do 750 N/mm² – nelegované a legované oceli – temperovaná litina – mosaz tvořící dlouhou třísku – neželezné kovy – termoplastické plasty 	<p>Bílý kroužek =</p>  <p>pro šedou litinu, mosaz a bronz</p> <ul style="list-style-type: none"> – bronz tvořící krátkou třísku – hořčík a slitiny hořčíku – plasty tvrdé – mosaz tvořící krátkou třísku
<p>Červený kroužek =</p>  <p>pro ocel do 1100 N/mm² resp. 1400 N/mm²</p> <ul style="list-style-type: none"> – pro velmi pevné a zúšlechťené oceli – konstr. ocel s nejmenším zrnem – měď a slitiny mědi tvrdé – bronz tvořící krátkou třísku – slitiny hořčíku 	<p>Zelený kroužek =</p>  <p>pro univerzální použití</p> <ul style="list-style-type: none"> – dobře obrobitelné oceli do 750 N/mm – zúšlechťené oceli do 1100 N/mm – korozivzdorné oceli do 750 N/mm – měď a slitiny mědi tvrdé – mosaz tvořící dlouhou třísku – slitiny hliníku tvořící krátkou a dlouhou třísku – šedá litina, temperovaná litina – slitiny hořčíku a zinku – konstrukční oceli, měkké, tvořící dlouhou třísku – bronz
<p>Modrý kroužek =</p>  <p>pro korozivzdorné oceli</p> <ul style="list-style-type: none"> – oceli odolné vůči kyselinám (V4A) – obtížně obrobitelné – měď a slitiny mědi měkké – bronz tvořící dlouhou třísku – vstříkované hliník (např. AISI9Mg) – automatové a nástrojové oceli do 750 N/mm² – konstrukční oceli 	<p></p> <p>Závitníky bez povrchové úpravy a závitníky z TK používejte pouze s řezným olejem.</p> <p></p> <p>Závitníky s povrch. úpravou možno alternativně použít s 8% emulzí - viz doporučené použití na str. 66/67 dole.</p>
<p>Přesné údaje o možnostech použití jsou uvedeny u příslušných nástrojů na řezání závitů.</p>	



Ruční a strojní vrtáky a tvářecí závitníky

Průchozí otvory

Přehled – ruční a strojní závitníky – pro průchozí otvory –

Druh závitů ▶ Barevný kroužek ▶	M	M-LH	MF	G	BSW	UNC	UNF	M	M	M	M
pro průchozí otvor	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD
pro slepý otvor	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD
Náběh (tvar)	A/D/C	A/D/C	A/D/C	A/D/C	D/C	D/C	A/D/C	D/C	B	B	E
Tolerance	6H	6H	6H	6H	ISO 228	střední	2B	2B	6H	6H	6H
Rezný materiál	HSS	HSS/E	HSS/E	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS-PM	HSS/E	HSS/E
Povlak			nitr.						vap.	h, chrom	TiCN
Chladicí kanály Vn.chl.											VCH
Rozsah velikostí	1–30	2–20	2–20	2–20	2–52	1/8"–2"	1/8"–1"	6.1–1"	6.0–1"	1.6–24	2–20
Katalogové číslo	130150	130400	130450	130460	130470	130550	130670	130700	130750	131100	131120
▼ Materiálová třída											
Hliník	•			•	•	•	•	•	•	•	•
Hliník > 10 % Si	•			•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 500 N/qmm	•			•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 750 N/qmm	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 900 N/qmm	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 1100 N/qmm		•	•								
Ocel < 1400 N/qmm		•	•								
Ocel > 45 HRC											
INOX < 900 N/qmm		•									
INOX > 900 N/qmm		•									
Ti > 850 N/qmm		•									
Ližina	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CuZn											
Grafit & GFK											
UNI	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



Druh závitů ▶ Barevný kroužek ▶	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
pro průchozí otvor	2XD	2XD	2XD	2XD	2XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD
pro slepý otvor	2XD					3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD
Náběh (tvar)	D	B	B	B	B	C	C	C	C	B	C
Tolerance	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6H	6H
Rezný materiál	VHM	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E
Povlak	TiAlN	vap.	TiCN		nitr.	TiCN	nitr.	TiN		vap.	TiN
Chladicí kanály Vn.chl.											
Rozsah velikostí	3–12	2–24	1.6–24	2.5–20	2–24	3–24	2–20	2–24	3–20	2–10	1–30
Katalogové číslo	132080	132150	132160	132400	132420	132450	132500	132550	132570	132600	132640
▼ Materiálová třída											
Hliník	•	•	•								•
Hliník > 10 % Si											•
Ocel < 500 N/qmm		•	•								•
Ocel < 750 N/qmm		•	•								•
Ocel < 900 N/qmm		•	•	•	•						•
Ocel < 1100 N/qmm				•	•						•
Ocel < 1400 N/qmm				•	•						•
Ocel > 45 HRC	•										
INOX < 900 N/qmm		•	•								•
INOX > 900 N/qmm			•			•					•
Ti > 850 N/qmm				•	•	•					
Ližina							•	•	•		
CuZn	•	•	•				•	•	•	•	•
Grafit & GFK											
UNI	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

• = velmi vhodný; ◦ = omezené použití

Ruční a strojní vrtáky a tvářecí závitníky

Slepé otvory

Přehled – strojní závitníky – pro slepé otvory –

										
Druh závitů ▶	M									
Barevný kroužek ▶										
pro slepý otvor	3XD	3XD	2XD	2XD	3XD	2XD	3XD	3XD	3XD	2XD
Náběh (tvar)	C	C	C	D	C	C	C	C	C	C
Tolerance	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H
Rezný materiál	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	VHM
Povlak		vap.						vap.	TIN	
Chladicí kanály Vn.chl.										V.Ch
Rozsah velikosti	2 – 10	1,6 – 24	1,6 – 24	2 – 30	3 – 20	3 – 12	4 – 20	2 – 30	3 – 20	2 – 20
Katalogové číslo	134200	134250	134270	134600	134620	134650	134660	134850	135100	135150
▼ Materiálová třída										
Hliník	•	•	•	•		•	•			
Hliník > 10% Si										
Ocel < 500 N/qmm		•		•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 750 N/qmm				•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 900 N/qmm					•	•	•	•	•	•
Ocel < 1100 N/qmm				•						
Ocel < 1400 N/qmm					•					
Ocel > 45 HRC										
INOX < 900 N/qmm										
INOX > 900 N/qmm										
Ti > 850 N/qmm										
Ližina						•	•	•	•	•
CuZn		•	•					•	•	•
Grafit & GFK								•	•	•
UNI				•		•	•			
										
Druh závitů ▶	M					M-LH		MF		
Barevný kroužek ▶										
pro slepý otvor	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	3XD	2XD	2XD	2XD	2XD
Náběh (tvar)	C	C	E	E	C	C	C	D	C	C
Tolerance	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H
Rezný materiál	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E
Povlak	TIN	TICN	vap.	TIN	TIAlN	TICN	vap.	vap.	vap.	TICN
Chladicí kanály Vn.chl.						V.Ch				
Rozsah velikosti	2 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	6 – 20	3 – 20	3 – 24	3 – 24	4 – 36	3 – 30
Katalogové číslo	135900	135950	136050	136150	136160	136170	136180	136210	136250	136270
▼ Materiálová třída										
Hliník	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Hliník > 10% Si						•				
Ocel < 500 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 750 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 900 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 1100 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 1400 N/qmm										
Ocel > 45 HRC										
INOX < 900 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
INOX > 900 N/qmm										
Ti > 850 N/qmm										
Ližina									•	•
CuZn	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Grafit & GFK										
UNI	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



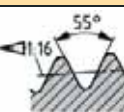
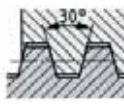
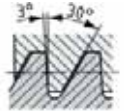
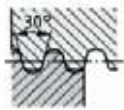
• = velmi vhodný; • = omezené použití



Typy závitů

Různé typy závitů se liší v závislosti na svém účelu profilem, počtem otoček, stoupáním, rozměry, výběhem a kuželovitostí.

Podle normy DIN 202 je možné rozdělit následující **typy závitů** podle hlavních oblastí použití:

Označení	Profil	Označení	Použití
Metrický závit ISO		M M20; M20x1	Normální závit, jemný závit
Válcový trubkový závit		G 1 1/4 Rp Rp 1/8	Vnější závit pro trubky, vnitřní závit pro závitové trubky
Kuželovitý trubkový závit		R R 3/4	Vnější závit pro závitové trubky
Metrický ISO- lichoběžníkový závit		Tr Tr 40x7	všeobecné
Metrický pilovitý závit		S S 48x8	
Válcový oblý závit		Rd Rd 40x 1/6	

Závítník:

**Metrický
ISO-závít DIN 13**

M	Stou- pání mm	Tol. Ø jád.mat. ISO2(6 H) max. mm	Ø otvoru pro řez. závitu 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

*) Toleranční pole ISO1 (4 H)

(starý DIN profil, tolerance střední)

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

Metrický ISO jemný závit DIN 13

MF	Tol. Ø jád.mat. ISO2(6 H) max. mm	Ø otv. pro řez. závitu 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

*) Toleranční pole ISO1 (4 H)

MF	Tol. Ø jád.mat. ISO2(6 H) max. mm	Ø otv. pro řez. závitu 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

Upozornění: Metrický ISO závit a metrický ISO jemný závit pro tvářecí závítníky na straně 270.

**Závitník:****Americký
strmý závit ANSI B1,1**

UNC	Vnější Ø závitů mm	Ø jádra matice Tolerance 3B max. mm	Ø olv. pro řezání závitů mm
č. 1 - 64	1,854	1,582	1,55
č. 2 - 56	2,184	1,872	1,85
č. 3 - 48	2,515	2,146	2,1
č. 4 - 40	2,845	2,385	2,35
č. 5 - 40	3,175	2,697	2,65
č. 6 - 32	3,505	2,896	2,85
č. 8 - 32	4,166	3,528	3,5
č. 10 - 24	4,826	3,950	3,9
č. 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

**Americký
jemný závit ANSI B1,1**

UNF	Vnější Ø závitů mm	Tolerance Ø jádra matice 3B max. mm	Ø otvoru pro řezání závitů mm
č. 0 - 80	1,524	1,306	1,25
č. 1 - 72	1,854	1,613	1,55
č. 2 - 64	2,184	1,913	1,9
č. 3 - 56	2,515	2,197	2,15
č. 4 - 48	2,845	2,459	2,4
č. 5 - 44	3,175	2,741	2,7
č. 6 - 40	3,505	3,012	2,95
č. 8 - 36	4,166	3,597	3,5
č. 10 - 32	4,826	4,168	4,1
č. 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

Závítník:**Whitworthův
závit BS 84**

BSW	Počet otoček	Vnější Ø závitů mm	Ø jádra matice max. mm	Ø otv. pro řezání závitů 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

Tváreční závítíky:**Whitworthův trubkový závit
DIN ISO 228/1**

G	Počet otoček	Vnější Ø závitů mm	Provtřaný otvor - Ø 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

**Whitworthův trubkový závit
DIN ISO 228/1**

G	Počet otoček	Vnější Ø závitů mm	Ø jádra matice max. mm	Ø otv. pro řezání závitů 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



Pancéřový závit DIN 40 430

Pg	Vnější Ø závitů mm	Ø jádra matice max. mm	Ø ovl. pro řezání závitů 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

Kuželovitý trubkový závit NPT

NPT	Počet otoček Gg/1"	Ø otvoru pro řezání závitů mm
1/16"	27	6,15
1/8"	27	8,5
1/4"	18	11
3/8"	18	14,5
1/2"	14	17,85
3/4"	14	23,2
1"	11 1/2	29
1 1/4"	11 1/2	37,8
1 1/2"	11 1/2	44
2"	11 1/2	56

Tvářecí závitníky: Metrický ISO závit DIN 13

M	Štoupání mm	Ø otvoru 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

Metrický ISO jemný závit DIN 13

MF	Ø otvoru 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

Mikromazací systém

Provedení: Stabilní mosazné pouzdro s 3-komorovým tlakovým systémem pro přesné dávkování příslušného plnicího média.

Výhody:

- nejjednodušší manipulace
- několikanásobné prodloužení životnosti a bezpečnost procesu pro všechny strojní závitníky
- vhodné pro všechny chladicí a mazací oleje
- spolehlivé - díky samočinně pracujícímu 3-komorovému tlakovému systému není třeba používat žádný další stlačený vzduch, elektrický proud atd.

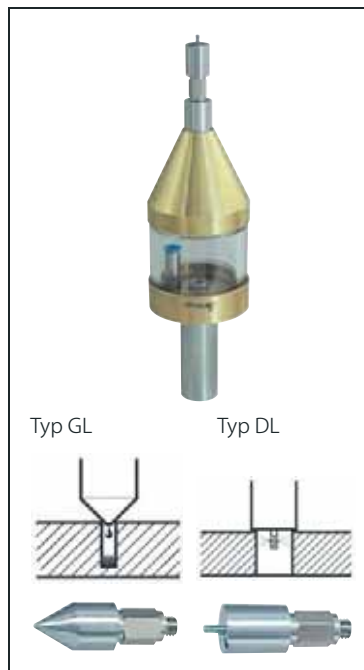
Použití: K **přesnému mazání** stěny otvoru pro závit chladicím a mazacím olejem. Tím je zaručena **nejlepší životnost a bezpečnost procesu**, zatímco pro jiné nástroje může být zároveň použita emulze.

Žádný negativní vliv na konzistenci (složení) emulze, protože mikromazací systém používá přesně jen nejmenší množství oleje.

Odpadá nepohodlné a nepřesné ruční mazání, protože **vodorovně a svisle použitelný mikromazací systém** v držáku nástroje je součástí obráběcího procesu.

Typy: **Typ GL** (mikroinjektor) pro slepé otvory do M2,5

Typ DL (Mikrorozdělovač) pro slepé a průchozí otvory do M12



Mikrosystém nabízí rozhodující výhodu:



Vrtání a zarovnávání obrobku



Odpadá přerušení obráběcího procesu, čímž se šetří čas



Přesné a úsporné používání chladicího a mazacího oleje - automaticky ve svislém a vodorovném směru a rovnoměrně pro typy GL a DL



Ideálně připraveno na bezpečný proces řezání závitu



1 Postupy při výrobě závitů

Pro výrobu závitů se mimo jiné používají následující postupy:

- Řezání vnitřních závitů
- Tváření závitů
- Frézování závitů
- Soustružení závitů

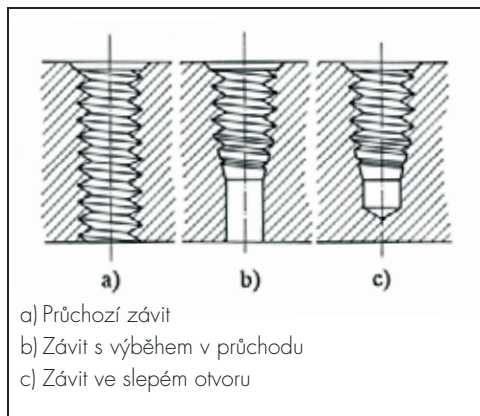
V této kapitole jsou podrobněji vysvětleny první tři postupy. **Soustružení závitů** je popsáno v kapitole "Soustružení".

2 Řezání vnitřních závitů

2.1 Postup

Řezání vnitřního závitů je vyvrtávání pro výrobu vnitřního závitů.

Nejméně problematický je průchozí závit. Ten umožňuje používat nástroje s dlouhým náběhem a příslušně malou tloušťkou třísky. Třísky mohou být odváděny ve směru vrtání. Nehrozí žádné nebezpečí prasknutí nástroje při změně směru.



U průchozí struktury s výběhem (viz obr. 4.1) je při změně směru otáčení naproti tomu nutné počítat se špičkou kroutícího momentu.

Závit ve slepém otvoru přináší další potíže, protože třísky nemohou odcházet ven směrem dopředu, ale musí být odváděny zpět do vhodné drážky. Přitom navíc brání průtoku chladicí kapaliny.

Obr. 4.1 Formy výběhu závitů

2.2 Tvary závitníků

Tvar závitníku musí být přizpůsoben zejména typu třísek (krátké nebo dlouhé) a směru jejich odvádění (dopředu nebo dozadu). Některé tvary jsou znázorněny na obr. 4.2.

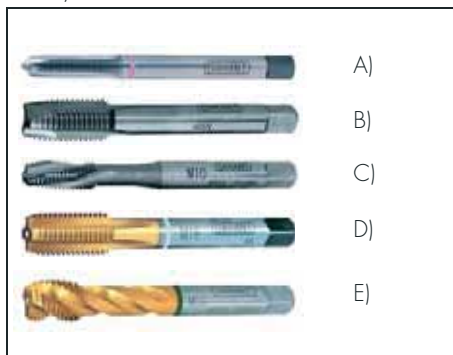
A) Rovně drážkovaný závitník pro průchozí otvory

B) jako A), ale s náběhem pro ocel

C) Závitník se zápornou šroubovicí pro průchozí otvory v materiálech tvořících dlouhé třísky

D) Rovně drážkovaný závitník pro slepé otvory v šedé litině

E) Závitník s kladnou šroubovicí pro slepé otvory v oceli



Obr. 4.2 Tvary závitů různých závitníků GARANT

2.3 Opořebení a životnost v metrech

Při řezání je problematické často se vyskytující vylamování řezných hran. Může k němu docházet v náběhové nebo vodicí části, při chodu vpřed i vzad. Prasknutí při chodu vpřed vzniká většinou v důsledku nahromadění jemných třísek. Vylamování řezných hran při chodu vzad je většinou způsobeno tlakovým svařováním na hříbetních plochách a odšťihováním kořenů třísek při změně směru otáčení.

Životnost závitníků a jejich trvanlivost v metrech závisí na měřitelných kvalitativních kritériích vyráběných závitů, jako jsou např.:

- Střední průměr závitů
- Průměr jádra
- Drsnost nosných ploch závitů
- Štoupání
- Řezný moment, resp. příkon



2.4 Rozdělení řezu při řezání vnitřních závitů

Tvar průřezu třísky A je dán rozdělením řezu, které je znázorněno na *obr. 4.3* (tříbřitý závitník). Úhel náběhu ϑ určuje náklon jednotlivých řezů a počet záběrů z_g , na které se náběh rozdělí.

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

h tloušťka třísky

h' výška jednotlivého příčného řezu

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

(rov. 4.1)

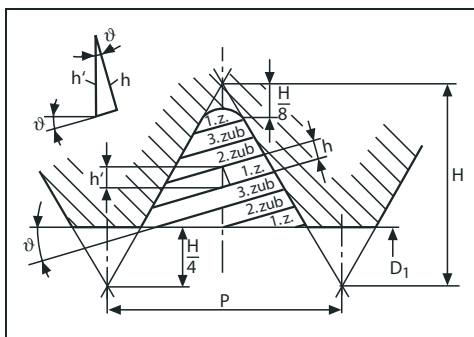
z_g počet záběrů

H výška závitů

ΔH část H

P stoupání

ϑ úhel náběhu



Obr. 4.3 Rozdělení průřezu třísky v záběru na ostří tříbřitého závitníku

Výška závitů H se přitom musí zmenšit o část ΔH (viz. *obr. 4.3*).

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

Výška jednotlivého příčného řezu h' je dána:

$$h' = \frac{P}{Z} \cdot \tan \vartheta$$

P stoupáním

Z počtem řezných hran

ϑ úhlem náběhu nebo nastavení

a tloušťka třísky h :

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

(rov. 4.2)

Celkový **průřez třísky** A se vypočítá z plochy závitů minus oba malé cípky na hlavě a jádru závitů.

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

A průřez třísky

P stoupání

(rov. 4.3)

2.5 Síly a potřebný výkon při řezání vnitřních závitů

Výpočet řezné síly F_C se provádí s použitím:

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

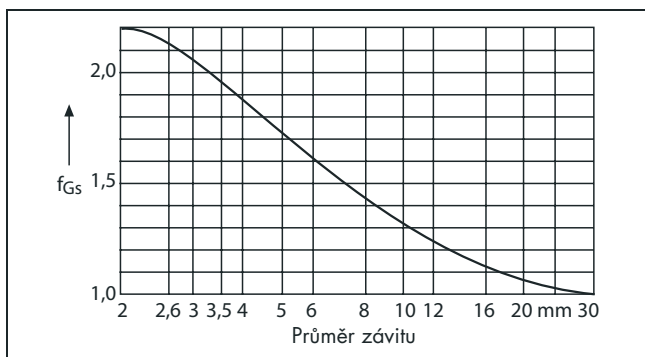
z	počet řezných hran	(rov. 4.4)
A	průřez třísky	
k_C	specifická řezná síla (viz. rov. 4.6)	
f_{Gs}	faktor metody řezání závitu	
K_{Ver}	korekční faktor opotřebení (viz. tabulka 2.11)	

Vliv různých podmínek obrábění (tření nosné plochy závitu, úhel čela, řezná rychlost, přídavná deformace třísek atd.) se zohledňuje použitím faktoru metody f_{Gs} . Ten je pro

- litiny
- obrábění oceli

$$f_{Gs} = 1,1$$

f_{Gs} závisí na průměru závitu (viz. obr. 4.4)



Obr. 4.4 Určení faktoru metody pro řezání vnitřních závitů

Řezný moment M_C a řezný výkon P_C se vypočítají následujícím způsobem:

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

M_C	řezný moment [Nm]	(rov. 4.5)
F_C	řezná síla	
z	počet řezných hran	
D_2	střední průměr závitu	

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

P_C	řezný výkon [kW]	
n	počet otáček [ot./min]	(rov. 4.6)



2.6 Hodnoty používané pro závitníky

2.6.1 Hodnoty používané pro PM strojní závitníky

Tabulka 4.1 Strojní závitníky GARANT (PM)

Katalogové číslo 133280

Pro MJ závit ISO DIN 5855



Označení závitu		MJ 3 x 0,5	MJ 4 x 0,7	MJ 5 x 0,8	MJ 6 x 1	MJ 7 x 1	MJ 8 x 1	MJ 10 x 1,25	MJ 12 x 1,25	MJ 16 x 1,5
Jmenovitý průměr [mm]		3	4	5	6	7	8	10	12	16
Otvor pro závit - průměr [mm]	Min.	2,513	3,314	4,221	5,026	6,026	7,026	8,782	10,782	14,539
	Dopor.	2,65	3,45	4,4	5,2	6,2	7,2	8,95	10,95	14,75
	Max.	2,653	3,498	4,421	5,216	6,216	7,216	8,994	10,994	14,775
Max. délka závitu Typ 105/4		6	8	10	12	14	16	20	24	32
Rezná rychlost vc [m/min]	Počet otáček n [ot./min]									
1,5		159	119	95	80	68	60	48	40	30
2,0		212	159	127	106	91	80	64	53	40
2,5		265	199	159	133	114	99	80	66	50
3,0		318	239	191	159	136	119	95	80	60
3,5		371	279	223	186	159	139	111	93	70
4,0		424	318	255	212	182	159	127	106	80

Katalogové číslo 133430

Pro závit UNF



Označení závitu		8-38 UNF	10-32 UNF	12-28 UNF	1/4-28 UNF	5/16-24 UNF	3/8-24 UNF	7/16-24 UNF	1/2-20 UNF	9/16-18 UNF
Jmenovitý průměr [mm]		4,166	4,826	5,486	6,350	7,938	9,525	11,112	12,700	14,288
Otvor pro závit - průměr [mm]	Min.	3,480	4,054	4,603	4,466	6,907	8,494	9,876	11,463	12,914
	Dopor.	3,65	4,25	4,80	5,65	7,10	8,65	10,00	11,65	13,10
	Max.	3,662	4,254	4,815	5,661	7,109	8,679	10,083	11,661	13,121
Max. délka závitu Typ 105/4		8	10	11	13	16	19	22	25	29
Rezná rychlost vc [m/min]	Počet otáček n [ot./min]									
1,5		115	99	87	75	60	50	43	38	33
2,0		153	132	116	100	80	67	57	50	45
2,5		191	165	145	125	100	84	72	63	56
3,0		229	198	174	150	120	100	86	75	67
3,5		267	231	203	175	140	117	100	88	78
4,0		306	264	232	201	160	134	115	100	89

Pokyny pro používání PM strojních závitníků, speciálně pro niklové slitiny:

Aby byl krouticí moment během řezání pokud možno co nejmenší, je třeba se snažit o maximální průměr otvoru pro závit. Nesmí se používat žádné TK spirálové vrtáky.

Aby bylo zaručeno bezchybné naříznutí, je nutné zajistit přítlak cca 30N mezi závitníkem a obrobkem. Toho se dá dosáhnout s použitím vyrovnávacího sklíčidla při zastaveném vřetení.

Vřetení smí být spuštěno až po dosažení potřebného přítlaku.

V každém případě je třeba používat chladicí a mazací olej nejlepší jakosti.

Všechny jádrové otvory musí být před řezáním závitů opatřeny 90° zahloubením.

2.6.2 Hodnoty používané pro SK strojní závitníky

Tabulka 4.2 Strojní závitníky GARANT (SK)

Katalogové číslo 132080, 132850

DIN 371 (M3 až M10), DIN 376 (M12)



Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost	Vrtání					Řezání závitů				
			v_c [m/min]	d [mm] (podle DIN)	n [ot./min]	f [mm/ot.]	v_f [mm/min]	v_c [m/min] Min. Počet. Max.	Rozměr	n [ot./min]	f [mm/ot.]	v_f [mm/min]
10.0	kalené oceli	48 - 55 HRC	35	2,5	4.456	0,04	178	2 3 4	M 3	318	0,5	159
				3,3	3.376		135		M 4	239	0,7	167
				4,2	2.653		106		M 5	191	0,8	153
				5,0	2.228		89		M 6	159	1,0	159
				6,8	1.638		66		M 8	119	1,25	149
				8,5	1.311		52		M 10	95	1,5	143
				10,2	1.092		44		M 12	80	1,75	139
10.1	kalené oceli	55 - 60 HRC	22,5	2,5	2.865	0,04	115	1 2 3	M 3	212	0,5	106
				3,3	2.170		87		M 4	159	0,7	111
				4,2	1.705		68		M 5	127	0,8	102
				5,0	1.432		57		M 6	106	1,0	106
				6,8	1.053		42		M 8	80	1,25	99
				8,5	843		34		M 10	64	1,5	95
				10,2	702		28		M 12	53	1,75	93

Upozornění: Pro jemné závitníky (132850) platí následující průměry vrtání:

Rozměr závitů	d [mm] (podle DIN)	n [ot./min]	f [mm/ot.]	v_f [mm/min]
M8x1	7,0	1,592	0,04	64
M10x1	9,0	1,238		50
M12x1,5	10,5	1,061		42

Pokyny pro používání SK strojních závitníků:

Používání pouze s délkově nastavitelnými sklíčidly i u strojů se synchronizovaným pohonem vřetena.

Doporučení: Vyvrtejte průměr jádra cca o 0,1 až 0,2 mm větší než normovaný průměr jádra podle DIN

Bezpodmínečně mažte řezným olejem.

Po každé výrobní operaci vyčistěte závitník.

Dodržujte doporučenou řeznou rychlost



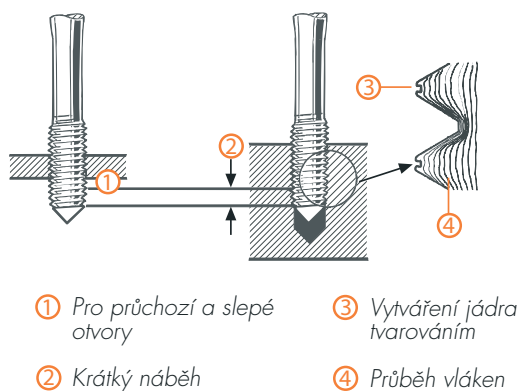
3 Tváření závitů



Obr. 4.5 Strojní tvářecí závitník GARANT

Beztlisková výroba závitů tvářením představuje hospodárnou alternativu k třískové výrobě. Výhody této metody jsou:

- **Konstantní přesnost** tvářených závitů
- **Vysoká zatížitelnost** tvářených závitů, obzvlášť u tenkých plechů a u materiálů s nízkou pevností v tahu, protože nebyl narušen průběh vláken materiálu (viz obr. 4.6).
- Je zapotřebí pouze **jeden** tvářecí závitník **pro průchozí i slepé otvory**
- **Velká bezpečnost proti prasknutí** tvářecího závitníku, protože není oslaben žádnou drážkou a nemůže dojít k hromadění třísek.
- Není zapotřebí **žádné odstraňování třísek** ze slepých otvorů, na obrobku nebo ve výrobní hale
- **Snížení nákladů** díky dlouhé životnosti tvářecího závitníku a krátkým pracovním cyklům.



Obr. 4.6 Tvářecí závitník

Předpoklady pro použití tvářecího závitníku jsou:

- **Materiály s dobrou tvářitelností**

Tváření závitů se dá používat téměř pro všechny barevné kovy, hliník a jeho slitiny, ale také pro materiály tvořící krátké třísky s 1 až 3% mezním protažením. Je možné tvářet některé typy oceli (dobře obrobitelné automatické a cementační oceli jakož i oceli k zušlechťením do 900 N/mm²). Meze použití však lze zjistit pouze praktickým testováním.

- **Mazání**

Při tváření závitů jsou mimořádně důležité dobré kluzné vlastnosti. Většinou se používají chladicí a mazací kapaliny a oleje s dobrou mazivostí, obsahující grafit. Pro tvářecí závitníky povlakované TiN je možné používat také emulzi.

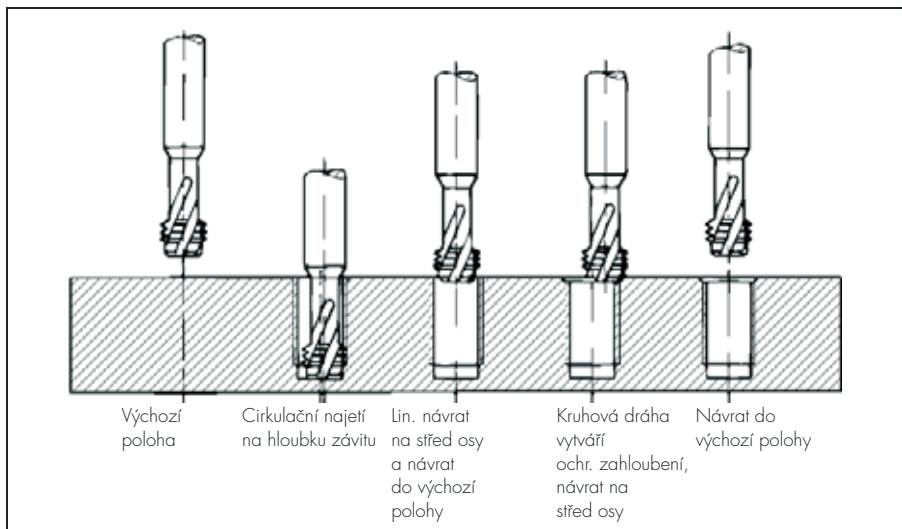
- **Větší průměr vyvrtaného otvoru** než průměr otvoru jádra při třískové výrobě závitů. Jádro tvářecího závitů nesmí být úplně vytvarované. Stupeň překrytí nosných ploch je však mezi 70 až 75%.

4 Frézování závitů

Frézování závitů je vedle řezání vnitřních závitů další třískovou metodou výroby závitů. Frézování závitů se dá v podstatě takto:

- Frézování krátkých závitů s válcovou frézou
- Frézování dlouhých závitů s kotoučovou profilovou frézou (tvarová fréza)

Níže je principiálně znázorněn průběh pohybu dlabacího frézování závitů.

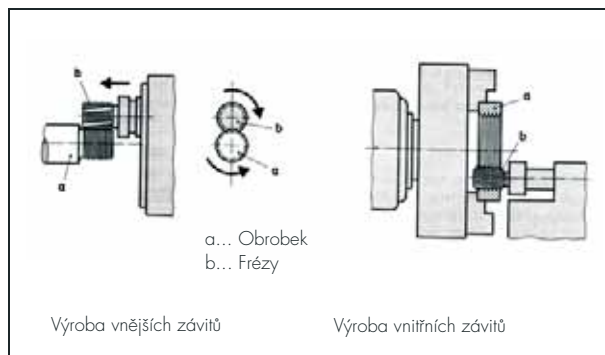


Obr. 4.7 Průběh pohybu při dlabacím frézování závitů



4.1 Princip frézování krátkých závitů

Krátké závitové frézy GARANT se hodí pro výrobu vnějších i vnitřních závitů. Rychle rotující fréza proniká v plné hloubce do obrobku. Princip je schématicky znázorněn na obr. 4.8.



Obr. 4.8 Frézování krátkých závitů

4.2 Výpočet času obrábění při frézování krátkých závitů

Při frézování platí pro výpočet času obrábění t_h obecná rovnice (viz též rovnice 3.18):

$$t_h = \frac{L \cdot i}{v_f} = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$$

t_h	čas obrábění [min]	
L	celková dráha nástroje [mm]	(rov. 4.7)
i	počet řezů (objezdů)	
v_f	rychlost posuvu [mm/min]	
f	posuv [mm/ot.]	
n	počet otáček [min^{-1}]	

Při frézování krátkých závitů platí pro dráhu náběhu frézy ($\frac{1}{6}d \cdot \pi$) následující rovnice:

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

L	celková dráha nástroje [mm]	(rov. 4.8)
d	průměr závitů [mm]	

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

t_h	čas obrábění [min]	
d	vnější průměr závitů [mm]	(rov. 4.9)
f	posuv [mm/ot.]	
n	počet otáček [ot./min]	

4.3 Zvláštnosti při používání závitových fréz

Při frézování závitů na CNC strojích je třeba si pamatovat, že na většině strojů platí naprogramovaná rychlost posuvu pro střed nástroje. Při lineárním pohybu jsou rychlosti posuvu ve středu a na řezné hraně stejné. V případě kruhového pohybu však vzniká značný rozdíl rychlostí posuvu, který se dá vypočítat z následujících rovnic (viz též obr. 4.9).

Pro frézování vnitřních závitů platí:

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

- v_{f2} rychlost posuvu ve středu nástroje [mm/min]
 v_{f1} rychlost posuvu na ostří [mm/min]
 d_i průměr vnitřního závitu [mm]
 D_{wz} průměr frézy [mm]
- (rov. 4.10)

Pro frézování vnějších závitů platí:

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

- v_{f2} rychlost posuvu ve středu nástroje [mm/min]
 v_{f1} rychlost posuvu na ostří [mm/min]
 d_a průměr vnějšího závitu [mm]
 D_{wz} průměr frézy [mm]
- (rov. 4.11)

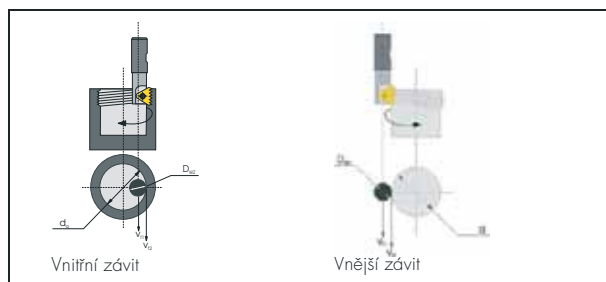
Pro obě varianty výroby dále platí ještě následující vztahy:

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

- v_{f1} rychlost posuvu na ostří [mm/min]
 f_z posuv na břit [mm/min]
 n počet otáček [ot./min]
 z počet břitů
- (rov. 4.12)

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

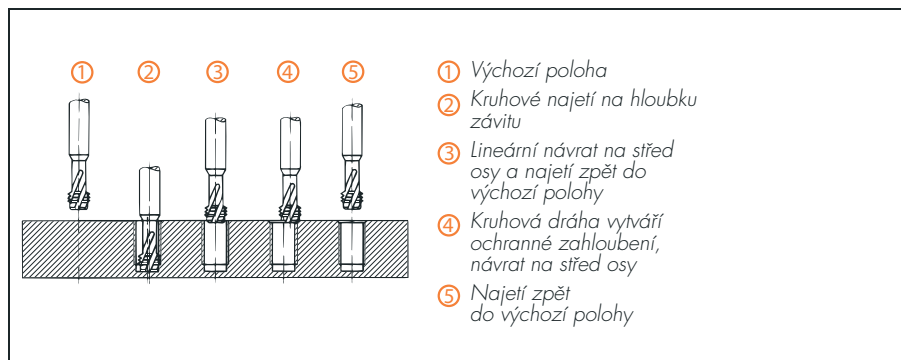
- n počet otáček [ot./min]
 v_c řezná rychlost [m/min]
 D_{wz} průměr frézy [mm]
- (rov. 4.13)



Obr. 4.9 Geometrické vztahy při frézování vnitřních a vnějších závitů



4.4 Cirkulární dlabací frézování závitů



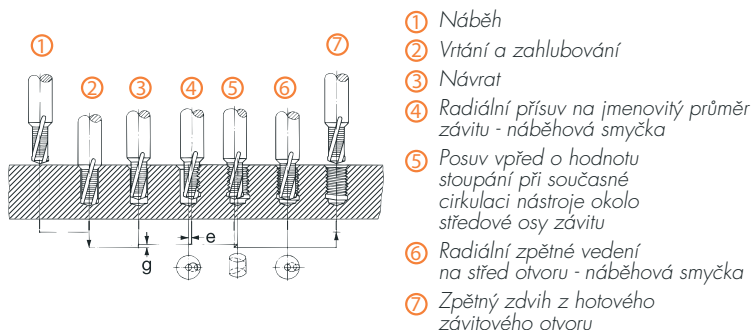
Obr. 4.10 Průběh pohybu při dlabacím frézování závitů

V tabulce 4.3 jsou uvedeny orientační hodnoty pro používání s různými materiály.

Materiály	Řezná rychlost v_c [m/min]	Posuv na zub*** f_z [mm/Z]
Dobře obrobitelné oceli do 900 N/mm ²	150–250	0,05–0,08
Zušlechtěné, žáruvzdorné oceli do 1100 N/mm ²	100–200	0,03–0,05
Nástrojové oceli	100–200	0,03–0,05
Nerezové oceli	100–200	0,03–0,05
Šedá litina	200–300	0,05–0,08
Hliníkové slitiny	200–300	0,05–0,10
Kalené oceli 35-48 HRC	80–85	0,02–0,03
Kalené oceli 48-55 HRC	75–80	0,02–0,03
Kalené oceli 55-60 HRC	70–75	0,02
*** Posuv se vztahuje k obrysu		

Tabulka 4.3 Hodnoty používané při cirkulárním dlabacím frézování závitů

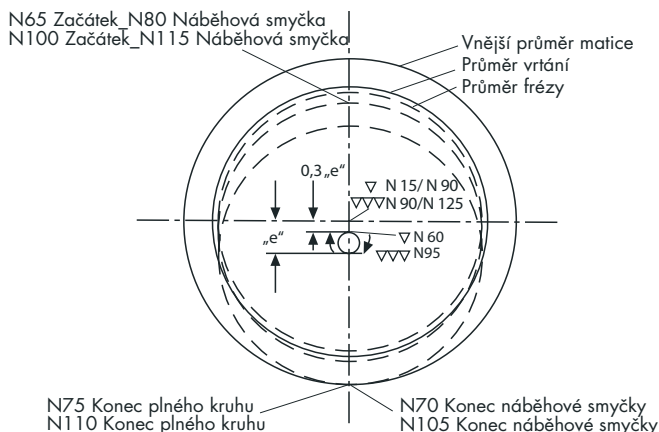
4.5 Dlabací frézování závitů v hliníku a litině



Obr. 4.11 Průběh obrábění při dlabacím frézování závitů

Mezi výhody dlabacího frézování závitů patří:

- S jedním nástrojem lze vyrobit otvor, zahloubení a vnitřní závit v jednom pracovním cyklu.
- Nejsou zapotřebí různé nástroje pro slepé a průchozí otvory.
- O více než 50% kratší časy obrábění díky vysoké řezné rychlosti a posuvu.
- Úspora výměn nástrojů a času.
- Žádné problémy s třískami - vznikají pouze krátké třísky, které splachuje ven z vrtaného otvoru chladicí a mazací kapalina.
- Bez potíží lze zhotovovat závitů s odlišnými odchylkami, s přídávkem nebo s úběrem.





Tabulka 4.4 Strojní dlabací závitové frézy GARANT (TK/TiAlN)
139510; 139515; 139522; 139525

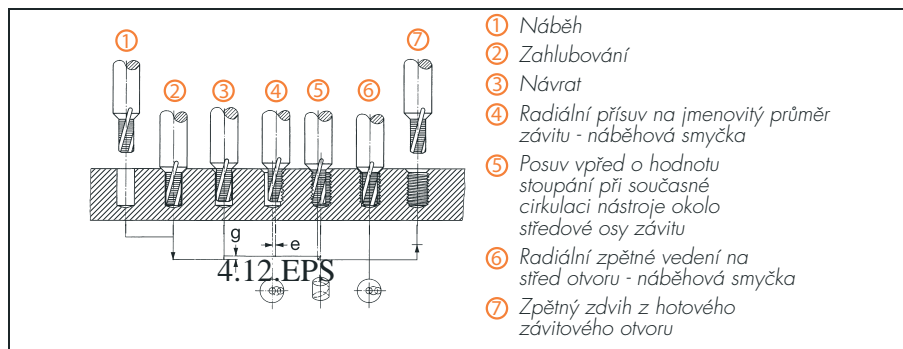


Počet břitů 2

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Vrtání			vc [m/min]	Počet břitů	min.	max.	Frézování zvlášť			vf max [mm/min]	Zahledování dmax [mm]
			d [mm]	n [ot/min]	f [mm/ot]					vc	Rožměr [ot/min]	n	f [mm/ot]	
15.0	Ližina (GG)	< 180 HB	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	Ližina (GG)	> 180 HB	4,20	6,621		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	Ližina (GGG, GT)	< 180 HB	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	Ližina (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	Hliníkové slitiny	< 530	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	Hliníkové slitiny	< 600	4,20	16,673		3,335				M5	14,006		1,961	5,5
17.2	Hliníkové slitiny	< 600	5,00	14,006		2,801				M6	11,671		1,634	6,6
	Hliníkové slitiny	< 10% Si	6,75	10,375	0,12 - 0,35	3,631				M8	8,754	0,10 - 0,20	1,751	9,0
	Hliníkové slitiny	> 10% Si	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

Upozornění: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vř vyplývají z počáteční hodnoty řezné rychlosti vc a maximálního posuvu f.

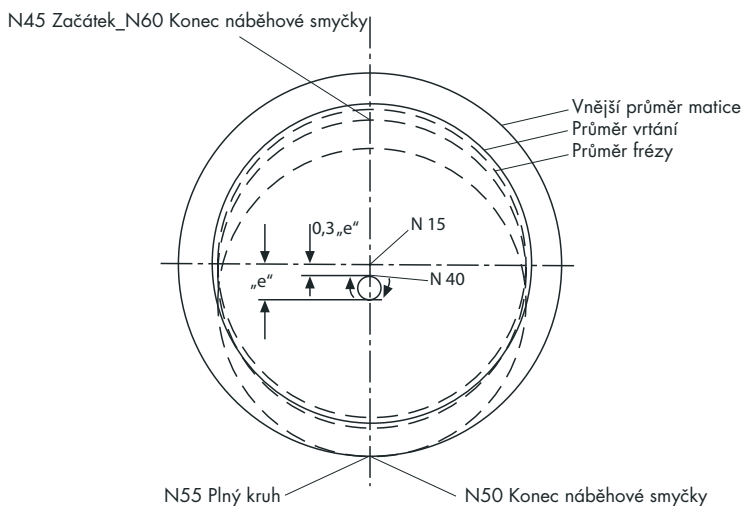
4.6 Stopkové frézování závitů



Obr. 4.12 Průběh obrábění při stopkovém frézování závitů

Mezi výhody stopkového frézování závitů patří:

- Nejsou zapotřebí různé nástroje pro slepé a průchozí otvory.
- Kratší čas obrábění díky vysoké řezné rychlosti a posuvu.
- Žádné problémy s třískami, protože vznikají pouze krátké třísky.
- Jednodušší obrábění i těžko obrobitelných materiálů.
- Je zapotřebí jen jeden nástroj pro pravý a levý závit.





Tabulka 4.5

Strojní stopkové závitové frézy GARANT (TK/TiAlN)

Katalogové číslo

139655; 139658; 139660; 139685; 139688; 139720

Počet břítů

3 až 5



Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/m ²]	Frézování závitů							Zahlubování	
			vc [m/min]			Rozměr	n [ot./min]	f [mm/min]		vf max [mm/min]	d max [mm]
			min.	Počátek	max.			min.	max.		
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	50	80	100	M 4	6.366	0,06 - 0,12	764	4,5	
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500–850				M 5	5.093		611	5,5	
2.0	Automatové oceli	< 850				M 6	4.244		509	6,6	
2.1	Automatové oceli	850–1000				M 8	3.138	0,12 - 0,18	573	9,0	
3.0	Nelég. ocel k zúslachtění	< 700				M 10	2.546		458	11,0	
3.1	Nelég. ocel k zúslachtění	700–850				M 12	2.122	0,18 - 0,18	509	13,5	
3.2	Nelég. ocel k zúslachtění	850–1000				M 14	1.819	0,24 - 0,32	437	15,5	
						M 16	1.592		382	17,5	
						M 20	1.273		306	24,0	
13.0	Nerez oceli sirené	< 700	40	50	80	M 4	3.979	0,03 - 0,06	239	4,5	
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700				M 5	3.183		191	5,5	
13.1	Nerez oceli martensitické	< 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		143	24,0	
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	75	100	150	M 4	7.958	0,06 - 0,12	955	4,5	
15.1	Litina (GG)	> 180 HB				M 5	6.366		764	5,5	
						M 6	5.305		637	6,6	
						M 8	3.979	0,18 - 0,24	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		716	24,0	
15.2	Litina (GGG, GT)	< 180 HB	50	75	100	M 4	5.968	0,06 - 0,12	716	4,5	
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB				M 5	4.775		573	5,5	
						M 6	3.979		477	6,6	
						M 8	3.979	0,12 - 0,18	537	9,0	
						M 10	2.984		430	11,0	
						M 12	1.989	0,18 - 0,24	477	13,5	
						M 14	1.705	0,24 - 0,32	409	15,5	
						M 16	1.492		358	17,5	
						M 20	1.194		286	24,0	
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	40	60	80	M 4	4.775	0,03 - 0,06	286	4,5	
16.1	Titan, titanové slitiny	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	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	100	220	400	M 4	17.507	0,09 - 0,21	3.676	4,5	
17.1	Hliníkové slévár. slitiny <10% Si	< 600				M 5	14.006		2.941	5,5	
17.2	Hliníkové slévár. slitiny >10% Si	< 600				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	0,20 - 0,32	1.501	15,5	
						M 16	4.377		1.313	17,5	
						M 20	3.501	0,25 - 0,40	1.050	24,0	
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	200	225	300	M 4	17.905	0,09 - 0,15	2.686	4,5	
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 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	

Upozornění: Hodnoty počtu otáček n a rychlosti posuvu vf vyplývají z počáteční hodnoty tečné rychlosti vc a maximálního posuvu f.

4.7 Frézování závitů s vyměnitelnou břitovou destičkou

Závitové frézy s vyměnitelnými břitovými destičkami se používají na CNC frézovacích strojích a obráběcích centrech, která díky 3-osému řízení umožňují kruhovou interpolaci.

Jejich výhoda spočívá v univerzálním použití, jako např.:

- Pro vnitřní a vnější závit
- Pro závit v průchozích a slepých otvorech
- Pro cylindrické či kónické závit. Díky využití sousledného a nesousled. frézování a změnou axiálního směru posuvu lze docílit téměř všech v praxi se vyskytujících variant závitů.
- Závit s odlišnými odchylkami nepředstavují problém.
- V závislosti na materiálu k frézování závitů do ocelí, šedé litiny, hliníkových slitin a barevných kovů.
- Žádné problémy s třískami - vznikají pouze krátké třísky.
- Nízký řezný tlak - důležitý u tenkostěnných obrobků.

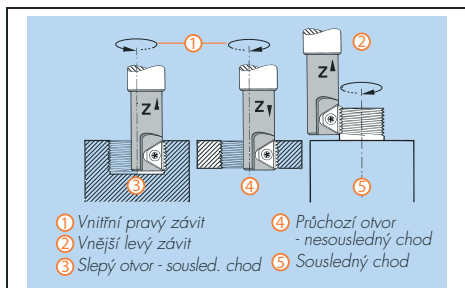


Bild 4.13
Průběh obrábění při závitovém frézování s vyměnitelnými břitovými destičkami

Užit. délka nástroje (velikost) [mm]	Stoupání závitů [mm]	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4
	Účinný průměr [mm]	Nejmenší průměr vyvrtaného otvoru [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
Užití délka nástroje (velikost nástroje) [mm]	Stoupání závitů na coul	19			14			11				
	Účinný průměr [mm]	Nejmenší průměr vyvrtaného otvoru [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				

Tabulka 4.6 Přiřazení nejmenšího prům. vyvrtaného otvoru k závit. fréze s vym. břitovými destičkami s vnitř. chlazením

Závitová fréza s vyměnitelnými břitovými destičkami s vnitřním chlazením GARANT (TK/TiCN)

139780

Počet vyměnitelných břitových destiček¹

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Frézování závitů			
			min.	vc	fz [mm/ot.]	
				[m/min] Početek		
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	150	160	180	0,1-0,15
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	100	120	150	0,08-0,1
2.0	Automatové oceli	< 850	150	160	180	0,1-0,15
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	100	120	150	0,08-0,1
3.0	Neleg. ocel k zeslechnění	<700	120	150	200	0,08-0,1
3.1	Neleg. ocel k zeslechnění	700 – 850	100	130	160	0,08-0,1
3.2	Neleg. ocel k zeslechnění	850 – 1000	100	130	160	0,04-0,08
4.0	Legovaná ocel k zeslechnění	850 – 1000	100	120	150	0,08-0,1
4.1	Legovaná ocel k zeslechnění	1000 – 1200	80	90	110	0,04-0,08
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	80	90	110	0,04-0,08
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	80	90	110	0,04-0,08
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	80	90	110	0,04-0,08
7.0	Nitridační oceli	< 1000	80	90	110	0,04-0,08
7.1	Nitridační oceli	> 1000		–		–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	80	90	110	0,04-0,08
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100		–		–
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400		–		–
13.0	Nerez oceli sítěné	< 700	130	150	180	0,03-0,05
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	100	120	150	0,02-0,03
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850		–		–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	130	150	180	0,03-0,05
14.0	Speciální slitiny	< 1200		–		–
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	130	140	160	0,12-0,15
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	130	140	160	0,12-0,15
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	100	110	130	0,1-0,12
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	100	110	130	0,1-0,12
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850		–		–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200		–		–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	250	260	280	0,15-0,2
17.1	Hliníkové slévár. slitiny <10% Si	<600	220	230	250	0,12-0,14
17.2	Hliníkové slévár. slitiny >10% Si	< 600	180	200	220	0,1-0,12
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	220	230	250	0,12-0,14
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	220	230	250	0,12-0,14
19.1	Mosaz, tvářící krátké třísky	< 600	100	110	130	0,04-0,08
19.2	Mosaz, tvářící dlouhé třísky	< 600	160	180	200	0,08-0,1
19.3	Bronz, tvářící krátké třísky	< 600	100	110	130	0,04-0,08
19.4	Bronz, tvářící krátké třísky	650 – 850		–		–
19.5	Bronz, tvářící dlouhé třísky	< 850	220	230	250	0,12-0,14
19.6	Bronz, tvářící dlouhé třísky	850 – 1200		–		–
20.0	Grafit			–		–
21.0	Termoplasty a duroplasty		220	240	270	0,12-0,15
21.1	GFK a CFK		100	110	130	0,04-0,08




5 Příklady použití



Obr. 4.14 Příklad použití

Řezné parametry pro uvedené aplikace jsou podrobněji popsány v dalším textu.

5.1.1 Použití 1 - Řezání závitů závitníkem do tvrdého materiálu

	Závitník:	Strojní závitník z TK na průchozí otvory (potažený TiAlN) Průměr stopky: 10 mm	
	Závít	M10	
	Otvor pro řezání závitů:	Ø 8,7 mm (vzhledem k tvrdosti je otvor pro závit o 0,2 mm větší než standardní hodnota)	
	Upínáč:	Upínací pouzdro závitníku s elastickým vyrovnáním délky (HSK 63)	
	Materiály	1,2312 (51 HRC)	
	Materiálová skupina GARANT (viz. kapitola "Materiály", odst. 1)	10.0	
	Řezná rychlost	[m/min]	3
	Posuv	[mm/ot.]	1,5



5.1.2 **Použití 2 - dlabací frézování závitů s univerzální stopkovou závitovou frézou**



Závitová fréza: Průměr stopky: 10 mm
Průměr závitů: 7,75 mm
Průměr frézy: 7,75 mm

Závit: Slepý otvor M10

Hloubka závitů: 20 mm

Otvor pro řezání závitů: odpadá

Upínač: Hydraulické upínací pouzdro

Materiály	GG25	1.2312	1.1730	1.4301	Alu
Materiálová skupina GARANT (viz. kapitola "Materiály", odst. 1)	15.1	8.1	8.0	13.1	17.0
Řezná rychlost [m/min]	120	80	100	75	400
Posuv [mm/ot.]	0,30	0,10	0,2	0,1	0,12

5.1.3 **Použití 3 - stopkové frézování závitů se závit. stopkovou frézou**



Závitová fréza: Průměr stopky: 14 mm
Max. průměr zahloubení: 13,5 mm

Závit: M12 x 1,75 slepého otvoru

Hloubka závitů: 20 mm

Otvor pro řezání závitů: Ø 10,2 mm

Upínač: Vysoce přesné sklíčidlo

Materiály	GG25	1.2312	1.1730	1.4301	Alu
Materiálová skupina GARANT (viz. kapitola "Materiály", odst. 1)	15.1	8.1	8.0	13.1	17.0
Řezná rychlost [m/min]	120	80	100	75	400
Posuv [mm/ot.]	0,30	0,12	0,18	0,09	0,12

5.1.4 Použití 4 - frézování závitů s vyměnitelnou břitovou destičkou



Závitová fréza:	Průměr stopky: 16 mm Užitečná délka: 22 mm Učinný průměr: 17 mm
Vyměnitelná břitová destička:	Velikost = stoupání závitů: 1,5 mm
Závit:	M24 x 1,5 slepého otvoru
Hloubka závitů:	25 mm
Nejmenší průměr vyvrtávaného otvoru:	Ø 20 mm (viz tab. 4.4)
Upínač:	Pouzdro Weldon

Materiály	GG25	1.2312	1.1730	1.4301	Alu
Materiálová skupina GARANT (viz. kapitola "Materiály", odst. 1)	15.1	8.1	8.0	13.1	17.0
Řezná rychlost [m/min]	200	150	180	100	300
Posuv [mm/ot.]	0,1	0,09	0,1	0,09	0,1

Information

**Vous souhaitez des conseils concrets
sur les nouveaux outils,
techniques et processus?**

Nos experts hautement
qualifiés se rendent
directement dans vos
établissements:





Obsah



Seznam tabulek - řezné hodnoty pro zahlubování	292
1 Rozdělení nástrojů na zahlubování	293
2 Parametry obrábění při zahlubování	294
3 Síly, kroutící moment, potřebný výkon při zahlubování	295
4 Výpočet času obrábění při zahlubování	296
5 Orientační hodnoty pro nasazení záhlubníků	297

Seznam tabulek - řezné hodnoty pro zahlubování

Záhlubník	Řezný materiál / povlak	Č. tab.	Strana
Kuželový záhlubník 90°, 75° a 60°	HSS a HSS/E	5.1	298
	HSS (povlak TiAlN/TiN)	5.2	300
	Tvrdokov	5.3	302

1 Rozdělení nástrojů na zahlabování

Pro různé operace při zahlabování, jako jsou např.

- rozšiřování otvorů (**rozšiřování** se šroubovým nebo nástrčným výhrubníkem) nebo
- výroba určitých tvarů otvorů s kuželovitými, resp. rovnými plochami (**tvarové zahlabování** s kuželovým nebo zarovnávacím záhlubníkem),

se používají různé nástroje na zahlabování.

Šroubovitý výhrubník se často používají k rozšiřování otvorů. Na rozdíl od spirálových vrtáků mají tři nebo čtyři břity a méně hluboké drážky. Šroubovitý výhrubník se proto lépe vedou v otvoru a pracují klidněji. Mohou být používány na koncové rozměry při konečných úpravách (hotová díra) a na přídávky, když se má otvor ještě vystružit (viz kapitola "Vystružování").

Nástrčný výhrubník se používají pro větší průměry.

Nástroje pro tvarové zahlabování existují v provedeních s vodicími čepy a bez vodicích čepů. Vodicí čepy přitom mohou být vyměnitelné, aby např. mohly být přizpůsobeny průměru vyvrtávaného otvoru. Při hrubých tolerancích nebo při jednoduchém odstraňování ořepů z otvorů není žádné vedení nutné. Se **zarovnávacími záhlubníky** se vytvářejí zhloubení s rovnou čelní plochou v otvorech, např. zhloubení hlavy a krčku pro šrouby s válcovou hlavou, nebo rovné vnější čelní plochy.

Kuželové záhlubníky slouží ke sražení hran a odstraňování ořepů z otvorů, ale také k zapouštění pro šrouby nebo nýty se zápustnou hlavou.



Zarovnávací záhlubník
GARANT



Kužel. záhlubník GARANT - 90°

Obr. 5.1 Nástroje na zahlabování GARANT

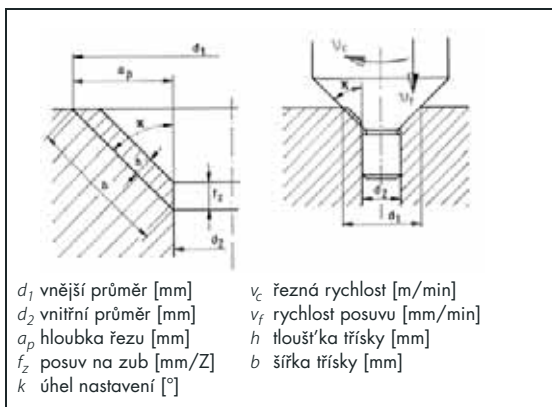


2 Parametry obrábění při zahlubování

Průřez třísky A určuje významnou měrou sílu třískového obrábění (viz též kapitola "Základy", odstavec 1.4). Na obr. 5.2 jsou znázorněny parametry obrábění na příkladu kuželového záhlubníku.

Tloušťka třísky h a šířka třísky b jsou podobně jako u vyvrtávání (viz vysvětlení v kapitole "Vrtání") závislé:

- na **posuvu na zub f_z**
(počet břitů je při zahlubování často větší než dva
→ $Z = 3 \dots 4$),
- **úhlu nastavení κ** , resp.
- **hloubce řezu a_p** .



Obr. 5.2 Parametry obrábění při kuželovitém zahlubování

Hloubka řezu a_p je při kuželovitém zahlubování zpočátku malá a pak se zvětšuje až na své maximum.

Platí:

$$a_{p\max} = \frac{1}{2} (d_{1\max} - d_2)$$

(viz. obr. 5.2)

(rov. 5.1)

Podobně dosáhne na konci obrábění svého maxima průřez třísky A .

Pro **průřez třísky A** tedy platí:

$$A = f_z \cdot a_p = b \cdot h$$

A průřez třísky [mm²]
 f_z posuv na zub [mm/Z]
 a_p hloubka řezu [mm]
 b šířka třísky [mm]
 h tloušťka třísky [mm]

(rov. 3.5)

3 Síly, kroutící moment, potřebný výkon při zahlučování

Vzhledem k tomu, že při zahlučování platí v principu stejné vztahy jako při vyvrtávání, je možné použít k výpočtu řezné síly F_c rovnici uvedenou v kapitole "Vrtání", *tabulka 3.1*. Jako faktor metody pro zahlučování f_{se} je akceptována hodnota $f_{se} = 1,0$.

Pro řeznou sílu na břit F_{cz} při zahlučování tedy platí:

$$F_{cz} = \frac{(d_{1\max} - d_2)}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_{se} \quad F_c \text{ řezná síla na břit [N]} \quad (\text{rov. 5.2})$$

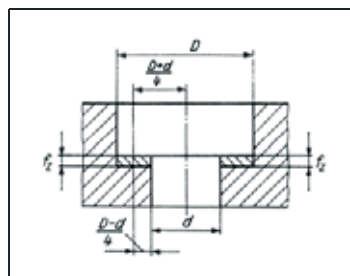
s $f_{se} \approx 1,0$

Kroutící moment M_d je podle *obr. 5.3* dán:

$$M_d = \frac{F_{cz} \cdot Z \cdot (D + d)}{4000} \quad \begin{array}{l} M_d \text{ kroutící moment [Nm]} \\ F_{cz} \text{ řezná síla na břit [N]} \\ Z \text{ počet ostří záhlubníku} \\ D \text{ vnější průměr [mm]} \\ d \text{ vnitřní průměr [mm]} \end{array} \quad (\text{rov. 5.3})$$

Řezný výkon P_c se vypočítá analogicky k vyvrtávání (*tabulka 3.1*) z rovnic:

$$P_c = \frac{M_d \cdot n}{9554} \quad \begin{array}{l} P_c \text{ řezný výkon [kW]} \\ n \text{ počet otáček [min}^{-1}] \end{array} \quad (\text{r. 3.15})$$



Obr. 5.3
Vzdálenost působistě síly
od osy záhlubníku

nebo

$$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)}{60000} \quad \begin{array}{l} P_c \text{ řezný výkon [kW]} \\ F_{cz} \text{ řezná síla na břit [N]} \\ D \text{ vnější průměr [mm]} \\ d \text{ vnitřní průměr [mm]} \\ v_c \text{ řezná rychlost [m/min]} \end{array} \quad (\text{rov. 3.17})$$



4 Výpočet času obrábění při zahlubování

Pro určení času obrábění t_h platí stejné rovnice jako při vrtání (viz kapitola "Vrtání"):

$$t_h = \frac{L}{f \cdot n}$$

t_h	čas obrábění [min]	(rov. 3.18)
L	celková dráha [mm]	
f	posuv [mm/ot.]	
n	počet otáček [min^{-1}]	

Při zahlubování se stanovuje dráha náběhu $l_a \approx 3$ mm a dráha přeběhu $l_u \approx 3$ mm, takže celková dráha L plyne ze vzorce:

$$L = l + l_a + l_u = l + 6$$

L	celková dráha [mm]	(rov. 5.4)
l	tloušťka obrobku [mm]	
l_a	dráha náběhu [mm]	
l_u	dráha přeběhu [mm]	

5 Orientační hodnoty pro používání záhlubníků

Práce s tabulkou orientačních hodnot na příkladu

Obráběcí práce:

Vytvoření 90° záhloubení do otvorů o průměru $D = 6 \text{ mm}$
v materiálu X210Cr12.

Postup:

1. Výběr nástroje na zahlubování z hlavního katalogu Ho-č. 150175
 $D = 10 \text{ mm}$
2. Výběr materiálové skupiny (kapitola "Materiály", odstavec 1) Mat. sk. 8.2
3. Výběr řezných parametrů:
 - 3.1 Výběr tabulky použitých hodnot Tabulka 5.1
 - Nástroj 150175 → kuželový záhlubník 90°, 75° a 60° (HSS)
 - 3.2 Výběr řezných parametrů

Tab. 5.1

Kat. číslo

DIN

Počet zubů

GARANT záhlubník 90°, 75° a 60° (HSS a HS)

15 0150; **15 0175**; 15 0371; 15 0372; 15 0378; 15 0390; 15 0395; 15 0425; 15 0820; 150860
335-C; 335-D; 334
3

Skupina materiálu	Označení materiálu	Pevnost [N/mm²]	vc [m/min]			Ø 4			Ø 6			Ø 10			Ø 16		
			min.	Střed	max.	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
						[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]	[mm/U]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	26	28	30	0,07	2228	160	0,09	1485	134	0,12	891	107	0,14	567	
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 - 850	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86	0,12	527	
2.0	Automatové oceli	< 850	18	20	22	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86	0,12	527	
2.1	Automatové oceli	850 - 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57	0,10	438	
3.0	Nelegované oceli k zúšlechťení	< 700	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86	0,12	527	
3.1	Nelegované oceli k zúšlechťení	700 - 850	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86	0,12	527	
3.2	Nelegované oceli k zúšlechťení	850 - 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57	0,10	438	
4.0	Legované oceli k zúšlechťení	850 - 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57	0,10	438	
4.1	Legované oceli k zúšlechťení	1000 - 1200	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13	0,09	159	
5.0	Nelegované cementační oceli	< 750	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86	0,12	527	
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57	0,10	438	
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13	0,09	159	
7.0	Nitridační oceli	< 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57	0,10	438	
7.1	Nitridační oceli	> 1000	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13	0,09	159	
8.0	Nástrojové oceli	< 850	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57	0,10	438	
8.1	Nástrojové oceli	850 - 1100	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13	0,09	159	
8.2	Nástrojové oceli	1100 - 1400	2	3,5	5	0,09	279	25	0,03	186	6	0,04	111	5	0,05	70	
9.0	Rychlořezné oceli	830 - 1200	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13	0,09	159	
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Řezná rychlost

Posuv:

Počet otáček:

Rychlost posuvu:

Poč. hodnota $v_c = 3,5 \text{ m/min}$

$f = 0,04 \text{ mm/ot.}$

$n = 111 \text{ ot./min}$

$v_f = 5 \text{ mm/min}$

Rozsah: 2...5 m/min



Tabulka 5.1 Kuželové záhlubníky GARANT 90°, 75° a 60° (HSS/E)

Katalogové číslo 150150; 150175; 150371; 150372; 150378; 150390; 150395; 150425; 150820; 150860

DIN 335-C; 335-D; 334

Počet zubů

3

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 4			Ø 6			Ø 10		
			min.	Počátek	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	26	– 28	– 30	0,07	2228	160	0,09	1485	134	0,12	891	107
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	25	– 26,5	– 28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
2.0	Automatové oceli	< 850	25	– 26,5	– 28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	18	– 22	– 25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
3.0	Neleg. Ocel k zúšlechťení	< 700	25	– 26,5	– 28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
3.1	Neleg. Ocel k zúšlechťení	700 – 850	25	– 26,5	– 28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
3.2	Neleg. Ocel k zúšlechťení	850 – 1000	18	– 22	– 25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	18	– 22	– 25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	6	– 8	– 10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
5.0	Neleg. Cementační ocel	< 750	25	– 26,5	– 28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	18	– 22	– 25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	6	– 8	– 10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
7.0	Nitridační oceli	< 1000	18	– 22	– 25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
7.1	Nitridační oceli	> 1000	6	– 8	– 10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
8.0	Nástrojové oceli	< 850	18	– 22	– 25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	6	– 8	– 10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	2	– 3,5	– 5	0,09	279	25	0,03	186	6	0,04	111	5
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	6	– 8	– 10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	2	– 3,5	– 5	0,09	279	25	0,03	186	6	0,04	111	5
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	2	– 3,5	– 5	0,09	279	25	0,03	186	6	0,04	111	5
12.0	Pružinové oceli	< 1500	6	– 8	– 10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
13.0	Nerez oceli sítěné	< 700	4	– 7	– 10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	4	– 7	– 10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	4	– 7	– 10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	4	– 7	– 10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
14.0	Speciální slitiny	< 1200	2	– 3,5	– 5	0,09	279	25	0,03	186	6	0,04	111	5
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	15	– 20	– 24	0,08	1592	129	0,10	1061	108	0,12	637	76
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	9	– 12	– 15	0,06	955	57	0,07	637	46	0,08	382	31
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	9	– 12	– 15	0,06	955	57	0,07	637	46	0,08	382	31
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	9	– 12	– 15	0,06	955	57	0,07	637	46	0,08	382	31
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	4	– 7	– 10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	4	– 7	– 10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	50	– 70	– 90	0,10	5570	568	0,12	3714	446	0,14	2228	314
17.1	Hliník slévár. slitiny <10% Si	< 600	25	– 33	– 40	0,08	2626	213	0,10	1751	179	0,12	1050	126
17.2	Hliník slévár. slitiny >10% Si	< 600	10	– 20	– 30	0,08	1592	129	0,10	1061	108	0,12	637	76
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny													
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	25	– 33	– 40	0,08	2626	213	0,10	1751	179	0,12	1050	126
19.1	Mosaz, tvářící krátké třísky	< 600	50	– 65	– 80	0,10	5173	528	0,12	3448	414	0,14	2069	292
19.2	Mosaz, tvářící dlouhé třísky	< 600	30	– 40	– 50	0,10	3183	325	0,12	2122	255	0,14	1273	180
19.3	Bronz, tvářící krátké třísky	< 600	50	– 65	– 80	0,10	5173	528	0,12	3448	414	0,14	2069	292
19.4	Bronz, tvářící krátké třísky	650 – 850	50	– 65	– 80	0,10	5173	528	0,12	3448	414	0,14	2069	292
19.5	Bronz, tvářící dlouhé třísky	< 850	30	– 40	– 50	0,10	3183	325	0,12	2122	255	0,14	1273	180
19.6	Bronz, tvářící dlouhé třísky	850 – 1200	30	– 40	– 50	0,10	3183	325	0,12	2122	255	0,14	1273	180
20.0	Grafit		15	– 20	– 24	0,08	1592	129	0,10	1061	108	0,12	637	76
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–



Ø 16			Ø 20			Ø 25			Ø 40			Ø 63			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,14	557	79	0,16	446	72	0,20	357	72	0,25	223	56	0,35	141	50	Emulze
0,12	527	63	0,14	422	59	0,18	337	61	0,22	211	47	0,30	134	40	Emulze
0,12	527	63	0,14	422	59	0,18	337	61	0,22	211	47	0,30	134	40	Emulze
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulze
0,12	527	63	0,14	422	59	0,18	337	61	0,22	211	47	0,30	134	40	Emulze
0,12	527	63	0,14	422	59	0,18	337	61	0,22	211	47	0,30	134	40	Emulze
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulze
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulze
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Emulze
0,12	527	63	0,14	422	59	0,18	337	61	0,22	211	47	0,30	134	40	Emulze
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulze
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Emulze
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulze
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Emulze
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulze
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Emulze
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	Emulze
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Emulze
0,05	70	4	0,06	56	3	0,08	45	4	0,12	28	3	0,14	18	2	Rezný olej
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,05	70	4	0,06	56	3	0,08	45	4	0,12	28	3	0,14	18	2	Rezný olej
0,05	70	4	0,06	56	3	0,08	45	4	0,12	28	3	0,14	18	2	Rezný olej
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	Rezný olej
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	Rezný olej
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	Rezný olej
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	Rezný olej
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	Rezný olej
0,05	70	4	0,06	56	3	0,08	45	4	0,12	28	3	0,14	18	2	Rezný olej
0,16	398	64	0,20	318	64	0,25	255	64	0,30	159	48	0,32	101	32	Suché
0,12	239	29	0,16	191	31	0,20	153	31	0,25	95	24	0,28	61	17	Suché
0,12	239	29	0,16	191	31	0,20	153	31	0,25	95	24	0,28	61	17	Emulze
0,12	239	29	0,16	191	31	0,20	153	31	0,25	95	24	0,28	61	17	Emulze
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	Rezný olej
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	Rezný olej
0,18	1393	251	0,22	1114	247	0,26	891	233	0,30	557	167	0,40	354	142	Emulze
0,14	657	93	0,18	525	95	0,22	420	93	0,26	263	69	0,30	167	50	Emulze
0,14	398	56	0,18	318	57	0,22	255	57	0,26	159	42	0,30	101	30	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Emulze
0,14	657	93	0,18	525	95	0,22	420	93	0,26	263	69	0,30	167	50	Emulze
0,18	1293	233	0,20	1035	208	0,24	828	199	0,30	517	155	0,40	328	132	Emulze
0,18	796	143	0,20	637	128	0,24	509	122	0,30	318	95	0,40	202	81	Rezný olej
0,18	1293	233	0,20	1035	208	0,24	828	199	0,30	517	155	0,40	328	132	Emulze
0,18	1293	233	0,20	1035	208	0,24	828	199	0,30	517	155	0,40	328	132	Emulze
0,18	796	143	0,20	637	128	0,24	509	122	0,30	318	95	0,40	202	81	Rezný olej
0,18	796	143	0,20	637	128	0,24	509	122	0,30	318	95	0,40	202	81	Rezný olej
0,16	398	64	0,20	318	64	0,25	255	64	0,30	159	48	0,32	101	32	Suché
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



Tabulka 5.2 Kužel. záhlubníky GARANT 90° a 60° povlakované (TiAlN; TiN)

Katalogové číslo 150170; 150180; 150396; 150840

DIN 335-C; 335-D; 334

Počet zubů

3

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 4			Ø 6			Ø 10		
			min.	Počátek	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	31	–	34	–	36	0,07 2706 195	0,09 1804 162	0,12 1082 130				
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	30	–	32	–	33,6	0,06 2546 153	0,08 1698 138	0,10 1019 104				
2.0	Automatové oceli	< 850	30	–	32	–	33,6	0,06 2546 153	0,08 1698 138	0,10 1019 104				
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	22	–	26	–	30	0,04 2069 87	0,06 1379 83	0,08 828 67				
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	30	–	32	–	33,6	0,06 2546 153	0,08 1698 138	0,10 1019 104				
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	30	–	32	–	33,6	0,06 2546 153	0,08 1698 138	0,10 1019 104				
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	22	–	26	–	30	0,04 2069 87	0,06 1379 83	0,08 828 67				
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	22	–	26	–	30	0,04 2069 87	0,06 1379 83	0,08 828 67				
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	7	–	10	–	12	0,03 796 24	0,04 531 22	0,05 318 16				
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	30	–	32	–	34	0,06 2546 153	0,08 1698 138	0,10 1019 104				
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	21,6	–	26	–	30	0,04 2069 87	0,06 1379 83	0,08 828 67				
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	7	–	10	–	12	0,03 796 24	0,04 531 22	0,05 318 16				
7.0	Nitridační oceli	< 1000	22	–	26	–	30	0,04 2069 87	0,06 1379 83	0,08 828 67				
7.1	Nitridační oceli	> 1000	7	–	10	–	12	0,03 796 24	0,04 531 22	0,05 318 16				
8.0	Nástrojové oceli	< 850	22	–	26	–	30	0,04 2069 87	0,06 1379 83	0,08 828 67				
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	7	–	10	–	12	0,03 796 24	0,04 531 22	0,05 318 16				
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	2,5	–	4	–	6	0,09 358 32	0,03 239 7	0,04 143 6				
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	7	–	10	–	12	0,03 796 24	0,04 531 22	0,05 318 16				
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC						–	–	–				
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC						–	–	–				
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC						–	–	–				
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	2,5	–	4,5	–	6	0,09 358 32	0,03 239 7	0,04 143 6				
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	2,5	–	4,5	–	6	0,09 358 32	0,03 239 7	0,04 143 6				
12.0	Pružinové oceli	< 1500	7	–	10	–	12	0,03 796 24	0,04 531 22	0,05 318 16				
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	5	–	8,5	–	12	0,04 676 28	0,05 451 23	0,06 271 16				
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	5	–	8,5	–	12	0,04 676 28	0,05 451 23	0,06 271 16				
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	5	–	8,5	–	12	0,04 676 28	0,05 451 23	0,06 271 16				
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	5	–	8,5	–	12	0,04 676 28	0,05 451 23	0,06 271 16				
14.0	Speciální slitiny	< 1200	2,5	–	4,5	–	6	0,09 358 32	0,03 239 7	0,04 143 6				
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	20	–	25	–	30	0,08 1989 161	0,10 1326 135	0,12 796 95				
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	11	–	15	–	18	0,06 1194 72	0,07 796 57	0,08 477 39				
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	11	–	15	–	18	0,06 1194 72	0,07 796 57	0,08 477 39				
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	11	–	15	–	18	0,06 1194 72	0,07 796 57	0,08 477 39				
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	5	–	8,5	–	12	0,04 676 28	0,05 451 23	0,06 271 16				
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	5	–	8,5	–	12	0,04 676 28	0,05 451 23	0,06 271 16				
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	60	–	85	–	110	0,10 6764 690	0,12 4509 541	0,14 2706 381				
17.1	Hliník sléváren. slitiny <10% Si	< 600	30	–	40	–	50	0,08 3183 258	0,10 2122 216	0,12 1273 153				
17.2	Hliník sléváren. slitiny >10% Si	< 600	15	–	25	–	35	0,08 1989 161	0,10 1326 135	0,12 796 95				
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny							–	–	–				
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	30	–	40	–	50	0,08 3183 258	0,10 2122 216	0,12 1273 153				
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	60	–	80	–	100	0,10 6366 649	0,12 4244 509	0,14 2546 359				
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	35	–	50	–	60	0,10 3979 406	0,12 2653 318	0,14 1592 224				
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	60	–	80	–	100	0,10 6366 649	0,12 4244 509	0,14 2546 359				
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	60	–	80	–	100	0,10 6366 649	0,12 4244 509	0,14 2546 359				
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	35	–	50	–	60	0,10 3979 406	0,12 2653 318	0,14 1592 224				
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	35	–	50	–	60	0,10 3979 406	0,12 2653 318	0,14 1592 224				
20.0	Grafit		20	–	25	–	30	0,08 1989 161	0,10 1326 135	0,12 796 95				
21.0	Termoplasty a duroplasty							–	–	–				
21.1	GFK a CFK							–	–	–				



Ø 16			Ø 20			Ø 25			Ø 40			Ø 63			Chladičí a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,14	676	95	0,16	541	88	0,20	433	87	0,25	271	68	0,35	172	60	Emulze
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	Emulze
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	Emulze
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	Emulze
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	Emulze
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	Emulze
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	Emulze
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	Emulze
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	Emulze
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	Emulze
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	Emulze
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	Emulze
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	Emulze
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	Emulze
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	Emulze
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	Emulze
0,05	90	5	0,06	72	4	0,08	57	5	0,12	36	4	0,14	23	3	Rezný olej
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,05	90	5	0,06	72	4	0,08	57	5	0,12	36	4	0,14	23	3	Rezný olej
0,05	90	5	0,06	72	4	0,08	57	5	0,12	36	4	0,14	23	3	Rezný olej
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	Rezný olej
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	Rezný olej
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	Rezný olej
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	Rezný olej
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	Rezný olej
0,05	90	5	0,06	72	4	0,08	57	5	0,12	36	4	0,14	23	3	Rezný olej
0,16	497	81	0,20	398	80	0,25	318	80	0,30	199	60	0,32	126	41	suché
0,12	298	36	0,16	239	39	0,20	191	38	0,25	119	30	0,28	76	21	suché
0,12	298	36	0,16	239	39	0,20	191	38	0,25	119	30	0,28	76	21	Emulze
0,12	298	36	0,16	239	39	0,20	191	38	0,25	119	30	0,28	76	21	Emulze
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	Rezný olej
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	Rezný olej
0,18	1691	304	0,22	1353	300	0,26	1082	282	0,30	676	203	0,40	429	173	Emulze
0,14	796	112	0,18	637	115	0,22	509	113	0,26	318	83	0,30	202	61	Emulze
0,14	497	70	0,18	398	72	0,22	318	71	0,26	199	52	0,30	126	38	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Emulze
0,14	796	112	0,18	637	115	0,22	509	113	0,26	318	83	0,30	202	61	Emulze
0,18	1592	286	0,20	1273	256	0,24	1019	244	0,30	637	191	0,40	404	162	Emulze
0,18	995	179	0,20	796	160	0,24	637	153	0,30	398	119	0,40	253	102	Rezný olej
0,18	1592	286	0,20	1273	256	0,24	1019	244	0,30	637	191	0,40	404	162	Emulze
0,18	1592	286	0,20	1273	256	0,24	1019	244	0,30	637	191	0,40	404	162	Emulze
0,18	995	179	0,20	796	160	0,24	637	153	0,30	398	119	0,40	253	102	Rezný olej
0,18	995	179	0,20	796	160	0,24	637	153	0,30	398	119	0,40	253	102	Rezný olej
0,16	497	81	0,20	398	80	0,25	318	80	0,30	199	60	0,32	126	41	suché
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



Tabulka 5.3 Kuželové záhlubníky GARANT 90° (slinutý korbíd)

Katalogové číslo 150382; 150384; 150386; 150387; 150855

DIN 335-C; 334

Počet zubů

3

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min]			Ø 4			Ø 6			Ø 10		
			min.	Počátek	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	vf [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	55	–	65	–	70	0,07 5173 372	0,09 3448 310	0,12 2069 248				
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	55	–	60	–	65	0,06 4775 286	0,08 3183 258	0,10 1910 195				
2.0	Automatové oceli	< 850	55	–	60	–	65	0,06 4775 286	0,08 3183 258	0,10 1910 195				
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	40	–	50	–	55	0,04 3979 167	0,06 2653 159	0,08 1592 129				
3.0	Neleg. Ocel k zúšlechťení	< 700	55	–	60	–	65	0,06 4775 286	0,08 3183 258	0,10 1910 195				
3.1	Neleg. Ocel k zúšlechťení	700 – 850	55	–	60	–	65	0,06 4775 286	0,08 3183 258	0,10 1910 195				
3.2	Neleg. Ocel k zúšlechťení	850 – 1000	40	–	45	–	55	0,04 3581 150	0,06 2387 143	0,08 1432 116				
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	40	–	45	–	55	0,04 3581 150	0,06 2387 143	0,08 1432 116				
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	13	–	18	–	22	0,03 1432 43	0,04 955 40	0,05 573 29				
5.0	Neleg. Cementační ocel	< 750	55	–	60	–	65	0,06 4775 286	0,08 3183 258	0,10 1910 195				
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	40	–	50	–	55	0,04 3979 167	0,06 2653 159	0,08 1592 129				
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	13	–	18	–	22	0,03 1432 43	0,04 955 40	0,05 573 29				
7.0	Nitridační oceli	< 1000	40	–	50	–	55	0,04 3979 167	0,06 2653 159	0,08 1592 129				
7.1	Nitridační oceli	> 1000	13	–	18	–	22	0,03 1432 43	0,04 955 40	0,05 573 29				
8.0	Nástrojové oceli	< 850	40	–	50	–	55	0,04 3979 167	0,06 2653 159	0,08 1592 129				
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	13	–	18	–	22	0,03 1432 43	0,04 955 40	0,05 573 29				
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	5	–	8	–	12	0,09 637 57	0,03 424 13	0,04 255 11				
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	13	–	18	–	22	0,03 1432 43	0,04 955 40	0,05 573 29				
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	5	–	8	–	12	0,09 637 57	0,03 424 13	0,04 255 11				
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	5	–	8	–	12	0,09 637 57	0,03 424 13	0,04 255 11				
11.0	Kalené oceli	60–67 HRC						–	–	–				
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	5	–	8	–	12	0,09 637 57	0,03 424 13	0,04 255 11				
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	5	–	8	–	12	0,09 637 57	0,03 424 13	0,04 255 11				
12.0	Pružinové oceli	< 1500	13	–	18	–	22	0,03 1432 43	0,04 955 40	0,05 573 29				
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	10	–	16	–	22	0,04 1273 53	0,05 849 43	0,06 509 31				
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	10	–	16	–	22	0,04 1273 53	0,05 849 43	0,06 509 31				
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	10	–	16	–	22	0,04 1273 53	0,05 849 43	0,06 509 31				
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	10	–	16	–	22	0,04 1273 53	0,05 849 43	0,06 509 31				
14.0	Speciální slitiny	< 1200	5	–	8	–	12	0,09 637 57	0,03 424 13	0,04 255 11				
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	35	–	45	–	55	0,08 3581 290	0,10 2387 244	0,12 1432 172				
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	20	–	25	–	35	0,06 1989 119	0,07 1326 95	0,08 796 64				
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	20	–	25	–	35	0,06 1989 119	0,07 1326 95	0,08 796 64				
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	20	–	25	–	35	0,06 1989 119	0,07 1326 95	0,08 796 64				
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	10	–	16	–	22	0,04 1273 53	0,05 849 43	0,06 509 31				
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	10	–	16	–	22	0,04 1273 53	0,05 849 43	0,06 509 31				
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	110	–	160	–	200	0,10 12732 1299	0,12 8488 1019	0,14 5093 718				
17.1	Hliník slváren. slitiny <10% Si	< 600	55	–	75	–	90	0,08 5968 483	0,10 3979 406	0,12 2387 286				
17.2	Hliník slváren. slitiny >10% Si	< 600	25	–	45	–	70	0,08 3581 290	0,10 2387 244	0,12 1432 172				
18.0	Hořák, hořákové slitiny	< 280	55	–	75	–	90	0,08 5968 483	0,10 3979 406	0,12 2387 286				
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	55	–	75	–	90	0,08 5968 483	0,10 3979 406	0,12 2387 286				
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	110	–	145	–	175	0,10 11539 1177	0,12 7692 923	0,14 4615 651				
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	70	–	90	–	110	0,10 7162 731	0,12 4775 573	0,14 2865 404				
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	110	–	145	–	175	0,10 11539 1177	0,12 7692 923	0,14 4615 651				
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	110	–	145	–	175	0,10 11539 1177	0,12 7692 923	0,14 4615 651				
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	70	–	90	–	110	0,10 7162 731	0,12 4775 573	0,14 2865 404				
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	70	–	90	–	110	0,10 7162 731	0,12 4775 573	0,14 2865 404				
20.0	Grafit		35	–	45	–	55	0,08 3581 290	0,10 2387 244	0,12 1432 172				
21.0	Termoplasty a duroplasty							–	–	–				
21.1	GFK a CFK							–	–	–				



Ø 16			Ø 20			Ø 25			Ø 40			Ø 63			Chladiaci a mazací kapalina
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,14	1293	182	0,16	1035	168	0,20	828	166	0,25	517	130	0,35	328	115	Emulze
0,12	1194	143	0,14	955	135	0,18	764	138	0,22	477	106	0,30	303	91	Emulze
0,12	1194	143	0,14	955	135	0,18	764	138	0,22	477	106	0,30	303	91	Emulze
0,10	995	101	0,12	796	95	0,14	637	90	0,18	398	72	0,25	253	64	Emulze
0,12	1194	143	0,14	955	135	0,18	764	138	0,22	477	106	0,30	303	91	Emulze
0,12	1194	143	0,14	955	135	0,18	764	138	0,22	477	106	0,30	303	91	Emulze
0,10	895	91	0,12	716	86	0,14	573	81	0,18	358	64	0,25	227	57	Emulze
0,10	895	91	0,12	716	86	0,14	573	81	0,18	358	64	0,25	227	57	Emulze
0,09	358	32	0,08	286	23	0,10	229	23	0,12	143	17	0,16	91	15	Emulze
0,12	1194	143	0,14	955	135	0,18	764	138	0,22	477	106	0,30	303	91	Emulze
0,10	995	101	0,12	796	95	0,14	637	90	0,18	398	72	0,25	253	64	Emulze
0,09	358	32	0,08	286	23	0,10	229	23	0,12	143	17	0,16	91	15	Emulze
0,10	995	101	0,12	796	95	0,14	637	90	0,18	398	72	0,25	253	64	Emulze
0,09	358	32	0,08	286	23	0,10	229	23	0,12	143	17	0,16	91	15	Emulze
0,10	995	101	0,12	796	95	0,14	637	90	0,18	398	72	0,25	253	64	Emulze
0,09	358	32	0,08	286	23	0,10	229	23	0,12	143	17	0,16	91	15	Emulze
0,05	159	8	0,06	127	8	0,08	102	8	0,12	64	8	0,14	40	6	Emulze
0,09	358	32	0,08	286	23	0,10	229	23	0,12	143	17	0,16	91	15	Emulze
0,05	159	8	0,06	127	8	0,08	102	8	0,12	64	8	0,14	40	6	Emulze
0,05	159	8	0,06	127	8	0,08	102	8	0,12	64	8	0,14	40	6	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,05	159	8	0,06	127	8	0,08	102	8	0,12	64	8	0,14	40	6	Emulze
0,05	159	8	0,06	127	8	0,08	102	8	0,12	64	8	0,14	40	6	Emulze
0,09	358	32	0,08	286	23	0,10	229	23	0,12	143	17	0,16	91	15	Emulze
0,07	318	23	0,08	255	21	0,09	204	18	0,12	127	15	0,14	81	11	Emulze
0,07	318	23	0,08	255	21	0,09	204	18	0,12	127	15	0,14	81	11	Emulze
0,07	318	23	0,08	255	21	0,09	204	18	0,12	127	15	0,14	81	11	Emulze
0,07	318	23	0,08	255	21	0,09	204	18	0,12	127	15	0,14	81	11	Emulze
0,05	159	8	0,06	127	8	0,08	102	8	0,12	64	8	0,14	40	6	Emulze
0,16	895	145	0,20	716	144	0,25	573	144	0,30	358	107	0,32	227	73	suché
0,12	497	60	0,16	398	64	0,20	318	64	0,25	199	50	0,28	126	36	suché
0,12	497	60	0,16	398	64	0,20	318	64	0,25	199	50	0,28	126	36	Emulze
0,12	497	60	0,16	398	64	0,20	318	64	0,25	199	50	0,28	126	36	Emulze
0,07	318	23	0,08	255	21	0,09	204	18	0,12	127	15	0,14	81	11	Emulze
0,07	318	23	0,08	255	21	0,09	204	18	0,12	127	15	0,14	81	11	Emulze
0,18	3183	573	0,22	2546	565	0,26	2037	532	0,30	1273	382	0,40	808	325	Emulze
0,14	1492	210	0,18	1194	215	0,22	955	212	0,26	597	156	0,30	379	114	Emulze
0,14	895	126	0,18	716	129	0,22	573	127	0,26	358	93	0,30	227	68	Emulze
0,18	3183	573	0,22	2546	565	0,26	2037	532	0,30	1273	382	0,40	808	325	Emulze
0,14	1492	210	0,12	1194	215	0,22	955	212	0,26	597	156	0,30	379	114	Emulze
0,18	2885	519	0,20	2308	464	0,24	1846	443	0,30	1154	346	0,40	733	295	Emulze
0,18	1790	322	0,20	1432	288	0,24	1146	275	0,30	716	215	0,40	455	183	Emulze
0,18	2885	519	0,20	2308	464	0,24	1846	443	0,30	1154	346	0,40	733	295	Emulze
0,18	2885	519	0,20	2308	464	0,24	1846	443	0,30	1154	346	0,40	733	295	Emulze
0,18	1790	322	0,20	1432	288	0,24	1146	275	0,30	716	215	0,40	455	183	Emulze
0,18	1790	322	0,20	1432	288	0,24	1146	275	0,30	716	215	0,40	455	183	Emulze
0,16	895	145	0,20	716	144	0,25	573	144	0,30	358	107	0,32	227	73	suché
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Obsah

Seznam tabulek - hodnoty parametrů pro vystružování	304
1 Postup	305
2 Parametry obrábění při vystružování	305
3 Síly, krouticí moment a potřebný výkon při vystružování	306
4 Výpočet času obrábění při vystružování	306
5 Provedení výstružníků	307
5.1 Ruční výstružníky	307
5.2 Strojní výstružníky	307
5.3 Kuželové výstružníky	308
5.4 Vysoce výkonný systém výstružníku s výměnnou hlavou	309
6 Dosažitelné tolerance vrtání a jakosti povrchu	310
7 Návod k odstraňování poruch	311
8 Orientační hodnoty pro používání výstružníků	312
8.1 Tolerance a lícování	312
8.2 Určení přídatku na stružení	314
8.3 Práce s tabulkami orientačních hodnot na příkladu	315

Seznam tabulek - hodnoty parametrů pro vystružování

Výstružník	Řezný materiál / povlak	Č. tab.	Str.
Strojní výstružník	HSS/E	6.7	316
	HSS/E (povlakováno TiN)	6.8	318
	Slinutý karbid, osazený TK	6.9	320
Vysoce výkonné výstružníky s výměnnou hlavou	TK, TK (povlakováno TiAlN), cermet, CBN a PKD	6.10	322

1 Postup

Vystružování slouží ke zvýšení jakosti vyvrtaného otvoru. Zvětšení průměru je přitom nepatrné. Jsou dosažitelné třídy tolerance IT 7 až IT 6. Charakteristické je, že se výstružník sám zavádí do otvoru a nařezává i bez navrtávací pomůcky.



Obr. 6.1 NC výstružník GARANT

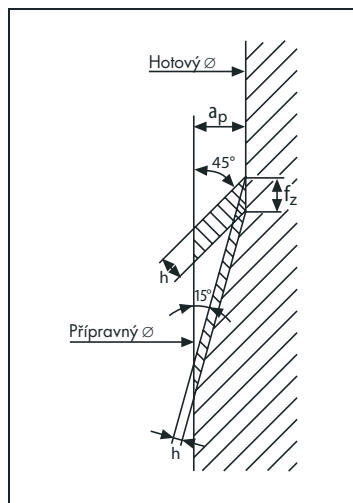
2 Parametry obrábění při vystružování

Mimořádně malé tloušťky třísek h vznikají vždy, když je zvolen velmi malý posuv na zub f_z nebo je úhel nastavení (náběhu) κ malý. Tak je tomu např. u loupacích výstružníků s úhlem nastavení $\kappa \approx 1^\circ$. Zde může docházet k potížím s odvodem třísek.

Při vystružování se musí dodržovat určitá **minimální tloušťka třísky h_{min}** . Při nedosažení této hodnoty neproniká ostří do materiálu a materiál se pouze elasticky a plasticky deformuje. Přitom dochází na ostří následkem tlaku a tření ke zvýšenému otěru. V rozsahu řezných rychlostí pro vystružování je minimální tloušťka třísky h_{min} dána vzorcem

$$h_{min} = (0,5 \dots 1,0) \cdot r_n$$

kde r_n je zaoblení řezných hran.



Obr. 6.2
Vztah tloušťky třísky h a úhlu nastavení κ

Pronikání ostří se dá poněkud zlepšit řezání tahem pomocí loupacího výstružníku, který se vytváří velkým záporným úhlem sklonu.



3 Síly, kroutící moment a potřebný výkon při vystružování

Při vystružování se vznikající síly nedají, resp. dají jen velmi nejistě určit výpočtem pomocí specifických řezných sil k_c . Síly pro odvádění třísek jsou několikanásobně nižší než třecí síly, resp. síly, které mohou vznikat v otvoru. **Celkové síly** při vystružování se mohou zjišťovat pomocí **měření kroutícího momentu**.

Řezný výkon P_c pak plyne podobně jako u vrtání a zahlubování ze vzorce:

$$P_c = \frac{M_d \cdot n}{9554}$$

P_c řezný výkon [kW] (rov. 3.15)
 M_d kroutící moment [Nm] (určeno experimentálně)
 n počet otáček [min^{-1}]

4 Výpočet času obrábění při vystružování

Pro vystružování platí stejné formální vztahy jako pro vrtání a zahlubování. Platí tedy:

$$t_h \approx \frac{L}{f \cdot n}$$

t_h čas obrábění [min] (rov. 3.18)
 L celková dráha [mm]
 f posuv [mm/ot.]
 n počet otáček [min^{-1}]

Při vystružování je třeba obzvlášť myslet na to, že **zpětný chod** probíhá většinou se stejnou rychlostí jako chod vpřed, a proto je nutné brát v úvahu vedlejší čas t_n , který je zahrnut v hodnotě času obrábění t_h .

Pro vystružování se stanovuje dráha náběhu l_a a dráha přeběhu l_u následujícím způsobem:

$$l_a + l_u \approx D$$

D průměr výstružníku

Celková dráha L je tedy dána vztahem k:

$$L = l + l_a + l_u = l + D$$

L celkové dráze [mm] (rov. 6.1)
 l tloušťce obrobku [mm]
 D průměru výstružníku [mm]

5 Provedení výstružníků

Provedení výstružníků mohou být velmi rozdílná. Velké výstružníky mohou být vyrobeny jako **nástrčné**, zatímco speciální účely použití vyžadují např. **výstružníky na nýtové otvory** nebo **tryskové výstružníky**.

5.1 Ruční výstružníky

Ruční výstružníky mají mimořádně dlouhá vedení. Šroubovice může být použita u průchozích otvorů, mají-li být třísky odváděny směrem dolů. Počet břitů je většinou sudý (4 až 18 v závislosti na průměru). U variabilních tolerančních polí se mohou používat nastavitelné ruční výstružníky.

5.2 Strojní výstružníky

Strojní výstružníky mají kratší ostří než ruční výstružníky. Rovněž se samy zavádějí do otvoru pomocí svých vodicích faset (dokulata nabroušené vedlejší břity). Směr břitů může být rovný nebo může mít nástroj lehkou levou šroubovici, resp. silnou loupací šroubovici (viz obr. 6.3).

Levá šroubovice vytváří lepší jakost povrchu, ale vyžaduje volný odchod třísek, takže se dá jen omezeně používat pro slepé otvory.

Loupací šroubovice se hodí pro velké posuvy, především v měkkých materiálech.



Obr. 6.3 Strojní výstružníky

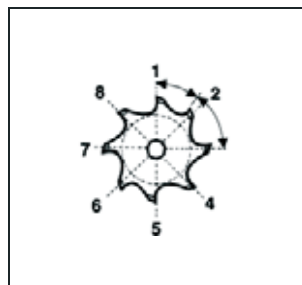


NC výstružníky mají průměr dířku určený pro standardizované upnutí, speciálně v hydraulických sklíčidlech (HD) a vysoce přesných upínacích pouzdrech (HG). Tím se dosahuje maximální přesnosti házivosti a procesové bezpečnosti při výrobě lícování. Při používání NC výstružníků GARANT již není nutné shánět speciální objímky.



Obr. 6.4 NC výstružník GARANT se středícím hrotem

Při **nerovnoměrném rozdělení** jsou břity vždy po dvou přesně proti sobě (obr. 6.5). Díky tomu je otvor zcela okrouhlý a bez nepravidelností. Válcová fazetka na ostřích vyhlazuje otvor a vede výstružník.



Obr. 6.5 Sudý počet zubů s nestejnou roztečí

5.3 Kuželové výstružníky

U **kuželových výstružníků** se hlavní břity rozprostírají po celém povrchu pláště kuželu. Vedlejší břity v původním smyslu zde nejsou. Nástroje mohou být v zásadě rovné nebo šroubovitě.

Pro vytváření **hrubých tvarů** se hodí **loupací výstružníky** (např. loupací výstružníky na otvory kuželových kolíků). Aby třísky mohly odcházet zužujícím se otvorem, musí se výstružníky častěji vytahovat.



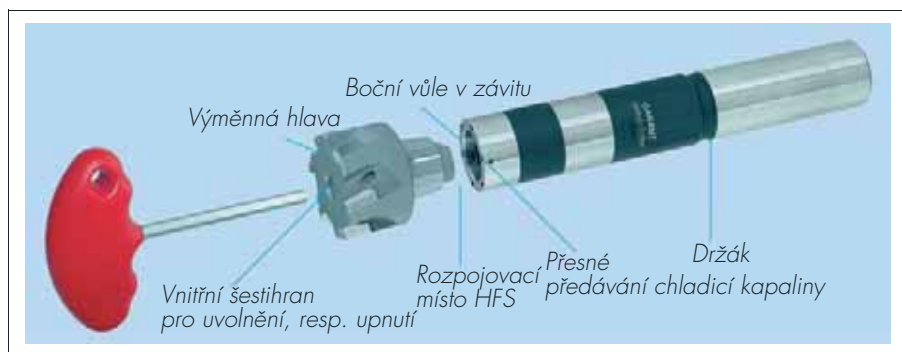
Obr. 6.6 Loupací výstružník na otvory kuželových kolíků

Pro **konečné úpravy** je kvůli jakosti otvoru lépe vhodný **rovně drážkovaný výstružník**.

5.4 Vysoce výkonný systém výstružníku s výměnnou hlavou

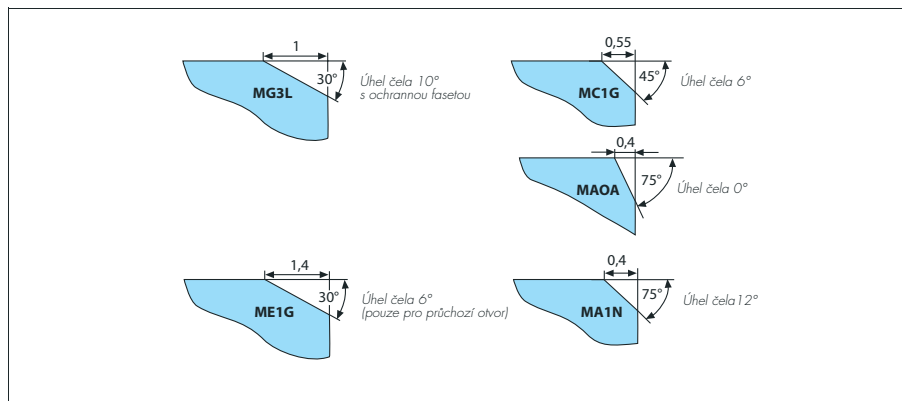
Vysoce výkonný systém výstružníku s výměnnou hlavou je modulárně sestavený systém s maximální přesností výměny ($\leq 3 \mu\text{m}$), protože místo oddělení HFS bylo zkonstruováno na základě znalostí míst řezu HSK (viz. též kapitola "Upnutí"). Vysoká tuhost díky přiléhání čelních ploch umožňuje přenos vysokých sil a kroutících momentů při mimořádně vysokých otáčkách.

Výhoda spočívá ve velmi snadné výměně hlav, i když je držák nasazený nebo upnutý v upínacím pouzdře. Výměna se provádí pomocí integrovaného závitového vřetená na místě oddělení. S tímto systémem lze hospodárně vyrábět především lícování v sériové výrobě při vysoké bezpečnosti procesů a s velmi vysokými řeznými hodnotami (viz tabulka 6.10).



Obr. 6.7 Vysoce výkonný systém výstružníku s výměnnou hlavou GARANT

Na následujícím obrázku jsou znázorněny různé geometrie náběhu.



Obr. 6.8 Geometrie náběhu pro vysoce výkonný systém výstružníku s výměnnou hlavou GARANT



6 Dosažitelné tolerance vrtání a jakosti povrchu

Tabulka 6.1 udává dosažitelné tolerance ISO při použití spirálových vrtáků s dvěma břity ve srovnání s tříbřitými skládanými vrtáky, navrtáváky a vícebřitými výstružníky. Především **spirálové vrtáky** z HSS s dvěma břity se jen nedokonale zavádějí. Menší nesymetrie na břitech vedou k chybám tvaru a k nadměrným rozměrům (IT 11 až IT 13, modrá). Dalšího zlepšení se dá dosáhnout s použitím spirálových vrtáků z TK (do IT 8, červená). Nástroje s třemi břity (**záhlubníky, navrtáváky**) naproti tomu dosahují zhruba o jednu třídu tolerance lepší jakosti díky svému rovnoměrnému zavádění do otvoru (IT 10 až IT 12 pro HSS a do IT 7 pro TK). Podstatného zlepšení tvaru a přesnosti se dosahuje s použitím **vícebřitých výstružníků**. Díky většímu počtu břitů a použití nejmenších hloubek řezu se značně vylepšuje vedení a výrazně klesají síly, které vytlačují nástroj ze středové polohy (pro HSS IT 6 až IT 9, pro TK výstružníky do IT 5).

Tolerance ISO	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13
Typ nástroje									
Spirálový vrták									
Skládaný vrták									
Výhrubník									
Výstružník									

Tabulka 6.1 Dosažitelné tolerance vrtání s různými nástroji

Dosažitelná jakost povrchu závisí na různých vlivech. Mezi ovlivňující faktory patří samotný nástroj se svými úhly, počtem břitů a jejich ostrostí, ale také podmínky použití dané obráběným materiálem, řeznými podmínkami (v_c a f) a jakostí předběžného obrobení, stejně jako kvalita použitého obráběcího stroje. Proto se u vystružování vyskytuje poměrně široké pásmo drsnosti povrchu **od 2 μm do 15 μm** . **Směr a poloha** se vystružováním **nedají** vylepšit, protože výstružník je centrován předvrtaným otvorem. Čím vyšší jakost předvrtaného otvoru, tím lepší je výsledek vystružování.

R_z v μm	3	4	5	6	7	10	20	40	50	70	90
Typ nástroje											
Spirálový vrták											
Skládaný vrták											
Výhrubník											
Výstružník											

Tabulka 6.2 Dosažitelné jakosti povrchu s různými nástroji

7 Návod k odstraňování poruch

Označení							Porucha
1							Příliš velký průměr
2							Příliš malý průměr
3							Kónický otvor
4							Neokrouhlý otvor
5							Špatná jakost povrchu
6							Výstružník vážne
7							Výstružník se vylamuje
1	2	3	4	5	6	7	Náprava
							Zkontrolujte soustřednost obrobu a nástroje
							Obvodové házení výstružníku
							Obvodové házení upínacího přípravku
							Obvodové házení vřetena
							Snižte řeznou rychlost
							Zvyšte řeznou rychlost
							Snižte posuv
							Zvyšte posuv
							Použijte řezný olej nebo "mastnější" chladicí kapalinu
							Příliš "mastná" chladicí kapalina
							Zkontrolujte geometrii nástroje
							Chybný náběh
							Opotřebení nástroje
							Příliš nízký přídavek na obrábění
							Použijte loupací výstružník (materiál má sklon ke svírání)
							Vyberte povlak

Tabulka 6.3 Odstraňování chyb při výstružování



8 Orientační hodnoty pro používání výstružníků

8.1 Tolerance a lícování

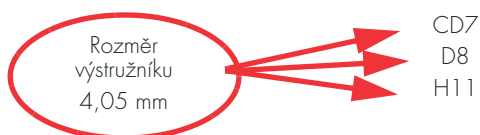
Aby bylo možné efektivně využívat existující výstružníky, je nutné znát příslušná výrobitelná lícování. V následující tabulce jsou uvedena lícování pro strojní výstružníky 1/100.

Práce s tabulkou je popsána na následujícím příkladu:

1. Výstružník: Rozměr 4,05 mm
 2. Určení lícování pro výstružník 4,05 mm
- Označte v tabulce všechny hodnoty 4,05
 - V záhlaví sloupce najdete odpovídající lícování

C8	C9	C10	C11	CD7	D7	D8	D9	D10	D11
1,07	1,07	1,08	1,10	1,04	1,02	1,03	–	1,04	1,06
2,07	2,07	2,08	2,10	2,04	2,02	2,03	–	2,04	2,06
3,07	3,07	3,08	3,10	3,04	3,02	3,03	–	3,04	3,06
4,08	4,09	–	–	4,05	4,04	4,04	4,05	4,06	4,08
5,08	5,09	–	–	5,05	5,04	5,04	5,05	5,06	5,08
6,08	6,09	–	–	6,05	6,04	6,04	6,05	6,06	6,08
7,09	7,10	–	–	7,06	7,05	7,05	7,06	7,08	7,10
8,09	8,10	–	–	8,06	8,05	8,05	8,06	8,08	8,10
9,09	9,10	–	–	9,06	9,05	9,05	9,06	9,02	9,10
10,09	10,10	–	–	10,06	10,05	10,05	10,06	10,08	10,10
–	–	–	–	–	11,06	–	11,08	11,10	–
–	–	–	–	–	12,06	–	12,08	12,10	–
H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	J6	J7
1,00	–	1,01	–	1,02	1,04	1,06	1,09	1,00	1,00
2,00	–	2,01	–	2,02	2,04	2,06	2,09	2,00	2,00
3,00	–	3,01	–	3,02	3,04	3,06	3,09	3,00	3,00
4,00	–	4,01	4,02	4,03	4,05	4,08	–	4,00	4,00
5,00	–	5,01	5,02	5,03	5,05	5,08	–	5,00	5,00
6,00	–	6,01	6,02	6,03	6,05	6,08	–	6,00	6,00
7,00	7,01	7,01	7,02	7,04	7,06	7,10	–	7,00	7,00
8,00	8,01	8,01	8,02	8,04	8,06	8,10	–	8,00	8,00
9,00	9,01	9,01	9,02	9,04	9,06	9,10	–	9,00	9,00
10,00	10,01	10,02	10,02	10,04	10,06	10,10	–	10,00	10,00
–	11,01	11,02	11,03	11,05	11,07	–	–	11,00	11,00
–	12,01	12,02	12,03	12,05	12,07	–	–	12,00	12,00
N8	P6	P7	P8	R6	R7	S6	S7	U6	U7
0,99	0,99	0,99	0,99	–	–	0,98	0,98	0,98	0,98
1,99	1,99	1,99	1,99	–	–	1,98	1,98	1,98	1,98

Tak mohou být s tímto výstružníkem vyrobena následující lícování:



Katalogové číslo 16 3180; 16 4180

C8	C9	C10	C11	CD7	D7	D8	D8	D10	D11	D12	E7	E8	E9	EF8	F7	F8	F9	F10	G6	G7	H5
1,07	1,07	1,08	1,10	1,04	1,02	1,03	–	1,04	1,06	1,08	1,02	1,02	1,03	1,02	1,01	1,01	1,02	–	–	1,01	1,00
2,07	2,07	2,08	2,10	2,04	2,02	2,03	–	2,04	2,06	2,08	2,02	2,02	2,03	2,02	2,01	2,01	2,02	–	–	2,01	2,00
3,07	3,07	3,08	3,10	3,04	3,02	3,03	–	3,04	3,06	3,08	3,02	3,02	3,03	3,02	3,01	3,01	3,02	–	–	3,01	3,00
4,08	4,09	–	–	4,05	4,04	4,04	4,05	4,06	4,08	4,10	–	4,03	4,04	4,03	–	4,02	4,03	4,04	4,01	4,01	4,00
5,08	5,09	–	–	5,05	5,04	5,05	5,06	5,08	5,10	–	–	5,03	5,04	5,03	–	5,02	5,03	5,04	5,01	5,01	5,00
6,08	6,09	–	–	6,05	6,04	6,04	6,05	6,06	6,08	6,10	–	6,03	6,04	6,03	–	6,02	6,03	6,04	6,01	6,01	6,00
7,09	7,10	–	–	7,06	7,05	7,06	7,06	7,08	7,10	–	7,03	7,04	7,05	7,03	7,02	7,03	–	7,05	7,01	7,01	7,00
8,09	8,10	–	–	8,06	8,05	8,06	8,06	8,08	8,10	–	8,03	8,04	8,05	8,03	8,02	8,03	–	8,05	8,01	8,01	8,00
9,09	9,10	–	–	9,06	9,05	9,06	9,06	9,02	9,10	–	9,03	9,04	9,05	9,02	9,03	–	9,05	9,01	9,01	9,01	9,00
10,09	10,10	–	–	10,06	10,05	10,06	10,06	10,08	10,10	–	10,03	10,04	10,05	10,03	10,02	10,03	–	10,05	10,01	10,01	10,00
–	–	–	–	–	11,06	–	–	11,08	11,10	–	–	11,04	11,05	11,06	–	–	11,03	11,04	11,06	11,01	–
–	–	–	–	–	12,06	–	–	12,08	12,10	–	–	12,04	12,05	12,06	–	–	12,03	12,04	12,06	12,01	–
H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	J6	J7	J8	J57	J58	J59	K6	K7	K8	M6	M7	M8	N6	N7
1,00	–	1,01	–	1,02	1,04	1,06	1,09	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	–	–	–	–	–	0,99	0,99	0,99
2,00	–	2,01	–	2,02	2,04	2,06	2,09	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	–	–	–	–	–	1,99	1,99	1,99
3,00	–	3,01	–	3,02	3,04	3,06	3,09	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	–	–	–	–	–	2,99	2,99	2,99
4,00	–	4,01	4,02	4,03	4,05	4,08	–	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,99	–	3,99	3,99	3,99
5,00	–	5,01	5,02	5,03	5,05	5,08	–	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,99	–	4,99	4,99	4,99
6,00	–	6,01	6,02	6,03	6,05	6,08	–	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,99	–	5,99	5,99	5,99
7,00	7,01	7,01	7,02	7,04	7,06	7,10	–	7,00	7,00	7,00	7,00	–	–	–	7,00	7,00	6,99	6,99	–	–	6,99
8,00	8,01	8,01	8,02	8,04	8,06	8,10	–	8,00	8,00	8,00	8,00	–	–	–	8,00	8,00	7,99	7,99	–	–	7,99
9,00	9,01	9,01	9,02	9,04	9,06	9,10	–	9,00	9,00	9,00	9,00	–	–	–	9,00	9,00	8,99	8,99	–	–	8,99
10,00	10,01	10,02	10,02	10,04	10,06	10,10	–	10,00	10,00	10,00	10,00	–	–	–	10,00	10,00	9,99	9,99	–	–	9,99
–	–	11,01	11,02	11,03	11,05	11,07	–	11,00	11,00	11,00	11,00	–	–	–	11,00	11,00	10,99	10,99	–	–	10,99
–	–	12,01	12,02	12,03	12,05	12,07	–	12,00	12,00	12,00	12,00	–	–	–	12,00	12,00	11,99	11,99	–	–	11,99
N8	P6	P7	P8	R6	R7	S6	S7	U6	U7	X7	X8	X9	Z7	Z8	Z9	Z10	ZA7	ZA8	ZA9	ZB8	ZB9
0,99	0,99	0,99	0,99	–	–	0,98	0,98	0,98	0,98	–	0,97	0,97	0,97	0,97	–	–	0,96	0,96	–	0,95	0,95
1,99	1,99	1,99	1,99	–	–	1,98	1,98	1,98	1,98	–	1,97	1,97	1,97	1,97	–	–	1,96	1,96	–	1,95	1,95
2,99	2,99	2,99	2,99	–	–	2,98	2,98	2,98	2,98	–	2,97	2,97	2,97	2,97	–	–	2,96	2,96	–	2,95	2,95
3,99	–	–	3,98	–	–	3,98	3,98	–	–	3,97	–	3,96	3,96	3,96	3,95	3,95	3,96	–	–	3,94	3,94
4,99	–	–	4,98	–	–	4,98	4,98	–	–	4,97	–	4,96	4,96	4,96	4,95	4,95	4,96	–	–	4,94	4,94
5,99	–	–	5,98	–	–	5,98	5,98	–	–	5,97	–	5,96	5,96	5,96	5,95	5,95	5,96	–	–	5,94	5,94
6,99	–	–	–	–	6,98	6,98	–	–	6,97	6,97	–	6,96	6,95	6,95	6,95	–	6,94	6,94	6,94	–	6,92
7,99	–	–	–	–	7,98	7,98	–	–	7,97	7,97	–	7,96	7,95	7,95	7,95	–	7,94	7,94	7,94	–	7,92
8,99	–	–	–	–	8,98	8,98	–	–	8,97	8,97	–	8,96	8,95	8,95	8,95	–	8,94	8,94	8,94	–	8,92
9,99	–	–	–	–	9,98	9,98	–	–	9,97	9,97	–	9,96	9,95	9,95	9,95	–	9,94	9,94	9,94	–	9,92
10,99	10,98	10,98	10,97	–	–	10,97	10,97	–	–	10,96	10,95	–	10,95	10,94	–	10,93	–	10,93	–	10,90	10,90
11,99	11,98	11,98	11,97	–	–	11,97	11,97	–	–	11,96	11,95	–	11,95	11,94	–	11,93	–	11,93	–	11,90	11,90

Tabulka 6.4 Licování pro strojní výstružník 1/100



8.2 Určení přídatku na stružení

Hloubka řezu se vybírá v závislosti na průměru a nástroji jako **přídavek na obrábění pro vystružování** (tabulka 6.5). Tak je např. nutné při předvrtání 20 mm otvoru v oceli zvolit přídavek na obrábění 0,2 mm, což odpovídá hloubce řezu 0,1 mm. Hloubka řezu přitom musí zaručovat drsnost povrchu a hodnotu, která odpovídá minimální tloušťce třísky při vystružování h_{\min} (viz předcházející text).

Materiál - skupina	Rozsah průměrů otvoru [mm]				
	3 až 5	5 až 10	10 až 20	20 až 30	30 až 50
1.0/ 1.1/ 2.0/ 3.0/ 5.0/ 8.0/ 13.0/ 13.1/	0,1 – 0,2	0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5
2.1/ 3.1/ 3.2/ 4.0/ 4.1/ 6.0/ 6.1/ 7.0/ 7.1/ 8.1/ 8.2/ 9.0/ 13.2/ 13.3/ 14.0	0,1 – 0,2	0,2	0,2	0,3	0,3 – 0,4
15.0/ 15.1	0,1 – 0,2	0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5
15.2/ 15.3	0,1 – 0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
19.0	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5	0,5
19.1/19.2/ 19.3/ 19.4/ 19.5/ 19.6	0,1 – 0,2	0,2	0,2 – 0,3	0,3	0,3 – 0,4
17.0/ 17.1/ 17.2/ 18.0	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5	0,5

Tabulka 6.5 Přídavky na stružení pro práci s pevnými výstružníky z HSS

Při použití **loupacích výstružníků** se hodnoty v tabulce 6.5 musí zvýšit nejméně o 50%. U výstružníků s drážkovaným tělem nebo se vsazenými noži je třeba zmenšit přídavek na stružení. Přídavky uvedené v tabulce platí pro otvor, který má být vystružen v jednom pracovním cyklu s použitím pevných výstružníků z HSS.

Při použití **výstružníků osazených tvrdokovem** platí přídavky na stružení uvedené v tabulce 6.6.

Materiál - skupina	Rozsah průměrů otvoru [mm]				
	3 až 5	5 až 10	10 až 20	20 až 30	30 až 50
1.0/ 1.1/ 2.0/ 2.1/ 3.0/ 3.1/ 3.2/ 4.0/ 4.1/ 5.0/ 6.0/ 6.1/ 7.0/ 7.1/ 8.0/ 8.1/ 8.2/ 9.0/ 13.0/ 13.1/ 13.2/	0,12 – 0,2	0,12 – 0,25	0,25 – 0,3	0,3 – 0,35	0,35 – 0,45
10.0/ 10.1/ 10.2/ 11.0/ 11.1/ 12.0/ 13.3/ 14.0/	0,1	0,1	0,1 – 0,15	0,1 – 0,2	0,15 – 0,2
15.0/ 15.1/15.2/ 15.3/ 16.0/ 16.1	0,15 – 0,25	0,15 – 0,25	0,25 – 0,3	0,3 – 0,4	0,5
17.0/ 17.1/ 17.2/ 18.0/ 19.0/ 19.1/19.2/ 19.3/ 19.4/ 19.5/ 19.6	0,15 – 0,25	0,15 – 0,3	0,3 – 0,35	0,35 – 0,45	0,45 – 0,55

Tabulka 6.6 Přídavky na stružení pro práci s výstružníky osazenými tvrdokovem

8.3 Práce s tabulkami orientačních hodnot na příkladu

Obráběcí práce:

Vystružování otvorů o průměru $D = 10 \text{ mm}$ v materiálu X210Cr12.

Postup:

1. Výběr výstružníku z hlavního katalogu

Ho-č. 16 3500

$D = 10 \text{ mm}$

2. Výběr materiálové skupiny (kapitola "Materiály", odstavec 1)

Mat. skup. 8.2

3. Výběr řezných parametrů:

- 3.1 Výběr tabulky použitých hodnot

Tabulka 6.8

Nástroj 16 3500 → Strojní výstružník HSS/E (potažený TiN)

- 3.2 Výběr řezných parametrů

Skupina Materiálu	Označení materiálu	Pevnost [N/mm²]	vc [m/min]			Ø 5			Ø 8			Ø 10			Ø 15		
			min.	Start	max.	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	
						(mm/U)	(1/min)	(mm/min)	(mm/U)	(1/min)	(mm/min)	(mm/U)	(1/min)	(mm/min)	(mm/U)	(1/min)	(mm/min)
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	14	-	15	-	0,15	955	143	0,20	597	116	0,23	477	107	0,30	218
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 - 850	8	-	9,5	-	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68	0,30	202
2.0	Automatové oceli	< 850	8	-	9,5	-	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68	0,30	202
2.1	Automatové oceli	850 - 1000	5	-	7	-	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33	0,23	149
3.0	Nelegované oceli k zúšlechťení	< 700	11	-	12	-	0,15	764	115	0,20	477	93	0,23	382	86	0,30	255
3.1	Nelegované oceli k zúšlechťení	700 - 850	8	-	9,5	-	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68	0,30	202
3.2	Nelegované oceli k zúšlechťení	850 - 1000	5	-	7	-	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33	0,23	149
4.0	Legované oceli k zúšlechťení	850 - 1000	4	-	5	-	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24	0,23	106
4.1	Legované oceli k zúšlechťení	1000 - 1200	4	-	5	-	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24	0,23	106
5.0	Nelegované cementační oceli	< 750	8	-	9,5	-	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68	0,30	202
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	5	-	7	-	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33	0,23	149
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	4	-	5	-	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24	0,23	106
7.0	Nitridační oceli	< 1000	5	-	7	-	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33	0,23	149
7.1	Nitridační oceli	> 1000	4	-	5	-	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24	0,23	106
8.0	Nástrojové oceli	< 850	8	-	9,5	-	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68	0,30	202
8.1	Nástrojové oceli	850 - 1100	5	-	7	-	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33	0,23	149
8.2	Nástrojové oceli	1100 - 1400	4	-	5	-	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24	0,23	106
9.0	Rychlořezné oceli	830 - 1200	5	-	7	-	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33	0,23	149
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Řezná rychlost:

Počáteční hodnota $v_c = 5 \text{ m/min}$ Rozsah:

4 ... 7 m/min

Posuv:

$f = 0,15 \text{ mm/ot.}$

Počet otáček:

$n = 159 \text{ ot./min}$

Rychlost posuvu:

$v_f = 24 \text{ mm/min}$



Tabulka 6.7 Strojní výstružníky GARANT (HSS/E)

Katalogové číslo 162900; 162920; 163000; 163180; 163320; 164000; 164180; 164300
DIN 208; 212; podniková norma

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	v _c [m/min]			Ø 5			Ø 8			Ø 10		
			min.	počátek	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	v _f [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	v _f [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	v _f [mm/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	10	–	11	–	12	0,10 700 70	0,13 438 57	0,15 350 53				
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	6	–	7	–	8	0,10 446 45	0,13 279 36	0,15 223 33				
2.0	Automatové oceli	< 850	6	–	7	–	8	0,10 446 45	0,13 279 36	0,15 223 33				
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	4	–	5	–	6	0,08 318 25	0,10 199 20	0,10 159 16				
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	8	–	9	–	10	0,10 573 57	0,13 358 47	0,15 286 43				
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	6	–	7	–	8	0,10 446 45	0,13 279 36	0,15 223 33				
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	4	–	5	–	6	0,08 318 25	0,10 199 20	0,10 159 16				
4.0	Nelegovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	3	–	4	–	5	0,08 255 20	0,10 159 16	0,10 127 13				
4.1	Nelegovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	3	–	4	–	5	0,08 255 20	0,10 159 16	0,10 127 13				
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	6	–	7	–	8	0,10 446 45	0,13 279 36	0,15 223 33				
6.0	Nelegovaná cementační ocel	< 1000	4	–	5	–	6	0,08 318 25	0,10 199 20	0,10 159 16				
6.1	Nelegovaná cementační ocel	> 1000	3	–	4	–	5	0,08 255 20	0,10 159 16	0,10 127 13				
7.0	Nitridační oceli	< 1000	4	–	5	–	6	0,08 318 25	0,10 199 20	0,10 159 16				
7.1	Nitridační oceli	> 1000	3	–	4	–	5	0,08 255 20	0,10 159 16	0,10 127 13				
8.0	Nástrojové oceli	< 850	6	–	7	–	8	0,10 446 20	0,13 279 36	0,15 223 33				
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	4	–	5	–	6	0,08 318 25	0,10 199 20	0,10 159 16				
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	3	–	4	–	5	0,08 255 20	0,10 159 16	0,10 127 13				
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	4	–	5	–	6	0,08 318 25	0,10 199 20	0,10 159 16				
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC		–										
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC		–										
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC		–										
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	3	–	4	–	5	0,08 255 20	0,10 159 16	0,10 127 13				
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800		–										
12.0	Pružinové oceli	< 1500	3	–	4	–	5	0,08 255 20	0,10 159 16	0,10 127 13				
13.0	Nerez oceli síténé	< 700	6	–	7	–	8	0,10 446 45	0,13 279 36	0,15 223 33				
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	6	–	7	–	8	0,10 446 45	0,13 279 36	0,15 223 33				
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	4	–	5	–	6	0,08 318 25	0,10 199 20	0,10 159 16				
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	4	–	5	–	6	0,08 318 25	0,10 199 20	0,10 159 16				
14.0	Speciální slitiny	< 1200	3	–	4	–	5	0,08 255 20	0,10 159 16	0,10 127 13				
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	8	–	9	–	10	0,18 573 103	0,20 358 72	0,23 286 66				
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	4	–	5	–	6	0,12 318 38	0,15 199 30	0,17 159 27				
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	8	–	9	–	10	0,18 573 103	0,20 358 72	0,23 286 66				
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	6	–	7	–	8	0,15 446 67	0,18 279 50	0,20 223 45				
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	4	–	5	–	6	0,08 318 25	0,10 199 20	0,10 159 16				
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	4	–	5	–	6	0,08 318 25	0,10 199 20	0,10 159 16				
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	15	–	18	–	20	0,15 1146 172	0,18 716 129	0,20 573 115				
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	10	–	13	–	15	0,15 828 124	0,18 517 93	0,20 414 83				
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	10	–	11	–	12	0,15 700 105	0,18 438 79	0,20 350 70				
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny			–										
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	8	–	10	–	12	0,15 637 95	0,18 398 72	0,20 318 64				
19.1	Mosaz, tvářící krátké třísky	< 600	12	–	13	–	14	0,20 828 166	0,25 517 129	0,30 414 124				
19.2	Mosaz, tvářící dlouhé třísky	< 600	10	–	11	–	12	0,20 700 140	0,25 438 109	0,30 350 105				
19.3	Bronz, tvářící krátké třísky	< 600	12	–	13	–	14	0,20 828 166	0,25 517 129	0,30 414 124				
19.4	Bronz, tvářící krátké třísky	650 – 850	12	–	13	–	14	0,20 828 166	0,25 517 129	0,30 414 124				
19.5	Bronz, tvářící dlouhé třísky	< 850	10	–	11	–	12	0,20 700 140	0,25 438 109	0,30 350 105				
19.6	Bronz, tvářící dlouhé třísky	850 – 1200	10	–	11	–	12	0,20 700 140	0,25 438 109	0,30 350 105				
20.0	Grafit		8	–	9	–	10	0,18 573 103	0,20 358 72	0,23 286 66				
21.0	Termoplasty a duroplasty			–										
21.1	GFK a CFK			–										



Ø 15			Ø 20			Ø 25			Ø 30			Ø 40			Ø 50			Chladičí a mazací kapalina
f	n	v _f	f	n	v _f	f	n	v _f	f	n	v _f	f	n	v _f	f	n	v _f	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,20	233	47	0,25	175	44	0,25	140	35	0,30	117	35	0,35	88	31	0,40	70	28	Řepk. ol. / emulze
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Řepk. ol. / emulze
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Řepk. ol. / emulze
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Řepk. ol. / emulze
0,20	191	38	0,25	143	36	0,25	115	29	0,30	95	29	0,35	72	25	0,40	57	23	Řepk. ol. / emulze
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Řepk. ol. / emulze
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Řepk. ol. / emulze
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Řepk. ol. / emulze
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Řepk. ol. / emulze
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Řepk. ol. / emulze
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Řepk. ol. / emulze
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Řepk. ol. / emulze
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Řepk. ol. / emulze
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Řepk. ol. / emulze
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Řepk. ol. / emulze
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Řepk. ol. / emulze
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Řepk. ol. / emulze
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Řepk. ol. / emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Emulze
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Emulze
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	Emulze
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Emulze
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Emulze
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	Emulze
0,25	191	48	0,30	143	43	0,30	115	34	0,35	95	33	0,40	72	29	0,58	57	33	Nasucho/řepk. olej
0,20	106	21	0,25	80	20	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Nasucho/řepk. olej
0,25	191	48	0,30	143	43	0,30	115	34	0,35	95	33	0,40	72	29	0,58	57	33	Nasucho / emulze
0,20	149	30	0,25	111	28	0,30	89	27	0,35	74	26	0,40	56	22	0,40	45	18	Nasucho / emulze
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Emulze
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	Emulze
0,25	382	95	0,30	286	86	0,30	229	69	0,35	191	67	0,40	143	57	0,40	115	46	Emulze
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,40	83	33	Emulze
0,25	233	58	0,30	175	53	0,30	140	42	0,35	117	41	0,40	88	35	0,40	70	28	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,45	64	29	Emulze
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	Nasucho / emulze
0,35	233	82	0,40	175	70	0,40	140	56	0,45	117	53	0,50	88	44	0,60	70	42	Nasucho / emulze
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	Nasucho / emulze
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	Nasucho / emulze
0,35	233	82	0,40	175	70	0,40	140	56	0,45	117	53	0,50	88	44	0,60	70	42	Nasucho / emulze
0,35	233	82	0,40	175	70	0,40	140	56	0,45	117	53	0,50	88	44	0,60	70	42	Nasucho / emulze
0,25	191	48	0,30	143	43	0,30	115	34	0,35	95	33	0,40	72	29	0,58	57	33	Nasucho
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



Tabulka 6.8 Strojní výstružníky GARANT HSS/E (povlakované TiN)

Katalogové číslo 163500; 163600

DIN 208; 212

Počet zubů

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	v _c [m/min]			Ø 5			Ø 8			Ø 10				
			min.	Počátek	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	v _f [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	v _f [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	v _f [mm/min]		
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	14	–	15	–	16	0,15	955	143	0,20	597	116	0,23	477	107
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	8	–	9,5	–	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
2.0	Automatové oceli	< 850	8	–	9,5	–	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	11	–	12	–	14	0,15	764	115	0,20	477	93	0,23	382	86
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	8	–	9,5	–	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	4	–	5	–	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	4	–	5	–	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	8	–	9,5	–	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	379	42	0,15	223	33
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	4	–	5	–	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
7.0	Nitridační oceli	< 1000	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
7.1	Nitridační oceli	> 1000	4	–	5	–	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
8.0	Nástrojové oceli	< 850	8	–	9,5	–	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	4	–	5	–	7	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	4	–	5	–	7	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
12.0	Pružinové oceli	< 1500	4	–	5	–	7	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
13.0	Nerezové oceli síténé	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
13.1	Nerezové oceli - austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
14.0	Speciální slitiny	< 1200	4	–	5	–	7	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	11	–	12	–	14	0,27	764	206	0,30	477	143	0,35	382	132
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	5	–	7	–	9	0,18	446	80	0,23	279	63	0,26	223	57
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	11	–	12	–	14	0,27	764	206	0,30	477	143	0,35	382	132
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	8	–	9,5	–	11	0,23	605	136	0,27	378	102	0,30	302	91
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	5	–	7	–	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	11	–	14	–	16	0,23	891	201	0,27	557	150	0,30	446	134
19.1	Mosaz, tvářicí krátké třísky	< 600	16	–	18	–	19	0,30	1146	344	0,38	716	269	0,45	573	258
19.2	Mosaz, tvářicí dlouhé třísky	< 600	14	–	15	–	16	0,30	955	286	0,38	597	224	0,45	477	215
19.3	Bronz, tvářicí krátké třísky	< 600	16	–	18	–	19	0,30	1146	344	0,38	716	269	0,45	573	258
19.4	Bronz, tvářicí krátké třísky	650 – 850	16	–	18	–	19	0,30	1146	344	0,38	716	269	0,45	573	258
19.5	Bronz, tvářicí dlouhé třísky	< 850	14	–	15	–	16	0,30	955	286	0,38	597	224	0,45	477	215
19.6	Bronz, tvářicí dlouhé třísky	850 – 1200	14	–	15	–	16	0,30	955	286	0,38	597	224	0,45	477	215
20.0	Grafit		11	–	12	–	14	0,27	764	206	0,30	477	143	0,35	382	132
21.0	Termoplasty a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	



Ø 15			Ø 20			Ø 25			Ø 30			Ø 40			Ø 50			Chladičí a mazací kapalina
f	n	v _f	f	n	v _f	f	n	v _f	f	n	v _f	f	n	v _f	f	n	v _f	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,30	318	95	0,38	239	90	0,38	191	72	0,45	159	72	0,53	119	63	0,60	95	57	Řepk. ol. / emulze
0,30	202	60	0,38	151	57	0,38	121	45	0,45	101	45	0,53	76	40	0,60	60	36	Řepk. ol. / emulze
0,30	202	60	0,38	151	57	0,38	121	45	0,45	101	45	0,53	76	40	0,60	60	36	Řepk. ol. / emulze
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Řepk. ol. / emulze
0,30	255	76	0,38	191	72	0,38	153	57	0,45	127	57	0,53	95	50	0,60	76	46	Řepk. ol. / emulze
0,30	202	60	0,38	151	57	0,38	121	45	0,45	101	45	0,53	76	40	0,60	60	36	Řepk. ol. / emulze
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Řepk. ol. / emulze
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Řepk. ol. / emulze
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Řepk. ol. / emulze
0,30	202	60	0,38	151	57	0,38	121	45	0,45	101	45	0,53	76	40	0,60	60	36	Řepk. ol. / emulze
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	53	33	0,53	40	29	0,60	32	27	Řepk. ol. / emulze
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	74	24	0,53	56	21	0,60	45	19	Řepk. ol. / emulze
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Řepk. ol. / emulze
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Řepk. ol. / emulze
0,30	202	60	0,38	151	57	0,38	121	45	0,45	101	45	0,53	76	40	0,60	60	36	Řepk. ol. / emulze
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Řepk. ol. / emulze
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Řepk. ol. / emulze
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Řepk. ol. / emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	Emulze
0,38	255	95	0,45	191	86	0,45	153	69	0,53	127	67	0,60	95	57	0,87	76	66	Nasucho/řepk olej
0,30	149	45	0,38	111	42	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Nasucho/řepk olej
0,38	255	95	0,45	191	86	0,45	153	69	0,53	127	67	0,60	95	57	0,87	76	66	Nasucho / emulze
0,30	202	60	0,38	151	57	0,45	121	54	0,53	101	53	0,60	76	45	0,60	60	36	Nasucho / emulze
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Emulze
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Emulze
0,38	297	111	0,45	223	100	0,45	178	80	0,53	149	78	0,60	111	67	0,68	89	60	Emulze
0,53	382	201	0,60	286	172	0,60	229	138	0,68	191	129	0,75	143	107	0,90	115	103	Nasucho / emulze
0,53	318	167	0,60	239	143	0,60	191	115	0,68	159	107	0,75	119	90	0,90	95	86	Nasucho / emulze
0,53	382	201	0,60	286	172	0,60	229	138	0,68	191	129	0,75	143	107	0,90	115	103	Nasucho / emulze
0,53	382	201	0,60	286	172	0,60	229	138	0,68	191	129	0,75	143	107	0,90	115	103	Nasucho / emulze
0,53	318	167	0,60	239	143	0,60	191	115	0,68	159	107	0,75	119	90	0,90	95	86	Nasucho / emulze
0,53	318	167	0,60	239	143	0,60	191	115	0,68	159	107	0,75	119	90	0,90	95	86	Nasucho / emulze
0,38	255	95	0,45	191	86	0,45	153	69	0,53	127	67	0,60	95	57	0,87	76	66	Nasucho
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



Tabulka 6.9 Strojní výstružníky GARANT (slinutý karbid, osazené tvrdkovem)

Katalogové číslo 164340; 164500; 164800; 164510; 164810

DIN podniková norma; 8093; 8094; 8050; 8051

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			Ø 5			Ø 8			Ø 10				
			min.	počátek	max.	f [mm/ot.]	n [1/min]	v _f [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	v _f [mm/min]	f [mm/ot.]	n [1/min]	v _f [mm/min]		
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	10	–	13	–	15	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	8	–	10	–	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
2.0	Automatové oceli	< 850	8	–	10	–	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	7	–	8	–	9	0,15	509	76	0,18	318	57	0,20	255	51
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	10	–	13	–	15	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	8	–	10	–	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	7	–	8	–	9	0,15	509	76	0,18	318	57	0,20	255	51
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	8	–	10	–	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	6	–	8	–	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	10	–	13	–	15	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	8	–	10	–	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	6	–	8	–	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
7.0	Nitridační oceli	< 1000	8	–	10	–	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
7.1	Nitridační oceli	> 1000	6	–	8	–	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
8.0	Nástrojové oceli	< 850	8	–	10	–	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	6	–	8	–	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	5	–	6	–	7	0,12	382	46	0,15	239	36	0,15	191	29
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	5	–	6	–	7	0,12	382	46	0,15	239	36	0,15	191	29
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř	1350	6	–	8	–	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	6	–	8	–	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
13.0	Nerezové oceli sítěné	< 700	10	–	13	–	15	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
13.1	Nerezové oceli - austenitické	< 700	10	–	13	–	15	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	8	–	10	–	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	6	–	8	–	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
14.0	Speciální slitiny	< 1200	6	–	8	–	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	8	–	10	–	15	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	6	–	8	–	12	0,12	509	61	0,15	318	48	0,20	255	51
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	8	–	10	–	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	8	–	10	–	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	8	–	10	–	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	6	–	8	–	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	20	–	25	–	30	0,20	1592	318	0,26	995	259	0,30	796	239
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	15	–	20	–	30	0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	15	–	20	–	30	0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	20	–	25	–	30	0,20	1592	318	0,26	995	259	0,30	796	239
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	20	–	25	–	30	0,30	1592	477	0,36	995	358	0,40	796	318
19.1	Mosaz, tvářící krátké třísky	< 600	15	–	20	–	25	0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
19.2	Mosaz, tvářící dlouhé třísky	< 600	15	–	20	–	25	0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
19.3	Bronz, tvářící krátké třísky	< 600	15	–	20	–	25	0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
19.4	Bronz, tvářící krátké třísky	650 – 850	10	–	13	–	15	0,20	828	166	0,26	517	134	0,30	414	124
19.5	Bronz, tvářící dlouhé třísky	< 850	10	–	13	–	15	0,20	828	166	0,26	517	134	0,30	414	124
19.6	Bronz, tvářící dlouhé třísky	850 – 1200	8	–	10	–	15	0,20	637	127	0,26	398	103	0,30	318	95
20.0	Grafit		8	–	10	–	15	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
21.0	Termoplasty a duroplasty		15	–	30	–	30	0,22	1373	285	0,22	796	178	0,22	637	143
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–



Ø 15			Ø 20			Ø 25			Ø 30			Ø 40			Ø 50			Chladičí a mazací kapalina
f	n	v _f	f	n	v _f	f	n	v _f	f	n	v _f	f	n	v _f	f	n	v _f	
[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/ot.]	[1/min]	[mm/min]	
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	Řepk. ol. / emulze
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Řepk. ol. / emulze
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Řepk. ol. / emulze
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	Řepk. ol. / emulze
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	Řepk. ol. / emulze
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Řepk. ol. / emulze
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	Řepk. ol. / emulze
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Řepk. ol. / emulze
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Řepk. ol. / emulze
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	Řepk. ol. / emulze
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Řepk. ol. / emulze
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Řepk. ol. / emulze
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Řepk. ol. / emulze
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Řepk. ol. / emulze
0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76	15	0,25	64	16	0,30	48	14	0,40	38	15	Řepk. ol. / emulze
0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76	15	0,25	64	16	0,30	48	14	0,40	38	15	Řepk. ol. / emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Emulze
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	Emulze
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	Emulze
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Emulze
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Emulze
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Emulze
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,45	106	48	0,50	80	40	0,60	64	38	Nasucho/řepk. olej
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	Nasucho/řepk. olej
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Nasucho / emulze
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	Nasucho / emulze
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	Emulze
0,35	531	186	0,40	398	159	0,40	318	127	0,45	265	119	0,50	199	99	0,60	159	95	Emulze
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	Emulze
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	Emulze
0,35	531	186	0,40	398	159	0,40	318	127	0,45	265	119	0,50	199	99	0,60	159	95	Emulze
0,45	531	239	0,50	398	199	0,50	318	159	0,55	265	146	0,60	199	119	0,70	159	111	Emulze
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	Nasucho / emulze
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	Nasucho / emulze
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	Nasucho / emulze
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	Nasucho / emulze
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	Nasucho / emulze
0,35	212	74	0,40	159	64	0,40	127	51	0,45	106	48	0,50	80	40	0,60	64	38	Nasucho / emulze
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,45	106	48	0,50	80	40	0,60	64	38	Nasucho
0,22	424	138	0,32	318	103	0,32	255	83	0,32	212	69	0,32	159	52	0,32	127	41	Emulze
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	


Tabulka 6.10 Vysoce výkonné výstružníky s výměnnými hlavami GARANT (TK, TK/TiAlN, cermet, CBN, PKD)

Katalogové číslo 167000; 167005; 167010; 167035; 167040; 167050; 167055; 167065; 167070; 167210; 167215; 167220; 167240; 167245; 167250

Hloubka řezu 0,1-0,2 mm

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezná rychlost pro řezný materiál v_c [m/min]					Posuv na zub f_z [mm/Z]	
			TK	TK/TiAlN	Cermet	CBN	PKD	Tvar náběhu / geometrie náběhu	
								Katalogové číslo: 16700; 167005; 167010; 167210; 167215; 167220; 167245; 167250 MC16 0,55x45° Uhlí zele 6° Jmenovitý průměr	
								3 až 7 mm	7 až 21 mm
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	–	120	200	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	–	120	180	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
2.0	Automatové oceli	< 850	–	120	200	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	–	120	180	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	–	120	180	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	–	120	180	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	120	150	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	–	100	150	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	–	100	150	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	–	120	180	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	–	100	150	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	–	20–35	–	–	–	≤ 0,10	≤ 0,10
7.0	Nitridační oceli	< 1000	–	100	150	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
7.1	Nitridační oceli	> 1000	–	100	150	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
8.0	Nástrojové oceli	< 850	–	120	180	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	–	100	150	–	–	0,05–0,10	0,10–0,20
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	–	20–35	–	–	–	≤ 0,10	≤ 0,10
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	–	20–35	–	–	–	≤ 0,10	≤ 0,10
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	70	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	70	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	70	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	–	20–35	–	–	–	≤ 0,10	≤ 0,10
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	–	20–35	–	–	–	≤ 0,10	≤ 0,10
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	20–35	–	–	–	≤ 0,10	≤ 0,10
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	–	20–35	–	–	–	≤ 0,10	≤ 0,10
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	20–35	–	–	–	≤ 0,10	≤ 0,10
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	20–35	–	–	–	≤ 0,10	≤ 0,10
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	–	20–35	–	–	–	≤ 0,10	≤ 0,10
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	20–35	–	–	–	≤ 0,10	≤ 0,10
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–	–	–	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	–	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	–	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	–	–	–	400	–	0,05–0,10	–
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	> 250	–	–	400	–	0,05–0,10	–
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	> 250	–	–	400	–	0,05–0,10	–
18.0	Hořák, hořákové slitiny	< 280	> 250	–	–	400	–	0,05–0,10	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	150	–	240	–	–	0,05–0,10	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	150	–	240	–	–	0,05–0,10	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	80	–	180	–	–	0,05–0,10	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	150	–	240	–	–	0,05–0,10	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	80	–	180	–	–	0,05–0,10	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	40	–	–	–	–	0,05–0,10	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	40	–	–	–	–	0,05–0,10	–
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	0,05–0,10	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–

	Posuv na zub f _z [mm/Z]				
	Tvar náběhu / geometrie náběhu				
	Katalogové číslo: 167035; 167040; 167065, 167070	Katalogové číslo: 167240	Katalogové číslo: 167050	Katalogové číslo: 167055	
	ME1G 1,4x30° Úhel čela 6° Jmenovitý průměr	MA1N 0,4x75° Úhel čela 12° Jmenovitý průměr 7 až 21 mm	MG3L 1x30° Záporná faseta Jmenovitý průměr 7 až 18 mm	MA0A 0,4x75° Úhel čela 0° Jmenovitý průměr 7 až 18 mm	
	7 až 18 mm	18 až 50mm			
	0,10–0,20	0,15–0,25	–	–	–
	0,10–0,20	0,15–0,25	–	–	–
	0,10–0,20	0,15–0,25	–	–	–
	0,10–0,20	0,15–0,25	–	–	–
	0,10–0,20	0,15–0,25	–	–	–
	0,10–0,20	0,10–0,20	–	–	–
	0,10–0,20	0,10–0,20	–	–	–
	0,10–0,20	0,10–0,20	–	–	–
	0,10–0,15	0,10–0,15	–	–	–
	0,10–0,20	0,10–0,20	–	–	–
	0,10–0,20	0,10–0,20	–	–	–
	0,10–0,20	0,15–0,25	–	–	–
	0,10–0,20	0,10–0,20	–	–	–
	0,10–0,15	0,10–0,15	–	–	–
	0,10–0,15	0,10–0,15	–	–	–
	–	–	–	0,05–0,08	–
	–	–	–	0,05–0,08	–
	–	–	–	0,05–0,08	–
	0,10–0,15	0,10–0,15	–	–	–
	0,10–0,15	0,10–0,15	–	–	–
	0,10–0,15	0,10–0,15	–	–	–
	0,10–0,15	0,10–0,15	–	–	–
	0,10–0,15	0,10–0,15	–	–	–
	0,10–0,15	0,10–0,15	–	–	–
	0,10–0,15	0,10–0,15	–	–	–
	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–
	0,10–0,20	0,15–0,25	–	–	0,10–0,20
	0,10–0,20	0,15–0,25	0,10–0,25	–	0,10–0,20
	0,10–0,20	0,15–0,25	0,10–0,25	–	0,10–0,20
	0,10–0,20	0,15–0,25	0,10–0,25	–	0,10–0,20
	0,10–0,20	0,15–0,25	0,10–0,25	–	–
	0,10–0,20	0,15–0,25	0,10–0,25	–	–
	0,10–0,20	0,15–0,25	0,10–0,25	–	–
	0,10–0,20	0,15–0,25	0,10–0,25	–	–
	0,10–0,20	0,15–0,25	0,10–0,25	–	–
	0,10–0,20	0,15–0,25	0,10–0,25	–	–
	0,10–0,20	0,15–0,25	0,10–0,25	–	–
	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–



Upozornění:

V zásadě platí, že hloubka řezu a posuv pro malé průměry musí být zvoleny menší, je tedy nutné vybrat dolní hodnoty uvedeného rozsahu.



Obsah

Seznam tabulek - hodnoty pro použití při řezání pilou	324
1 Postup	325
2 Dosažitelné přesnosti při řezání pilou	325
3 Parametry řezu a třísek při řezání pilou	326
4 Potřebná síla a výkon při řezání pilou	327
5 Výpočet času obrábění při řezání pilou	328
6 Pily	329
6.1 Úhly a rozteč zubů pily	329
6.2 Tvary zubů a oblasti použití	329
6.2.1 Kotoučové pily	329
6.2.2 Pásové pily	330
6.3 Rozteč zubů u kovových pilových pásů	332
6.3.1 Doporučená rozteč zubů pro plný materiál	332
6.3.2 Doporučená rozteč zubů pro trubky	333
7 Příčiny poruch při řezání pásovou pilou a nápravná opatření	334
8 Směrné hodnoty pro řezání	336

Seznam tabulek - hodnoty pro použití při řezání pilou

Pilový list	Řezný materiál / povlak	Č. tab.	Str.
Pilové pásy na kovy	HSS / bimetal	7.8	337
Pilové kotouče	HSS	7.9	338
		7.10	340
	TK	7.11	341

1 Postup

Nejdůležitějším účelem řezání pilou je oddělování a zkracování tyčových a profilových materiálů a vyřezávání otvorů. Přitom se v praxi nejčastěji používají následující metody řezání.

- Kotoučové pily
- Pásové pily
- Rámové pily

2 Dosažitelné přesnosti při řezání pilou

Přesnosti při řezání pilou (*tabulka 7.1*) se rozlišují takto:

- Délková přesnost (opakovatelná přesnost délky)
- Úhlová přesnost (úhlové vychýlení na 100 mm výšky řezu)

Parametr hodnocení	Kotoučové pily	Pásové pily	Rámové pily
Délková přesnost [mm]	$\pm 0,15 \dots 0,2$	$\pm 0,2 \dots 0,3$	$\pm 0,2 \dots 0,25$
Úhlová přesnost na 100 mm výšky řezu [mm]	$\pm 0,15 \dots 0,3$	Pracovní ostrost: $\pm 0,15$ Konec životnosti: $\pm 0,5$	$\pm 0,2 \dots 0,3$

Tabulka 7.1 Dosažitelné přesnosti při řezání pilou



3 Parametry řezu a třísek při řezání

Protože při řezání pilou je úhel nastavení $\kappa = 90^\circ$, odpovídá tloušťka třísky h posuvu na zub f_z a šířka třísky b hloubce řezu a_p .

$$h = f_z$$

$$b = a_p$$

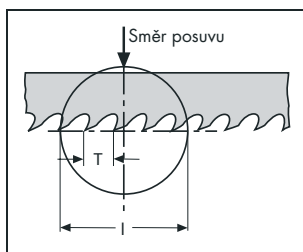
Posuv na zub f_z vyplývá ze vzorce:

- při řezání kotouč. pilou:

$$f_z = \frac{A_s \cdot D \cdot \pi}{l \cdot v_c \cdot z \cdot 1000} \quad (\text{rov. 7.1})$$

- při řezání pásovou pilou:

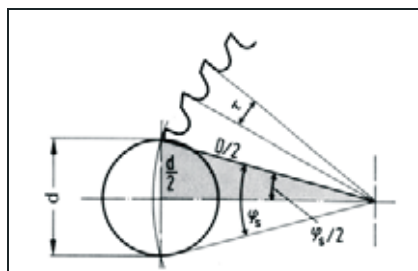
$$f_z = \frac{A_s \cdot T}{l \cdot v_c \cdot 1000} \quad (\text{rov. 7.2})$$



f_z	posuv na zub [mm/Z]
A_s	specifická plocha řezu [mm ² /min] (viz. tab. 7.2)
l	délka řezu [mm]
v_c	řezná rychlost [m/min]
z	počet zubů pilového listu
D	průměr pilového listu [mm]
T	rozteč zubů [mm]

Obr. 7.1 Podmínky záběru při řezání pilou

Přitom lze u **kotoučových pil** zanedbat malý rozdíl mezi průměrnou tloušťkou třísky h_m a posuvem na zub f_z . Délka řezu l při řezání kotoučovou pilou, obzvlášť při řezání profilů, se dá určit podle vztahů znázorněných na obr. 7.2. Délka řezu se i zde udává kolmo ke směru posuvu.



Délka řezu l při řezání kotoučovou pilou:

$$l = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi_s}{360^\circ}$$

D průměr pilového listu [mm]

φ_s úhel záběru [°]

Obr. 7.2 Podmínky záběru při řezání kotoučovou pilou

Maximální počet zubů nacházejících se v záběru z_{iE} , který je důležitý pro výpočet výkonu, se dá určit pomocí následujícího vztahu:

- Kotoučové pily:

$$Z_{iE} = \frac{\varphi_s \cdot z}{360^\circ}$$

(rov. 7.3)

- Pásové pily:

$$Z_{iE} = \frac{l}{T}$$

φ_s úhel záběru [°]
 z počet zubů
 l délka řezu [mm]
 T rozteč zubů [mm]

(rov. 7.4)

4 Potřebná síla a výkon při řezání pilou

Při řezání pilou platí v zásadě následující vztahy:

Řezná síla na zub F_{CZ} :

$$F_{CZ} = a_p \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_{Sa} \cdot K_{Ver}$$

F_{CZ} řezná síla na zub [N] (rov. 7.5)
 a_p hloubka řezu [mm]
 f_z posuv na zub [mm/Z]
 k_c specifická řezná síla [N/mm²] (viz. rov. 4.6)
 f_{Sa} faktor metody řezání pilou ($f_{Sa} = 1, 1,5$)
 K_{Ver} korekční faktor opotřebení (viz. *tabulka 2.3*)

Celková řezná síla F_c pro zuby nacházející se v záběru:

$$F_c = a_p \cdot f_z \cdot k_c \cdot z_{iE} \cdot f_{Sa} \cdot K_{Ver}$$

z_{iE} počet zubů nacházejících se v záběru

(rov. 7.6)

Řezný výkon P_c :

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60000} \cdot z_{iE}$$

P_c řezný výkon [kW]
 F_c celková řezná síla [N]
 v_c řezná rychlost [m/min]

(rov. 7.7)



5 Výpočet času obrábění při řezání

Výpočet hlavního času obrábění t_h při řezání pilou se pro všechny metody řezání provádí podle následující rovnice:

$$t_h = \frac{A}{A_s}$$

t_h hlavní čas obrábění [min]
 A oddělovaný příčný průřez [mm²]
 A_s specifický průřez řízky [mm²]

(rov. 7.8)

Při výpočtech se vychází z toho, že nezávisle na délce řezu l lze u určitého materiálu za stejný čas oddělit stejný příčný průřez, **specifickou řeznou plochu A_s** . Tyto hodnoty můžete najít v *tabulce 7.2*.

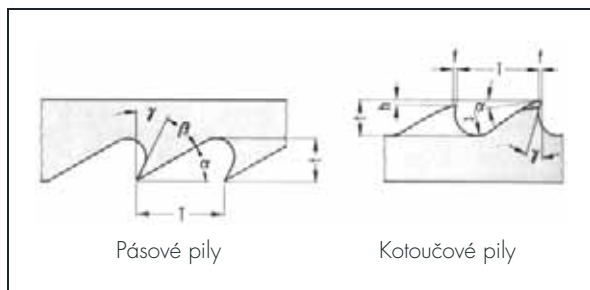
Materiály	A_s v 10 ³ mm ² / min		
	Kotoučové pily SS kruhový segmentový pilový list	Pásové pily Nástrojová ocel s 3% W	HSS bimetalové pásy
St 34 - St42 C15 - C22	12 - 20	6	7 - 8
St50 - St60 C35 - C45	10 - 14	5	6 - 7
St70 - St85 C60	8 - 12	4	5 - 6
16MnCr5 30Mn5	8 - 12	4	5 - 6
GS38 - GS52	10 - 12	4	5 - 6
GG20 - GG30	8 - 10	3	4 - 5
Ms63 - Ms70	48 - 70	25 - 30	35 - 40
Al slitiny 9-13% Si	80 - 200	40 - 70	50 - 80
Ocelové profily DIN 1024	8 - 15	Žádné údaje	Žádné údaje

Tabulka 7.2 Specifické plochy řezu podle údajů různých výrobců

6 Pily

6.1 Úhly a rozteč zubů pily

Velikost úhlu je dána tvarem pilového listu. Pro vytvoření prostoru pro třísky je rozhodující úhel hřbetu α . Čím větší úhel hřbetu, tím větší je také prostor pro třísky. Úhel břitu β dodává zubu pily stabilitu. Proto vyžadují tvrdé a houževnaté materiály velký úhel břitu.



α úhel hřbetu
 β úhel břitu
 γ úhel čela
 T rozteč
 t hloubka zubu

Obr. 7.3
Úhly a rozteč zubů pily

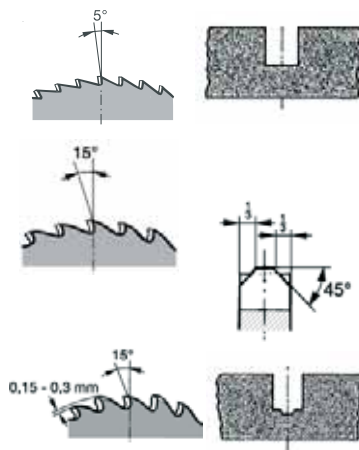
6.2 Tvary zubů a oblasti použití

Jako tvar zubu se označuje konturou ostří a paty zubu.

6.2.1 Kotoučové pily

U pilových kotoučů jsou tvary zubů stanoveny v normě DIN 1840. Přitom se rozlišují:

- **šípový zub** (tvar A, úhel čela 5°).
jemné ozubení, rovné zuby s poměrně malou velikostí.
- **obloukový zub** (tvar B, úhel čela 15°).
hrubé ozubení, zuby obloukového tvaru s poměrně velkou velikostí.
- **obloukový zub s předřezávacím a dokončovacím ostřím** (tvar C, úhel čela 15°).
Předřezávací zub je o 0,15-0,30 mm vyšší než dokončovací je na obou bocích zkosený (pracovní rozteč pomocí obou zubů).





Typ nástroje udává oblasti použití pilových kotoučů:

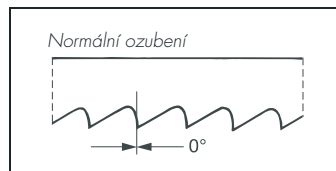
- Typ N pro konstrukční oceli, šedou litinu a neželezné kovy
- Typ H pro tvrdé a houževnaté materiály
- Typ W pro měkké a houževnaté materiály

6.2.2 Pásové pily

U tvarů zubů pilových pásů se rozlišují 4 základní typy. Rozteč zubů přitom musí být přizpůsobena tloušťce řezu.

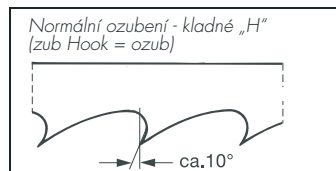
• Normální ozubení

- Konstantní rozteč zubů s úhlem čela 0° .
- Univerzálně použitelné, vhodné především pro malé až střední průřezy (max. délka záběru 70 mm).
- Pro materiály tvořící krátké třísky.



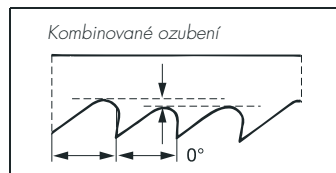
• Normální ozubení - pozitivní "H"

- Ozub.
- Konstantní rozteč zubů s úhlem čela 10° .
- Díky velkému prostoru pro třísky použitelné na větší průřezy (od délky záběru 50 mm).
- Pro maximální výkony u materiálů tvořících dlouhé třísky a houževnatých materiálů.



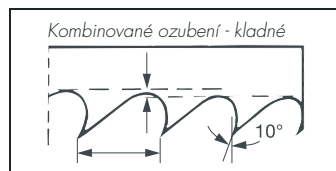
• Kombinované ozubení

- Variabilní rozteč zubů s úhlem čela 0° .
- Různé rozteče zubů a střídavé hloubky zubů.
- Použitelné pro rozsah velkých průřezů.
- Velmi malé vibrace.
- Pro materiály tvořící krátké třísky (kvůli $\gamma = 0^\circ$).



• Kombinované ozubení - pozitivní "H"

- Variabilní rozteč zubů s úhlem čela 10° .
- Různé rozteče zubů, střídavé hloubky zubů a velký prostor pro třísky umožňují zpracovávat materiály s velkými průřezy.
- Pro materiály tvořící dlouhé třísky a houževnaté materiály.



Při **používání pilových pásů** na kov je dále nutné mít na paměti:

- Při **délkách záběru menších než 50 mm**, resp. u tenkostěnných trubek a profilů se smí používat jen rozteče zubů s úhlem čela 0° (standardní normální ozubení nebo standardní kombinované ozubení).
- **Nařezávání nových pilových pásů** (životnost pilového pásu závisí podstatnou měrou na kontrolovaném naříznutí):

Ostré zuby nového pásu zabírají při normálním posuvu velmi agresivně do materiálu. Proto je nutné při prvních řezech snížit řezný tlak (posuv) o 50%. Po odřezání plochy cca 300 cm^2 lze pomalu zvyšovat posuv na optimální hodnotu.

• Chladicí kapalina

Přehřívání pilových zubů a obrobku se dá zabránit použitím chladicí kapaliny. Chladicí kapalina kromě toho odvádí třísky pryč z místa řezu.

Obvykle se všechny oceli řezou s chladicí emulzí a litiny nasucho. S řezným olejem lze dosáhnout dobrých výsledků řezání především při řezání cementačních ocelí, vysoko legovaných nástrojových ocelí, ocelí k zušlechtnění, VA ocelí a titanu.

• Šířka pásu

Je nutné používat co možná největší šířku pásu přípustnou pro stroj, aby byla zaručena dostatečná stabilita při vyšších silách posuvu. U zakřivených řezů závisí šířka pily na nejmenším řezaném poloměru (viz. *tabulka 7.3*).

Poloměr [mm]	3	8	15	30	38	65	100	140
Šířka pásu [mm]	3	5	6	8	10	13	16	20

Tabulka 7.3 Šířka pásu u zakřivených řezů

• Upnutí materiálu

Materiál musí být upnutý tak, aby pilový pás pracoval pokud možno bez vibrací. U svazkových řezů je v případě potřeby nutné svařit konce. Tím se zvyšuje řezný výkon a prodlužuje životnost.

• Řezná rychlost a posuv

Řezná rychlost (rychlost pásu) závisí na pevnosti, typu a průřezu řezaného materiálu. Čím větší pevnost, tím nižší musí být nastavená rychlost (viz. *tabulka použití pro pásové pily - tabulka 7.8*). Menší průřezy mohou být řezány s vyšší rychlostí než velké. Tenkostěnné trubky a profily stejně jako ostré hrany se řezou s nízkým a podle možností konstantním posuvem (tlakem).



Příslušný tvar třísek umožňuje zjistit, jestli rychlost a posuv vyhovují (viz. *tabulka 7.4*).

Tvar třísky	Poznámka	Tvar třísky
	Tenké nebo práškovité třísky	Zvyšte posuv
	Volně navíjené třísky	Správné řezné parametry
	Tlusté, těžké nebo modré třísky	Příliš vysoké řezné parametry

Tabulka 7.4 Tvar třísek v závislosti na řezných parametrech při řezání pásovou pilou

6.3 Rozteč zubů u pilových pásů na kovy

6.3.1 Doporučená rozteč zubů pro plný materiál

Kombinovaná ozubení 1, 5/2, 2/3, 3/4, 4/5, 4/6, 5/6 s úhlem čela 10° (viz. *tabulka 7.5*):

- Obzvláště dobře se hodí k řezání plného materiálu v jakostech vysoce legovaných ocelí tvořících dlouhé třísky.
- Použití ozubení 3/4 dává dobré, čisté plochy řezu i v horním rozsahu průměrů materiálu do 180 mm.
- Jako **empirické pravidlo** platí:
Nejméně 3 zuby musí být v záběru.

Normální ozubení		Kombinované ozubení	
Průřez materiálu	Rozteč zubů	Průřez materiálu	Rozteč zubů
do 10 mm	14 ZpZ	do 25 mm	10/14 ZpZ
11 ... 30 mm	10 ZpZ	15 ... 40 mm	8/12 ZpZ
31 ... 50 mm	8 ZpZ	25 ... 50 mm	6/10 ZpZ
51 ... 80 mm	6 ZpZ	35 ... 70 mm	5/8 ZpZ
81 ... 120 mm	4 ZpZ	40 ... 90 mm	5/6 ZpZ
121 ... 200 mm	3 ZpZ	50 ... 120 mm	4/6 ZpZ
201 ... 400 mm	2 ZpZ	80 ... 180 mm	3/4 ZpZ
300 ... 700 mm	1,25 ZpZ	130...350 mm	2/3 ZpZ
Více než 600 mm	0,75 ZpZ	220 ... 600 mm	1,5/2ZpZ

Tabulka 7.5 Doporučená rozteč zubů pro plný materiál

6.3.2 Doporučená rozteč zubů pro trubky

Pro tenkostěnné trubky (do tloušťky stěny cca 8 mm) používejte rozteč zubů s úhlem čela 0°.

Tloušťka stěny S [mm]	Vnější průměr trubky D [mm] Rozteč zubů Z [ZpZ]									
	20	40	60	80	100	120	150	200	300	500
2	14	10/14	10/14	10/14	10/14	8/12	8/12	8/12	8/12	5/8
3	14	10/14	10/14	8/12	8/12	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8
4	10/14	10/14	8/12	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8	5/8	4/6
5	10/14	10/14	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8	4/6	4/6	4/6
6	10/14	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8	5/8	4/6	4/6	4/6
8	10/14	8/12	8/12	6/10	5/8	5/8	4/6	4/6	4/6	4/6
10	–	8/12	6/10	5/8	4/6	4/6	4/6	4/6	4/6	4/5
12	–	8/12	6/10	4/6	4/6	4/6	4/6	4/6	4/6	4/5
15	–	8/12	6/10	4/6	4/6	4/6	4/6	4/5	4/5	4/5
20	–	–	4/6	4/6	4/6	4/6	4/5	4/5	4/5	3/4
30	–	–	–	4/6	4/6	4/5	4/5	4/5	4/5	2/3
50	–	–	–	–	–	–	4/5	3/4	2/3	2/3

Tabulka 7.6 Doporučená rozteč zubů pro trubky



7 Příčiny poruch při řezání pásovou pilou a nápravná opatření

Porucha: Zuby se příliš rychle ztupují	
Příčina: Příliš vysoká řezná rychlost Chlazení není dostatečné	Náprava: Použijte nižší řeznou rychlost a postarejte se o dobré chlazení
Porucha: Zuby se lámou při řezání profilů	
Příčina: Příliš hrubá rozteč zubů / nesprávná geometrie zubů Příliš vysoký řezný tlak Obrobek není pevně upnutý	Náprava: Upravte rozteč a geometrii zubů Zmenšete řezný tlak Pevně upněte obrobek
Porucha: Vylamování zubů při řezání plného materiálu	
Příčina: Příliš jemná rozteč zubů Příliš vysoký řezný tlak Obrobek není pevně upnutý	Náprava: Použijte větší rozteč zubů Zmenšete řezný tlak nebo použijte vyšší řeznou rychlost, je-li to možné
Porucha: Prasknutí pásu ve svaru	
Příčina: a) Jedno nebo obě vedení nejsou kolmá k dosedací ploše svěráku b) Jeden ze dvou hřbetních válečků nespočívá během řezání na hřbetu pásu c) Příliš vysoké nebo příliš nízké napnutí pásu d) Křivý řez	Náprava: a) Vyrovnajte vedení při napnutém pásu s příložným úhelníkem b) Nastavte vedení hřbetu pásu c) Dodržujte pokyny výrobce stroje pro docílení správného napnutí pásu d) Viz porucha křivý řez

Tabulka 7.7 Poruchy a nápravná opatření při řezání pásovou pilou, pokračování na další straně

Porucha: Prasknutí pásu v pásu

Příčina: a) Boční vodicí kladky jsou příliš blízko u sebe a válčují pás b) Páry vedení jsou navzájem nesprávně nastavené c) Boční vedení z tvrdokovu jsou opotřebovaná d) Vedení hřbetu pásu je opotřebované e) Není použit kartáč na třísky f) Vratné kolo hází	Náprava: a) Nastavte boční vodicí kladky tak, abyste jimi mohli ještě otáčet ručně b) Nastavte páry vodicích kladek tak, aby byly v jedné ose c) Vyměňte vedení d) Vyměňte vedení hřbetu pásu e) Nastavte, resp. vyměňte kartáč na třísky f) Zkontrolujte upevnění vratného kola a v případě potřeby vyměňte kuličkové ložisko
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Porucha: Křivý řez

Příčina: a) Vedení jsou příliš daleko od sebe b) Je použito příliš jemné ozubení c) Příliš vysoký řezný tlak	Náprava: a) Nastavte přestavitelná vedení co možná nejbližší k obrobku b) Zvolte správnou rozteč zubů c) Zmenšete řezný tlak nebo lehce zvýšte řeznou rychlost
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabulka 7.7 Poruchy a nápravná opatření při řezání pásovou pilou - pokračování



8 Směrné hodnoty pro řezání

Obráběcí práce:

Řezání hřídel z X210Cr12 s pilovými kotouči z HSS (průměr 250 mm).

Postup:

1. Výběr pily z hlavního katalogu
2. Výběr materiálové skupiny (kapitola "Materiály", odstavec 1)
3. Výběr řezných parametrů:
 - 3.1 Výběr tabulky použitých hodnot
 - 3.2 Výběr řezných parametrů

Ho-č. 17 7450

D = 250 mm

Materiálová skupina 8.2

Tabulka 7.9

Skupina Materiálu	Označení materiálu	Pevnost [N/mm²]	v _c [m/min]	Ø 32		Ø 40		Ø 50	
				n min	n max	n min	n max	n min	n max
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	25 - 50	249	497	199	398	159	318
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 - 850	15 - 30	149	298	119	239	95	191
2.0	Automatové oceli	< 850	15 - 30	149	298	119	239	95	191
2.1	Automatové oceli	850 - 1000	10 - 20	99	199	80	159	64	127
3.0	Nelégované oceli k zúšťleniu	< 700	15 - 30	149	298	119	239	95	191
3.1	Nelégované oceli k zúšťleniu	700 - 850	15 - 30	149	298	119	239	95	191
3.2	Nelégované oceli k zúšťleniu	850 - 1000	10 - 20	99	199	80	159	64	127
4.0	Legované oceli k zúšťleniu	850 - 1000	10 - 20	99	199	80	159	64	127
4.1	Legované oceli k zúšťleniu	1000 - 1200	10 - 15	99	149	80	119	64	95
5.0	Nelégované cementační oceli	< 750	15 - 30	149	298	119	239	95	191
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	10 - 20	99	199	80	159	64	127
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	10 - 15	99	149	80	119	64	95
7.0	Nitridační oceli	< 1000	10 - 20	99	199	80	159	64	127
7.1	Nitridační oceli	> 1000	10 - 15	99	149	80	119	64	95
8.0	Nástrojové oceli	< 850	15 - 30	149	298	119	239	95	191
8.1	Nástrojové oceli	850 - 1100	10 - 20	99	199	80	159	64	127
8.2	Nástrojové oceli	1100 - 1400	7 - 15	70	149	56	119	45	95
9.0	Rychlořezné oceli	830 - 1200	10 - 15	99	149	80	119	64	95
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	-	-	-	-	-	-	-

Ø 225		Ø 250		Ø 275	
n min	n max	n min	n max	n min	n max
35	71	32	64	29	58
21	42	19	38	17	35
21	42	19	38	17	35
14	28	13	25	12	23
21	42	19	38	17	35
21	42	19	38	17	35
14	28	13	25	12	23
14	28	13	25	12	23
14	21	13	19	12	17
21	42	19	38	17	35
14	28	13	25	12	23
14	21	13	19	12	17
14	28	13	25	12	23
14	21	13	19	12	17
14	21	13	19	12	17
14	21	13	19	12	17
-	-	-	-	-	-

Rozsah řezných rychlostí:

Rozsah otáček:

$v_c = 7 \dots 15 \text{ m/min}$

$n = 9 \dots 19 \text{ ot./min}$

Tabulka 7.8 Bimetalové pilové pásy (HSS)

Katalogové číslo 172000; 172500; 172100; 173500–173850; 174000; 174050;



Materiál. skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/m ²]	Ø 10 – 65		Ø 100 – 300		Ø 400 – 800		Chlazení
			v_c min.	[m/min] max.	v_c min.	[m/min] max.	v_c min.	[m/min] max.	
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	90	– 100	85	– 95	60	– 75	Emulze 10-15% oleje
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	75	– 80	65	– 70	48	– 50	Emulze 5-10% oleje
2.0	Automatové oceli	< 850	90	– 100	85	– 95	60	– 75	Emulze 10-15% oleje
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	90	– 100	85	– 95	60	– 75	Emulze 10-15% oleje
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	75	– 80	65	– 70	48	– 50	Emulze 5-10% oleje
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	75	– 80	65	– 70	48	– 50	Emulze 5-10% oleje
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	65	– 75	55	– 60	40	– 50	Emulze 5-10% oleje
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	65	– 75	55	– 60	40	– 50	Emulze 5-10% oleje
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	40	– 45	36	– 40	25	– 32	Emulze 5% oleje
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	90	– 100	85	– 95	60	– 75	Emulze 10-15% oleje
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	65	– 75	55	– 60	40	– 50	Emulze 5-10% oleje
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	65	– 75	55	– 60	40	– 50	Emulze 5-10% oleje
7.0	Nitridační oceli	< 1000	40	– 45	35	– 40	25	– 32	Emulze 5% oleje
7.1	Nitridační oceli	> 1000	40	– 45	35	– 40	25	– 32	Emulze 5% oleje
8.0	Nástrojové oceli	< 850	58	– 60	50	– 55	35	– 45	Emulze 3% oleje
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	58	– 60	50	– 55	35	– 45	Emulze 3% oleje
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30	– 35	25	– 30	20	– 24	Suché
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	45	– 50	40	– 45	30	– 35	Emulze 3% oleje
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotřebení	1350	35	– 40	30	– 35	22	– 28	Emulze 10-15% oleje
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotřebení	1800	35	– 40	30	– 35	22	– 28	Emulze 10-15% oleje
12.0	Pružinové oceli	< 1500	35	– 40	30	– 35	22	– 28	Emulze 10-15% oleje
13.0	Nerezové oceli síténé	< 700	35	– 40	30	– 35	22	– 28	Emulze 10-15% oleje
13.1	Nerezové oceli - austenitické	< 700	35	– 40	30	– 35	22	– 28	Emulze 10-15% oleje
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	25	– 30	20	– 25	15	– 20	Emulze 15% oleje
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	25	– 30	20	– 25	15	– 20	Emulze 15% oleje
14.0	Speciální slitiny	< 1200	15	– 18	14	– 15	10	– 12	Emulze 15-20% oleje
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	50	– 55	45	– 50	30	– 40	Suché
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	50	– 55	45	– 50	30	– 40	Suché
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	50	– 55	45	– 50	30	– 40	Suché
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	50	– 55	45	– 50	30	– 40	Suché
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	30	– 35	25	– 30	20	– 25	Emulze 10% oleje
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	30	– 35	25	– 30	20	– 25	Emulze 10% oleje
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	2500	*)	2100 – 2500	*)	1300 – 2000	*)	Emulze >25% oleje
17.1	Hliníkové slévarenské slitiny <10% Si	< 600	2500	*)	2100 – 2500	*)	1300 – 2000	*)	Emulze >25% oleje
17.2	Hliníkové slévarenské slitiny >10% Si	< 600	2500	*)	2100 – 2500	*)	1300 – 2000	*)	Emulze >25% oleje
18.0	Hořák, hořákové slitiny	< 280	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	120	–	110	–	80	– 100	Emulze 10-15% oleje
19.1	Mosaz, tvářící krátké třísky	< 600	120	–	120	–	120	–	Emulze 3% oleje
19.2	Mosaz, tvářící dlouhé třísky	< 600	120	–	120	–	120	–	Emulze 3% oleje
19.3	Bronz, tvářící krátké třísky	< 600	90	– 100	85	– 95	60	– 75	Emulze 10-15% oleje
19.4	Bronz, tvářící krátké třísky	650 – 850	90	– 100	85	– 95	60	– 75	Emulze 10-15% oleje
19.5	Bronz, tvářící dlouhé třísky	< 850	90	– 100	85	– 95	60	– 75	Emulze 10-15% oleje
19.6	Bronz, tvářící dlouhé třísky	850 – 1200	90	– 100	85	– 95	60	– 75	Emulze 10-15% oleje
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–

Při vibracích upravte minimálně řeznou rychlost nahoru nebo dolů.

Při rostoucím ztupování zvýšte poněkud posuv.

*) Hodnoty pro vertikální stroje



Tabulka 7.9 Pilové kotouče GARANT (HSS)

Katalogové číslo 175000; 175500; 177000; 177200; 177400; 177050; 177250; 177600; 177620; 177640; 178000; 178200; 178400; 178600; 178700; 178800; 179100; 179120; 179140

DIN 1837; 1838

Posuv (f) Posuv na otáčku závisí na průřezu a stabilitě materiálu, ozubení pilového listu a na parametrech stroje

Materiálová skupina	Označení materiálu	Pevnost [Nm/mm ²]	v _c [m/min] min. max.	Ø 32		Ø 40		Ø 50		Ø 63		Ø 80		Ø 100		Ø 125	
				n min [1/min]	n max [1/min]	n min [1/min]	n max [1/min]	n min [1/min]	n max [1/min]	n min [1/min]	n max [1/min]	n min [1/min]	n max [1/min]	n min [1/min]	n max [1/min]	n min [1/min]	n max [1/min]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	25 – 50	249	497	199	398	159	318,3	126	253	99	199	80	159	64	127
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	15 – 30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76
2.0	Automatové oceli	< 850	15 – 30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127	50	101	40	80	32	64	25	51
3.0	Nelég. ocel k zúšlechťení	< 700	15 – 30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76
3.1	Nelég. ocel k zúšlechťení	700 – 850	15 – 30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76
3.2	Nelég. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127	50	101	40	80	32	64	25	51
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127	50	101	40	80	32	64	25	51
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	10 – 15	99	149	80	119	64	95	50	76	40	60	32	48	25	38
5.0	Nelég. cementační ocel	< 750	15 – 30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	96	38	76
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127	50	101	40	80	32	64	25	51
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	10 – 15	99	149	80	119	64	95	50	76	40	60	32	48	25	38
7.0	Nitridační oceli	< 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127,3	50	101	40	80	32	64	25	51
7.1	Nitridační oceli	> 1000	10 – 15	99	149	80	119	64	96	50	76	40	60	32	48	25	38
8.0	Nástrojové oceli	< 850	15 – 30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	96	38	76
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	10 – 20	99	199	80	159	64	127	50	101	40	80	32	64	25	51
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	7 – 15	70	149	56	119	45	96	35	76	28	60	22	48	17,8	38
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	10 – 15	99	149	80	119	64	95	50	76	40	60	32	48	25	38
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opot.	1350	5 – 10	50	99	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	13	25
11.1	Konstr. oceli odol. proti opot.	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Proružinové oceli	< 1500	5 – 10	50	99	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	13	25
13.0	Nerezové oceli sříděné	< 700	7 – 15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
13.1	Nerezové oceli - austenitické	< 700	7 – 15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	7 – 15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	7 – 15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
14.0	Speciální slitiny	< 1200	5 – 10	50	99	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	13	25
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	25 – 45	249	448	199	358	159	286	126	227	99	179	80	143	64	115
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	25 – 30	249	298	199	239	159	191	126	152	99	119	80	95	64	76
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	20 – 30	199	298	159	239	127	191	101	152	79,6	119	64	95	51	76
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	20 – 30	199	298	159	239	127	191	101	152	79,6	119	64	95	51	76
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	15 – 25	149	249	119	199	95	159	76	126	60	99	48	80	38	64
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	10 – 20	99	199	80	159	64	127	50	101	40	80	32	64	25	51
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	1000 – 2400	9947	23873	7958	19099	6366	15279	5053	12126	3979	9549	3183	7639	2546	6112
17.1	Hliník slévár. slitiny <10% Si	< 600	800 – 1500	7958	14921	6366	11937	5093	9549	4042	7579	3183	5968	2546	4775	2037	3820
17.2	Hliník slévár. slitiny >10% Si	< 600	500 – 1200	4974	11937	3979	9549	3183	7639	2526	6063	1989	4775	1592	3820	1273	3056
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	400 – 1000	3979	9947	3183	7958	2546	6366	2021	5053	1592	3979	1273	3183	1019	2546
19.1	Mosaz, tvůrčí krátké třísky	< 600	400 – 1000	3979	9947	3183	7958	2546	6366	2021	5053	1592	3979	1273	3183	1019	2546
19.2	Mosaz, tvůrčí dlouhé třísky	< 600	400 – 1000	3979	9947	3183	7958	2546	6366	2021	5053	1592	3979	1273	3183	1019	2546
19.3	Bronz, tvůrčí krátké třísky	< 600	120 – 200	1194	1989	955	1592	764	1273	606	1011	477	795,8	382	636,6	306	509,3
19.4	Bronz, tvůrčí krátké třísky	650 – 850	120 – 200	1194	1989	955	1592	764	1273	606	1011	477	795,8	382	636,6	306	509,3
19.5	Bronz, tvůrčí dlouhé třísky	< 850	120 – 200	1194	1989	955	1592	764	1273	606	1011	477	795,8	382	636,6	306	509,3
19.6	Bronz, tvůrčí dlouhé třísky	850 – 1200	120 – 200	1194	1989	955	1592	764	1273	606	1011	477	795,8	382	636,6	306	509,3
20.0	Grafit		25 – 45	249	448	199	358	159	286	126	227	99	179	80	143	64	115
21.0	Termo- a duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Při vysokých řezných rychlostech od 1 000 m/min použijte bezpodmínečně pilové listy s vyšší hořeznatostí.



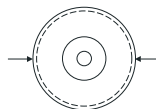
Ø 160		Ø 200		Ø 225		Ø 250		Ø 275		Ø 315		Ø 350		Ø 370		Ø 400		Ø 500		Chladicí a mazací kapalina
n min	n max	n min	n max	n min	n max	n min	n max	n min	n max	n min	n max	n min	n max	n min	n max	n min	n max	n min	n max	
[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	
50	99	40	80	35	71	32	64	29	58	25	51	23	45	22	43	20	40	16	32	Emulze č. 139800 1:20
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	Emulze č. 139800 1:20
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	Emulze č. 139800 1:20
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulze č. 139800 1:15
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	Emulze č. 139800 1:20
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	Emulze č. 139800 1:20
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulze č. 139800 1:15
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulze č. 139800 1:15
20	304	16	24	14	21	13	19	12	17	10	15	9	14	9	13	8	12	6	10	Emulze č. 139800 1:15
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	Emulze č. 139800 1:20
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulze č. 139800 1:15
20	30	16	24	14	21	13	19	12	17	10	15	9	14	9	13	8	12	6	10	Emulze č. 139800 1:15
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulze č. 139800 1:15
20	304	16	24	14	212	13	19	12	17	10	15	9	14	9	13	8	12	6	10	Emulze č. 139800 1:15
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	Emulze č. 139800 1:20
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulze č. 139800 1:15
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	Emulze č. 139800 1:12
20	30	16	24	14	21	13	19	12	17	10	15	9	14	9	13	8	12	6	10	Emulze č. 139800 1:15
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10	20	8	16	7	14	6	13	6	12	5	10	5	9	4	9	4	8	3	6	Emulze č. 139800 1:12
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10	20	8	16	7	14	6	13	6	12	5	10	5	9	4	9	4	8	3	6	Emulze č. 139800 1:12
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	Emulze č. 139800 1:12
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	Emulze č. 139800 1:12
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	Emulze č. 139800 1:12
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	Emulze č. 139800 1:12
10	20	8	16	7	14	6	13	6	12	5	10	5	9	4	9	4	8	3	6	Emulze č. 139800 1:12
50	89	40	72	35	64	32	57	29	52	25	45	22	41	22	39	20	36	16	29	Nasucho / stlačený vzduch
50	60	40	48	35	42	32	38	29	35	25	30	22	27	22	26	20	24	16	19	Nasucho / stlačený vzduch
40	60	32	48	28	42	25	38	23	35	20	30	18	27	17	26	16	24	13	19	Emulze č. 139800 1:12
40	60	32	48	28	42	25	38	23	35	20	30	18	27	17	26	16	24	13	19	Emulze č. 139800 1:12
30	50	24	40	21	35	19	32	17	29	15	25	14	23	13	22	12	20	10	16	Emulze č. 139800 1:12
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	Emulze č. 139800 1:12
1989	4775	1592	3820	1415	3395	1273	3056	1157	2778	1011	2425	909	2183	860	2065	796	1910	637	1528	Mazací kolík č. 139500
1592	2984	1273	2387	1132	2122	1019	1910	926	1736	808	1516	728	1364	688	1290	637	1194	509	955	Mazací kolík č. 139500
995	2387	796	1910	707	1698	637	1528	579	1389	505	1213	455	1091	430	1032	398	955	318	764	Mazací kolík č. 139500
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
796	1989	637	1592	566	1415	509	1273	463	1157	404	1011	364	909	344	860	318	796	255	637	Emulze č. 139800 1:50
796	1989	637	1592	566	1415	509	1273	463	1157	404	1011	364	909	344	860	318	796	255	637	Mazací kolík č. 139500
796	1989	637	1592	566	1415	509	1273	463	1157	404	1011	364	909	344	860	318	796	255	637	
239	398	191	318	170	283	153	255	139	231	121	202	109	182	103	172	95	159	76	127	
239	398	191	318	170	283	153	255	139	231	121	202	109	182	103	172	95	159	76	127	Emulze č. 139800 1:30
239	398	191	318	170	283	153	255	139	231	121	202	109	182	103	172	95	159	76	127	
239	398	191	318	170	283	153	255	139	231	121	202	109	182	103	172	95	159	76	127	
90	89	40	72	35	64	32	57	29	52	25	47	23	41	22	39	20	36	16	29	Suché
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	



Tabulka 7.10 Přesnost výroby podle norem DIN a ISO pro pilové kotouče z HSS

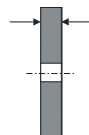
Tolerance průměru podle ISO

Rozsah jmenovitých rozměrů [mm]						
nad	30	58	80	120	180	250
do	50	80	120	180	250	315
Toleranční pole	+500	+600	+700	+800	+925	+1050
dle js 15 (μm)	-500	-600	-700	-800	-925	-1050



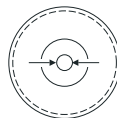
Tolerance tloušťky podle ISO

Rozsah jmenovitých rozměrů [mm]			
nad		1	3
do	1	3	6
Toleranční pole	+20	+30	+38
dle js 15 (μm)	-20	-30	-38



Tolerance otvoru podle ISO

Rozsah jmenovitých rozměrů [mm]						
nad	3	6	10	18	30	50
do	6	10	18	30	50	80
Toleranční pole	+12	+15	+18	+21	+25	+30
dle js 15 (μm)	0	0	0	0	0	0



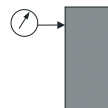
Házivost podle DIN 1840

Vnější průměr [mm]	Přípustná odchylka [mm]
do 100	0,10
nad 100	0,16



Axiální házení (boční házení) podle DIN 1840

Vnější průměr [mm]	Přípustná odchylka [mm]
do 40	0,10
od 40 do 100	0,16
od 100 do 200	0,25
od 200 do 315	0,40



Tabulka 7.11 Pilové kotouče GARANT (TK)

Katalogové číslo 179800; 179820

DIN 1837; 1838

Posuv (f) Posuv na otáčku závisí na průřezu a stabilitě materiálu, ozubení pilového listu a na parametrech stroje

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]		f _z [m/min]		Chlazení
			min.	max.	min.	max.	
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	150	– 250	0,01	– 0,030	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:20
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	100	– 180	0,005	– 0,025	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:20
2.0	Automatové oceli	< 850	100	– 180	0,005	– 0,025	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:20
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	60	– 120	0,005	– 0,015	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	100	– 180	0,005	– 0,025	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:20
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	100	– 180	0,005	– 0,025	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:20
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	60	– 120	0,005	– 0,015	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	60	– 120	0,005	– 0,015	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	20	– 60	0,005	– 0,010	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	100	– 180	0,005	– 0,025	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:20
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	60	– 120	0,005	– 0,015	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	20	– 60	0,005	– 0,010	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
7.0	Nitridační oceli	< 1000	60	– 120	0,005	– 0,015	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
7.1	Nitridační oceli	> 1000	20	– 60	0,005	– 0,010	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
8.0	Nástrojové oceli	< 850	100	– 180	0,005	– 0,025	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:20
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	60	– 120	0,005	– 0,015	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	20	– 60	0,005	– 0,010	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	20	– 60	0,002	– 0,010	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	20	– 60	0,002	– 0,010	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	–	–	–	–	
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	60	– 160	0,005	– 0,015	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:12
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	60	– 160	0,005	– 0,015	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:12
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	60	– 160	0,005	– 0,015	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:12
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	60	– 160	0,005	– 0,015	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:12
14.0	Speciální slitiny	< 1200	20	– 60	0,002	– 0,010	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:15
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	100	– 150	0,005	– 0,010	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:12
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	100	– 150	0,005	– 0,010	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:12
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	100	– 150	0,005	– 0,010	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:12
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	100	– 150	0,005	– 0,010	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:12
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	–	–	–	–	
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	–	–	–	–	
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	400	– 2000	0,010	– 0,040	Sřlačený vzduch nebo nasucho
17.1	Hliník sřvářen slitiny <10% Si	< 600	400	– 2000	0,010	– 0,040	Sřlačený vzduch nebo nasucho
17.2	Hliník sřvářen slitiny >10% Si	< 600	400	– 1000	0,010	– 0,030	Sřlačený vzduch nebo nasucho
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	200	– 600	0,010	– 0,040	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:50
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	200	– 600	0,010	– 0,040	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:50
19.1	Mosaz, tvořící krátké řřsky	< 600	200	– 600	0,010	– 0,040	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:50
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé řřsky	< 600	200	– 300	0,010	– 0,030	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:50
19.3	Bronz, tvořící krátké řřsky	< 600	150	– 300	0,020	– 0,060	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:30
19.4	Bronz, tvořící krátké řřsky	650 – 850	150	– 300	0,020	– 0,060	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:30
19.5	Bronz, tvořící dlouhé řřsky	< 850	150	– 300	0,020	– 0,060	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:30
19.6	Bronz, tvořící dlouhé řřsky	850 – 1200	150	– 200	0,020	– 0,040	Chladičí a mazací kapalina, konc 1:30
20.0	Grafit		–	–	–	–	
21.0	Termoplasty a duroplasty		800	– 2000	0,030	– 0,050	Sřlačený vzduch nebo nasucho
21.1	GFK a CFK		150	– 1000	0,020	– 0,040	Sřlačený vzduch nebo nasucho





Obsah



Seznam tabulek - směrné hodnoty pro frézování	343
Přehled fréz z HSS	344
Přehled fréz z TK	348
Popis typů nástrojů	353
Přehled fréz s vyměnitelnými břitovými destičkami	354
1 Frézování	356
1.1 Postup při frézování	356
1.2 Rozdělení metod frézování	357
2 Frézy	359
3 Parametry řezů a třísek, potřebné síly a výkon	362
3.1 Čelní frézování	363
3.2 Obvodové (válcové) frézování	365
4 Výpočet času obrábění při frézování	366
4.1 Čelní frézování	366
4.1.1 Dráhy náběhu a přeběhu při středovém čelním frézování	366
4.1.2 Dráhy náběhu a přeběhu při mimostředném čelním frézování	367
4.2 Obvodové (válcové) frézování	368
5 Výpočet řezných hodnot	369
5.1 Pracovní hodnoty při kruhové interpolaci	369
5.1.1 Kruhové vnitřní a vnější frézování	369
5.1.2 Zanořování	370
5.1.3 Určení rychlosti posuvu vzhledem ke středu nástroje	370
5.2 Pracovní hodnoty při pravoúhl. vybrání frézování	371
6 Vlivy na výsledek frézování	372
6.1 Volba průměru frézy	372
6.2 Volba polohy frézy	372
7 Používání fréz	373
7.1 Rovinné frézování	373
7.2 Frézování vnitřních kuželů	374
7.3 Frézování tvrdých materiálů frézou s vyměnitelnými břitovými destičkami	375
7.4 Frézování tvrdých materiálů stopkovou frézou z TK	376
7.5 Minimaster	377
8 Řešení problémů při frézování	378
9 Hodnoty používané při frézování	379

Seznam tabulek - směrné hodnoty pro frézování

Frézy	Řezný materiál / povlak / zpracování / zvláštnosti			Tab.	Strana
Kotoučové frézy	HSS-Co5			8.7	380
	TK vyměnitelné břitové destičky	Upnuté + pevné; našroubované + pevné; našroubované + nastavitelné		8.8	382
Válcové čelní frézy	HSS-Co			8.9	388
Stopkové frézy	HSS / PM (bez povlaku, s povlakem)	Obrábění nahrubo	Kontura (konturové frézování)	8.10	392
			Plná drážka / kapsa	8.11	398
			Kopírování	8.12	404
			Zanořování / kruhové frézování	8.13	410
		Obrábění načisto	Kontura	8.14	416
			Kopírování	8.15	422
	TK (bez povlaku, s povlakem)	Obrábění nahrubo	Kontura (konturové frézování)	8.16	428
			Plná drážka / kapsa	8.17	432
			Kopírování	8.18	436
			Zanořování / kruhové frézování	8.19	440
		Obrábění načisto	Kontura	8.20	444
			Kopírování	8.21	448
	TK (s povlakem)	HSC obrábění načisto	Kontura	8.22	452
			Kopírování	8.23	454
		Frézování tvrdých materiálů		8.24	458
	Router z TK		8.25	459	
	Fréza povlakovaná diamantem se stropkou z TK	Obrábění načisto	Mikrofrézy Plná drážka / kontura / kopírování	8.26	460
		Obr. nahrubo /obr. načisto	Plná drážka / kontura / kopírování	8.27	461
	Fréza osazen PKD se stropkou z PKD	Obr. nahrubo /obr. načisto	Plná drážka / kontura / kopírování	8.28	462
Frézy s vyměnitelnými destičkami	Ponorné frézy, neželezné kovy a plasty			8.29	463
	Šikmé zanořování (ramping)			8.30	464
	Dlabací kruhové frézování (kruhové zanořování)			8.31	465
	Fréza se systémem výměnných hlav - Minimaster	Obr. nahrubo /obrábění načisto	Dlabací frézování, plná drážka, rohové frézování	8.32	466
			Kopírování	8.33	470
	Rovinné a kopírovací frézy		kulaté WSP	8.34	472
	Frézovací hlava pro rovinné frézování	75°	čtvercové WSP	8.35	474
		45°	čtvercové WSP	8.36	476
		45°	čtvercové WSP (vícezubé)	8.37	478
		43°	Octo WSP	8.38	480
	Rohová frézovací hlava	90°	SOMT09T3 čtverc. WSP	8.39	482
			APKT1604 obdélník. WSP	8.40	484
		90° Softcut	ANGT 1606 obdélník. WSP	8.41	486
			APKT 1003 obdélník. WSP	8.42	488
			ANMT 1003 obdélník. WSP	8.43	490
		Ježková fréza ořezávání	ANGT 1606 obdélník. WSP	8.44	492
			APKT 1003 obdélník. WSP	8.45	494
		Frézovací záhlubník	nastavitelná	8.46	496



Přehled fréz z HSS

Popis fréz ►	DIN ►	Nástrčná čelní vřetová fréza						Hrubovací a dokončovací vřet. fréza				Hrubovací čelní vřet. fréza	
		841	1880 T1	1880 T1	1880 T1	1880 T1	841	1880 T1	841	1880 T1	1880 T1	1880 T1	841
Typ fréz		N	N	N	N	H	W	NF	NF	NF	NF	HR	NR
Rezný materiál		HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co10	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co10	HSS-Co5
Počet břitů		6 – 12	6 – 12	6 – 12	6 – 12	10 – 18	3 – 5	6 – 10	5 – 12	6 – 12	6 – 10	6 – 12	5 – 12
Povlak			TIN	TiAIN							TIN		
Rozsah velikosti (Ø mm)		30 × 30 – 110 × 35	40 × 32 – 125 × 56	40 × 32 – 100 × 50	40 × 32 – 100 × 50	30 × 30 – 110 × 35	40 × 32 – 125 × 56	40 × 32 – 100 × 50	30 × 30 – 110 × 35	40 × 32 – 125 × 56	40 × 32 – 100 × 50	40 × 32 – 100 × 50	30 × 30 – 110 × 35
Číslo zboží		181000	181500	181520	181750	181100	181700	181850	182700	182500	182520	182300	182600
▼ skupina materiálu													
Al							•						
Al > 10 % Si							•						
Ocel < 500 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 750 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 900 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 1100 N/qmm			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 1400 N/qmm							•	•	•	•	•	•	•
Ocel > 45 HRC													
INOX < 900 N/qmm				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
INOX > 900 N/qmm				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ti > 850 N/qmm				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Litina						•							
CuZn		•			•	•		•	•	•	•	•	•
Grafit & GFK													
UNI		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Popis fréz ►	DIN ►	Hrubovací čelní vřet. fréza			Kotoučové frézy			Tvarové frézy					
		1880 T1	1880 T1	885 A	1834 A	885 A	856	855 A	6513	842 A	847	847	847
Typ fréz		NR	HR	N	N	N	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS
Rezný materiál		HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS
Počet břitů		6 – 12	8 – 12	14 – 38	22 – 48	14 – 26	10 – 14	10 – 14	10 – 14	16 – 28	22 – 30	20 – 28	16 – 22
Povlak		TIN	TiAIN										
Rozsah velikosti (Ø mm)		40 × 32 – 125 × 56	40 × 32 – 100 × 50	63 × 2,5 – 250 × 16	50 × 1,6 – 160 × 10	50 × 3 – 160 × 14	1,6 – 16	1,6 – 16	2,0 – 20	40 × 13 – 125 × 40	50 × 8 – 100 × 18	50 × 10 – 100 × 25	50 × 14 – 100 × 32
Číslo zboží		182220	182750	185000	185500	185820	186000	186200	186400	187200	187510	187610	187710
▼ skupina materiálu													
Al				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Al > 10 % Si				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 500 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 750 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 900 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 1100 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 1400 N/qmm			•										
Ocel > 45 HRC													
INOX < 900 N/qmm		•	•	•	•	•							
INOX > 900 N/qmm		•	•	•	•	•							
Ti > 850 N/qmm			•										
Litina				•			•	•	•	•	•	•	•
CuZn		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Grafit & GFK													
UNI		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

• = velmi vhodné; ◐ = podměrně vhodné

Rezné podmínky najdete v příručce třískového obrábění GARANT č. 11 0950.

Přehled fréz z HSS





Přehled fréz z HSS

Popis fréz ► DIN ►	Drážkovací frézy						Dokončovací stopkové frézy					
	WN	327					844					
Typ fréz	W	N	N	dlouhá	W	N	N	dlouhá	W	N	N	N
Rezný materiál	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-PM
Počet břitů	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4-6	4-6
Vnitřní chlazení												
Povlak	TiAlN		TiAlN				TiAlN					TiAlN
Rozsah velikosti (Ø mm)	3-10	1-40	2-20	2-40	2-32	1,5-32	2-25	3-30	3-32	6-30	2-40	3-25
Číslo zboží	190730-190750	191000	191050	191080	191100	191200	191250	191280	191320	191340	191500	191520
▼ skupina materiálu												
Al	•	o	o	o	•	o	o	o	•	•	o	o
Al > 10% Si					o				o	o		
Ocel < 500 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 750 N/qmm		•	•	•	•	•	•				•	•
Ocel < 900 N/qmm		o	•	o		o	o				o	•
Ocel < 1100 N/qmm			•			•	•				•	•
Ocel < 1400 N/qmm			o			o	o				o	•
Ocel > 45 HRC												
INOX < 900 N/qmm			•			•	•				•	•
INOX > 900 N/qmm			o			o	o				o	•
Ti > 850 N/qmm												
Litina		o	o	o		o	o	o			o	o
CuZn	o	o	o	o		o	o	o			o	o
Grafit & GFK												
UNI		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Popis fréz ► DIN ►	Hrubovací frézy											
	844											
Typ fréz	NR	NR	NR	WR	WR	WR	dlouhá	dlouhá	NR	NR	NR	HR
Rezný materiál	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8
Počet břitů	3	3	3	3	3	3	3	3	4-6	4-6	4-6	3-5
Vnitřní chlazení					Vn. chl.							
Povlak		TiAlN				TiAlN		TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN
Rozsah velikosti (Ø mm)	6-40	6-30	6-40	6-30	10-20	6-30	10-30	10-30	6-40	6-32	6-40	4-30
Číslo zboží	192400	192445	192480	192490	192490	192510	192530	192520	192540	192600	192645	192710
▼ skupina materiálu												
Al	o	o	o	•	•	•	•	•	o	o	o	o
Al > 10% Si				o	o	•	o	o				
Ocel < 500 N/qmm	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•
Ocel < 750 N/qmm		•	•						•	•	•	•
Ocel < 900 N/qmm	o	•	o						•	•	•	•
Ocel < 1100 N/qmm									o	•	•	•
Ocel < 1400 N/qmm		o								o	•	o
Ocel > 45 HRC												
INOX < 900 N/qmm		•		o	o	o	o	o		•	•	•
INOX > 900 N/qmm		o								o	o	o
Ti > 850 N/qmm												
Litina	o	o	o						o	o	o	o
CuZn	o	o	o							o	o	o
Grafit & GFK												
UNI	•	•	•						•	•	•	•

• = velmi vhodné; o = podmíněně vhodné

Rezné podmínky najdete v příručce tiskového obrábění GARANT č. 11 0950.

[illegible]

● = velmi vhodné; ○ = podmíněně vhodné



Přehled fréz z TK

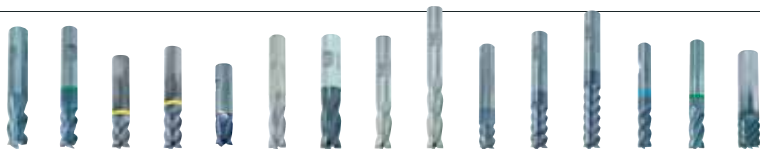
Přehled programu TK fréz – stopkové frézy a hrubovací frézy

Popis fréz ►	Stopková fréza													
DIN ►	Výrobce	Výrobce	Výrobce	6527	6527	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	6527
krátká/dlouhá/bar. kroužek ►	W	W	W	W	W	N	H	H	W	W	W	W	W	N
Typ frézy	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Řezný materiál	1	2	2	2	2	2	2	2	2-3	2-3	2-3	3	3	3
Počet břitů	HSC/HPC	HSC	HSC	HSC	HSC		HSC	HSC	HSC		HSC			(HSC)
Povlak	TiAIN	TiAIN	TiAIN			TiAIN	TiAIN							(TiAIN)
Rozsah velikosti (Ø mm)	1,5 – 12	0,6 – 2,3	0,6 – 2,3	2 – 20	2 – 20	2 – 12	0,6 – 2,3	0,6 – 2,3	4 – 20	6 – 20	4 – 20	2 – 20	3 – 20	3 – 20
Katalogové číslo	20 1020 – 20 1040	20 1080	20 1120	20 1160	20 1240	20 1320	20 1360	20 1400	20 1680	20 1720	20 1730	20 1960	20 2120 – 20 2210	20 2120 – 20 2210
Katalogové číslo staré	20 1300 – 20 2000	20 8400	20 8402	20 2460	20 2410	20 2200	20 0995	20 0998	20 2540	20 2530		20 3200	20 3600 – 20 3660	20 3600 – 20 3660
▼ Materiálová třída														
Hliník	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•
Hliník > 10% Si	•	•	•	•	•	•						•	•	•
Ocel < 500 N/qmm													•	•
Ocel < 750 N/qmm							•						•	•
Ocel < 900 N/qmm							•	•	•				•	•
Ocel < 1100 N/qmm							•	•	•				•	•
Ocel < 1400 N/qmm							•	•	•				•	•
Ocel > 45 HRC							•	•	•				•	•
INOX < 900 N/qmm							•						•	•
INOX > 900 N/qmm							•					•	•	•
Ti > 850 N/qmm														
Ližina							•						•	•
CuZn							•							
GFK/grafit														
UNI													•	•

Popis fréz ►	Stopková fréza													
DIN ►	6527	6527	6527	6527	6527	6527	6527	6527	6527	6527	6527	6527	6527	6527
krátká/dlouhá/bar. kroužek ►	H	H	H	H	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Typ frézy	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Řezný materiál	4 – 10	6 – 10	6 – 10	6 – 10	6 – 8	6 – 8	8 – 16	4 – 6	4 – 6	4 – 6	4 – 6	4 – 6	4 – 6	4 – 6
Počet břitů	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC										
Povlak	TiAIN	TiAIN	TiAIN	TiAIN										
Rozsah velikosti (Ø mm)	2 – 20	6 – 20	12 – 25	6 – 20	6 – 20	5 – 20	6 – 20	3 – 16	4 – 20	4 – 20	4 – 16	4 – 16	6 – 20	6 – 20
Katalogové číslo	20 3210	20 3280	20 3370	20 3380	20 3410	20 3440 – 20 3480	20 3640	20 4005 – 20 4440	20 5010	20 5040	20 5080	20 5130	20 5160	20 5160
Katalogové číslo staré	20 5125	20 5127	20 5128		20 5000	20 5051 – 20 5050	20 5300	20 7800 – 20 7851	20 5610	20 5600	20 5630	20 5620	20 5860	20 5860
▼ Materiálová třída														
Hliník					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Hliník > 10% Si					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 500 N/qmm					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 750 N/qmm					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 900 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 1100 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 1400 N/qmm	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel > 45 HRC	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
INOX < 900 N/qmm					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
INOX > 900 N/qmm					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ti > 850 N/qmm					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ližina	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CuZn									•	•	•	•	•	•
GFK/grafit									•	•	•	•	•	•
UNI					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

• = velmi vhodné; ◦ = omezené použití

Informace



Stopková fréza														
6527	6527	6527	6527	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	6527	6527	6527
				krátká	dlouhá	dlouhá	dlouhá	prodloužená	krátká	dlouhá	prodloužená			krátká
N	N	W	W	N	N	H	N	N	H	H	H	N	N	N
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6 – 8
(HSC)	HSC/HPC	(HSC)	(HSC)						HPC	HPC	HPC	HPC	HPC	
(TIAIN)	TIAIN			TIAIN		TIAIN			TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN
3 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	2 – 14	2 – 25	2 – 25	4 – 20	3 – 25	4 – 20	4 – 20	4 – 20	4 – 20	3 – 20	6 – 20
20 2340 – 20 2320	20 2340	20 2420 – 20 2440	20 2480 – 20 2510	20 2555	20 2640	20 2720	20 2800	20 2840	20 2880	20 2920	20 2960	20 3000	20 3040	20 3160
20 3500 – 20 3560		20 4160 – 20 4150	20 4110 – 20 4100	20 4060	20 4000	20 4020	20 4011	20 4015	20 4070	20 4080	20 4090	20 4400		20 5200
o	o	•	•	o	o	o	o	o				o		o
o	o	•	•	o	o	o	o	o				o		o
•	•			•	•	•	•	•				•		•
•	•			•	•	•	•	•				•		•
•	•			•	•	•	•	•				•		•
•	•			•	•	•	•	•				•		•
•	•			•	•	•	•	•				•		•
o	o			•	o	o	o	•				•		•
•	•			•	o	o	o	•				•		•
												o		
•	•			•	•	•	•	•			•		•	•
•	•			•	•	•	•	•				o		•

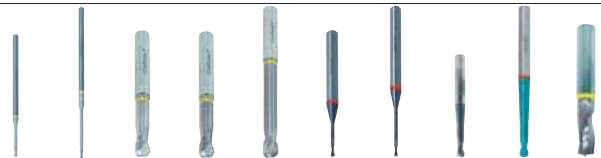
[illegible]

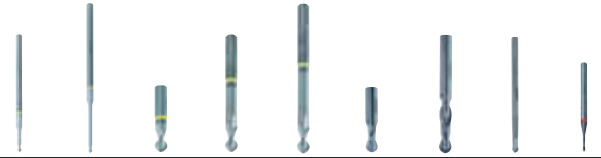
349



Přehled fréz z TK

Přehled programu TK fréz – frézy Torus a rádiusové frézy

										
Popis fréz ►	Fréza Torus									
DIN ►	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce
krátká/dlouhá/bar. kroužek ►	dlouhá	prodloužená			prodloužená	dlouhá	prodloužená		prodloužená	dlouhá
Typ frézy	W	W	W	W	W	H	H	N	H	W
Rezní materiál	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Počet břitů	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2 – 3
HSC/HPC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC
Povlak	TiAIN	TiAIN		TiAIN	TiAIN	TiAIN	TiAIN	TiAIN	TiAIN	TiAIN
Rozsah velikostí (Ø mm)	0,6 – 2,3	0,6 – 2,3	3 – 16	3 – 16	3 – 16	0,6 – 2,3	0,6 – 2,3	1 – 4	0,8 – 12	4 – 20
Katalogové číslo	206010	206030	206040	206060	206080	206100	206120	206140	206160	206220
Katalogové číslo staré	208410	208412	202500	202520	202525	201000	201010	202598		
▼ Materiálová třída										
Hliník	●	●	●	●	●			○	○	●
Hliník > 10% Si	●	●	●	●	●			○	○	
Ocel < 500 N/qmm										
Ocel < 750 N/qmm										
Ocel < 900 N/qmm						●	●	●	●	
Ocel < 1100 N/qmm						●	●	●	●	
Ocel < 1400 N/qmm						●	●	●	●	
Ocel > 45 HRC						●	●	○	○	
INOX < 900 N/qmm									●	
INOX > 900 N/qmm								○	○	
Ti > 850 N/qmm										
Litina								●	●	
CuZn	●	●	●	●	●					
GFK/grafit				○	○					
UNI								●		

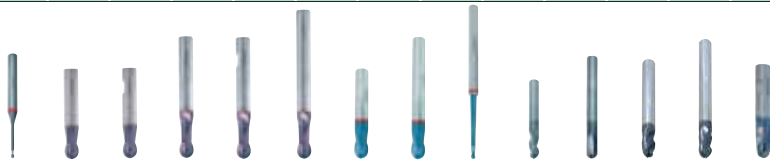
										
Popis fréz ►	Fréza Torus									
DIN ►	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce
krátká/dlouhá/bar. kroužek ►	dlouhá	prodloužená	krátká	dlouhá	prodloužená		prodloužená	prodloužená		dlouhá
Typ frézy	W	W	W	W	W	N		H		H
Rezní materiál	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM		VHM
Počet břitů	2	2	2	2	2	2	2	2		2
HSC/HPC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC		HSC		HSC
Povlak	TiAIN	TiAIN	TiAIN	TiAIN	TiAIN			TiAIN		TiAIN
Rozsah velikostí (Ø mm)	0,6 – 2,3	0,6 – 2,3	3 – 20	3 – 20	3 – 16	1 – 20	3 – 20	1 – 10	0,6 – 2,3	
Katalogové číslo	207000	207020	207030	207070	207090	207105	207135	207175	207215	
Katalogové číslo staré	208420	208422	206900	206920	206922	207050	207080	207140	201050	
▼ Materiálová třída										
Hliník	●	●	●	●	●	○	○	○		
Hliník < 10% Si	●	●	●	●	●	○	○	○		
Ocel < 500 N/qmm									●	
Ocel < 750 N/qmm						●	●	●	●	
Ocel < 900 N/qmm						●	●	●	●	●
Ocel < 1100 N/qmm						●	●	●	●	●
Ocel < 1400 N/qmm								●	●	●
Ocel > 45 HRC								●	●	●
INOX < 900 N/qmm						●	●	●		
INOX > 900 N/qmm						○				
Ti > 850 N/qmm										
Litina			●	●	●		●	●		
CuZn	●	●	●	●	●	○	○			
GFK/grafit			○	○	○					
UNI						●	●	●		

● = velmi vhodně; ○ = omezené použití

Informace



Fréza Torus											
Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	6527	6527	6527	6527	Výrobce	Výrobce
	krátká	dlouhá	krátká	dlouhá	prodloužená	dlouhá	prodloužená	krátká	dlouhá	prodloužená	prodloužená
H	H	H	H	H	N	H	H	H	H	H	N
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
4	4	4	4	4	4	6 – 8	6 – 8	6 – 10	6 – 10	6 – 10	6 – 10
HSC/HPC	HSC	HSC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC
TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN	TIAIN
6 – 20	1 – 20	1 – 20	3 – 16	3 – 16	7 – 17	6 – 20	6 – 20	6 – 20	6 – 20	12 – 20	6 – 20
206240	206280	206300	206320	206340	206360	206380	206400	206420	206440	206460	206480
	204300	204320			204350	205070	205120	205125	205127	205128	
○					○						○
●					●	●	●	●	○	○	●
●	●	●	○	○	●	●	●	○	○	○	●
●	●	●	○	○	●	●	●	○	○	○	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●			●	●	●			●	●
					○						●

[illegible]



Přehled fréz z TK











Přehled programu TK fréz – speciální frézy, PKD a diamantové

Informace

Popis fréz ►		Speciální frézy									
DIN ►		Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce
krátká/dlouhá/bar. kroužek ►		douhá	60°	90°	120°	90°	90°	60°	60°	90°	
Typ frézy		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Řezný materiál		VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
Počet břitů		4	1	2	2	4	4	4	4	4	4
Povlak		TiAlN								TiAlN	TiAlN
Rozsah velikosti (Ø mm)		0,5 – 6	3 – 6	3 – 12	3 – 12	4 – 12	4 – 12	4 – 12	4 – 12	4 – 12	6 – 12
Katalogové číslo		208020	208040	208070	208090	208110	208120	208140	208160	208180	
Katalogové číslo staré		207410	208200	208210	208220	208000	208010	208050	208060	208110	
▼ Materiálová třída											
Hliník		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Hliník < 10% Si		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 500 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 750 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 900 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 1100 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel < 1400 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ocel > 45 HRC		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
INOX < 900 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
INOX > 900 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ti > 850 N/qmm		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Litina		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CuZn											
GFK/Graphit		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
UNI		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Popis fréz ►		Stopková fréza		Fréza Torus				Radiusová fréza			
DIN ►		Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce	Výrobce
krátká/dlouhá/bar. kroužek ►		prodloužená	prodloužená	douhá	prodloužená	prodloužená	prodloužená	douhá	prodloužená	douhá	prodloužená
Typ frézy		W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Řezný materiál		PKD	PKD	VHM	VHM	VHM	PKD	PKD	VHM	VHM	PKD
Počet břitů		1-2	1-2	2	2	2	1-2	1-2	2	2	1-2
HSC		HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC
Povlak				diamant	diamant	diamant		diamant	diamant	diamant	
Rozsah velikosti (Ø mm)		2-12	2-12	0,6-2,3	0,6-2,3	2-12	2-12	0,6-2,3	0,6-2,3	1-12	1-12
Katalogové číslo		209015	209020	209040	209060	209080	209115	209120	209140	209165	209185
Katalogové číslo staré		209150	209160	209000	209010	209025	209030	209170	209180	209100	209110
▼ Materiálová třída											
Hliník		•	•					•	•		•
Hliník < 10% Si		•	•					•	•		•
Ocel < 500 N/qmm											
Ocel < 750 N/qmm											
Ocel < 900 N/qmm											
Ocel < 1100 N/qmm											
Ocel < 1400 N/qmm											
Ocel > 45 HRC											
INOX < 900 N/qmm											
INOX > 900 N/qmm											
Ti > 850 N/qmm											
Litina											
CuZn											
GFK/Graphit		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

• = velmi vhodné; ◦ = omezené použití

Popis typů nástrojů

Typ	Příklady	Použití jednotlivých typů nástrojů
N		Dokončovací fréza pro malý až střední úběr materiálu. Typ N je vhodný k obrábění velmi širokého spektra materiálů (oceli, litina, barevné nebo lehké kovy a plasty) s normální pevností a tvrdostí. Typ N vytváří velmi dobré povrchy.
NF		Fréza s děliči třísek, které snižují řeznou sílu a usnadňují odvod třísek (hrubovací profil). Typ NF je vhodný pro malý až velký úběr, pro velmi široké spektrum materiálů (oceli, litina, barevné či lehké kovy a plasty). Jakost povrchu je v některých případech postačující.
NR		Hrubovací fréza s normálním dělením žlábků pro střední až velký úběr materiálu. Profil umožňuje obrábět velké objemy za časovou jednotku. Typ NR je vhodný pro velmi široké spektrum materiálů (oceli, litina, barevné či lehké kovy a plasty) až do střední pevnosti. Většinou je nutné obrábět ještě načisto.
W		Dokončovací fréza pro malý a střední úběr materiálu. Typ W je vhodný speciálně k obrábění měkkých a houževnatých materiálů, resp. materiálů tvořících dlouhé třísky, jako jsou hliníkové a měděné slitiny a plasty. Typ W zaručuje velmi dobré povrchy.
WF		Fréza s děliči třísek, které snižují řeznou sílu a usnadňují odvod třísek (hrubovací profil). Typ WF je vhodný pro malý až velký úběr, pro měkké a houževnaté materiály, resp. materiály tvořící dlouhé třísky, jako jsou hliníkové a měděné slitiny a plasty. Jakost povrchu je v některých případech postačující.
WR		Hrubovací fréza s normálním dělením žlábků pro střední až velký úběr materiálu. Profil umožňuje obrábět velké objemy za časovou jednotku. Typ WR je vhodný pro měkké a houževnaté materiály, resp. materiály tvořící dlouhé třísky, jako jsou hliníkové a měděné slitiny a plasty. Většinou je nutné obrábět ještě načisto.
H		Dokončovací fréza pro malý a střední úběr materiálu. Typ H je vhodný speciálně k obrábění tvrdých materiálů, resp. materiálů tvořících krátké třísky, jako jsou ocel (i kalená) a litina. Typ H zaručuje velmi dobré povrchy.
HF		Fréza s děliči třísek, které snižují řeznou sílu a usnadňují odvod třísek (hrubovací profil). Typ HF je vhodný pro malý až velký úběr, pro tvrdé materiály, resp. materiály tvořící krátké třísky, jako jsou ocel a litina. Jakost povrchu je v některých případech postačující.
HR		Hrubovací fréza s normálním dělením žlábků pro střední až velký úběr materiálu. Profil umožňuje obrábět velké objemy za časovou jednotku. Typ HR je vhodný pro tvrdé materiály, resp. materiály tvořící krátké třísky, jako jsou ocel a litina. Většinou je nutné obrábět ještě načisto.



Přehled fréz s vyměnitelnými břitovými destičkami



SECO ■ Frézovací program

Informace











		Použití: ● = ideální ○ = vhodné				P	M	INOX	K	Litina	N	Al, N2	S	Titan	H	> 45 HRC		
				Označení	Počet stran													
Přehled druhů tvrdokovu pro frézování																		
P	M	K	N	S	H	Přehled druhů frézování GARANT												
Fréza s rádiusovou vym. destičkou a systémem vyměnitelných hlav																		
Rovinné frézování, 43°, 45° a 75°																		
	GARANT 75°-Frézovací hlava pro rovinné frézování 21 3100			Ø v mm 63 – 125	SPN 1203..	262	●	○	●	○							●	
	GARANT-Opto 43°-Frézovací hlava pro rovinné frézování 21 3300			Ø v mm 32 – 125	OFHX 050405	263	●	●	●	●	●						●	
	GARANT 45°-Frézovací hlava pro rovinné frézování 21 3700, 21 3800			Ø v mm 50 – 250 63 – 160	SEKN 1203..	264	●	●	●	●	●	○					● částečně bez vn. chlazení	
	GARANT 45°-Frézovací hlava pro rovinné frézování 21 4200			Ø v mm 32 – 160	SEKA 1204..	265	●	●	○	●	○						● částečně bez vn. chlazení	
	GARANT-Vicezubá 45° stopková fréza 45° hlava pro rov. frézování 21 4400			Ø v mm 16 – 100	SDHX 0903..	266	●	●	●	●	●	○					●	
Rovinné a kopírovací frézování																		
	GARANT Kopírovací a rovinná fréza 21 4680 – 21 4730			15 – 35 20 – 52 24 – 125 52 – 125	RD.. 0702.. RD.. 1003.. RD.. 12T3.. RD.. 1604..	268 – 269	●	○	●	●	●	●	●				●	
	GARANT Vrtávací fréza pro hliník a N2 kovy 21 5000			Ø v mm 32 – 80	VCGT 2205..	267				●							●	
Rohové frézování 90°																		
	GARANT 4-břítá destička 90° stopk. fréza 90° rohová frézovací hlava 21 5050			Ø v mm 25 – 80	SOMT 09T3..	270	●	●	●	●	●	○					●	
	GARANT 90° stopk. fréza 90° rohová frézovací hlava 21 5098 – 21 5100			Ø v mm 25 – 40 40 – 100	APKT 1604..	271	●	●	●	●	●	●					●	
	GARANT-Softcut 90°-Program frézování rohů 21 5180 – 21 5550			Ø v mm 10 – 100	ANGT 1606.. ANMT 1003..	272 – 273	●		○	●	●						●	
	GARANT-Softcut 2 90°-Program frézování rohů 21 5800 – 21 5870			Ø v mm 10 – 80	APKT 1003..	274 – 275	●	●	●	●	●	●					●	
Zvláštní frézy																		
	45° fazečková fréza a zahlubovací fréza 21 6100 – 21 6660			Ø v mm 8 – 25	SDLX 090308 W30 14-.. W30 26-.. W30 32-..	276 – 277	●	●	●	●	●	○					● částečně bez vn. chlazení	
	GARANT Vrtávací tyč 21 7200 – 21 7360			Ø v mm 9,8 – 31,8	MPHX 060202	278 – 279	●	●	●	●	●	○					● částečně bez vn. chlazení	
Upínací trny pro šroubovací hlavy																		
	SK 40 / HSK A 63 Prodloužení / redukce MK upínáče 21 6800 – 21 6980					281 – 282	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	
Kotoučové frézy																		

Přehled fréz s vyměnitelnými břitovými destičkami



SECO ■ Frézovací program

Informace

SECO		Použití: ● = ideální ○ = vhodně		P	M	K	N	S	H	U
		Označení	Počet stran	Ocel	INOX	Litina	Al, NiZ	Titan	> 45 HRC	
Přehled druhů tvrdokovu pro frézování										
P	M	K	N	S	H	Přehled druhů fréz SECO				
Fréza s rádiusovou vyměnitelnou destičkou a systémem vyměnitelných hlav						257				
	Seco Minimaster Vrtací, srážecí, rohové, drážkové a kopírovací hlavy 21 0100 – 21 2710		Ø v mm 8 – 16	258 – 261	●	●	●	○	●	● (● částečně bez vnitr. chlazení)
Rovinné frézování, 43°, 45° a 75°										
	SECO Ocotmil 07 R220.43-07.. 22 2000	Ø v mm 63 – 315	OFE. 070405	283	●	●	●	●	●	
Rovinné a kopírovací frézování										
Rohové frézování 90°										
	SECO Superturbo R217.69-12.. 22 3050 – 22 3070	Ø v mm 20 – 100	XOMX 1204..	284 – 285	●	●	●	●	○	●
	SECO Microturbo 217.69-09 22 3130 – 22 3150	Ø v mm 20 – 40	XOMX 0903..	286 – 287	●	●	●	●		●
	SECO Nanoturbo 217.69-06 22 3230 – 22 3240	Ø v mm 10 – 40	XOMX 0602..	288	●	●	●	●	●	●
Zvláštní frézy										
	SECO Fréza na T-drážky R395.19.. 22 5000	Ø v mm 25 – 50	CCMX 060304 CCMX 08T308 CCMX 09T308 SCET 120612T..	289	●	●	●	○	○	● (● částečně bez vnitr. chlazení)
Upínací trny pro šroubovací hlavy										
	SK 40 / SK 40 MasBT SK 50 / HSK 63 / HSK 100 Prodloužení / redukce a upínáče Weldon M8, M10, M12, M16 různé délky			290	●	●	●	●		●
Kotoučové frézy										
	SECO Kotoučové frézy, upnuté, pevné, R335.10.. 22 6001 – 22 6010	Ø v mm 63 – 160	150.10-2.5.. do 150.10-4..	291	●	●	●	●	○	
	SECO Kotoučové frézy, šroubované, pevné, R335.19.. 22 6050 – 22 6065	Ø v mm 63 – 160	335.19-1102.. do 335.19-12045..	292	●	●	●	●	●	
	SECO Kotoučové frézy, šroubované, nastavitelné, R335.18.. 22 6150 – 22 6155	Ø v mm 80 – 200	LNK.0605.. LNK.0805..	293	●	●	●	●	●	



1 Frézování

Frézování je třískové obrábění s geometricky určeným ostřím pro vytváření

- rovinných a zakřivených ploch,
- drážek, šroubových drážek nebo
- ozubení a závitů

1.1 Postup při frézování

Principiálně se frézování rozděluje podle *tabulky 8.1* na:

Obvodové frézování		Čelní frézování
Sousledné frézování	Nesousledné frézování	Sousledné a nesousl. frézování
<p>Sousledné frézování</p>	<p>Sousledné frézování</p>	<p>Sousledné a nesousl. frézování</p>

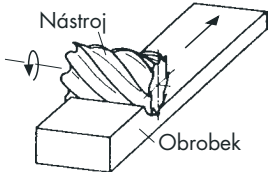
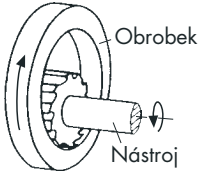
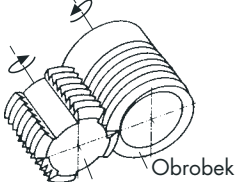
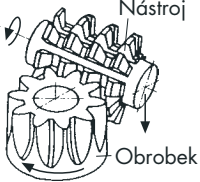
Tabulka 8.1 Rozdělení metod frézování



Obr. 8.1 Frézování převodové skříně

1.2 Rozdělení metod frézování

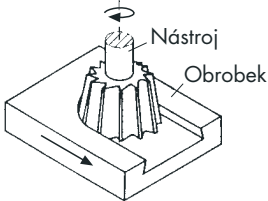
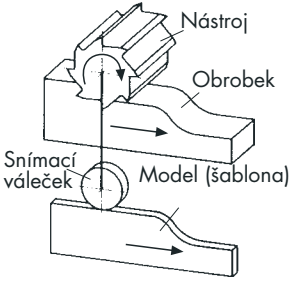
Metody frézování mohou být podle normy DIN 8589 část 3 rozděleny na:

<p><u>Rovinné frézování</u> Lineární posuvný pohyb Rovinné plochy <u>Varianty:</u> Obvodové rovinné frézování (obr.) Čelní rovinné frézování Čelní obvodové frézování</p>	<p><u>Frézování válcových ploch</u> Kruhový posuvný pohyb Kruhové válcové plochy <u>Varianty:</u> Frézování vnějších válcových ploch Frézování vnitřních válc. ploch (obr.)</p>
	
<p><u>Šroubovitě frézování</u> Šroubovitý posuvný pohyb Šroubovité plochy <u>Varianty:</u> Závítové frézování (obr. s více-profilovým nástrojem, viz. též kapitola "Závít") Válcové frézování šneků</p>	<p><u>Odvalovací frézování</u> Profilovaná fréza Současný posuvný a valivý pohyb Rovinné nebo prostorové plochy <u>Varianta:</u> frézování ozubených kol (obr.)</p>
	

Tabulka 8.2 Metody frézování - pokračování na další straně



Tabulka 8.2 Metody frézování - pokračování

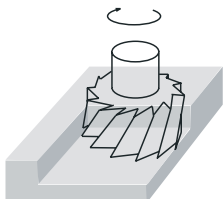
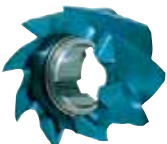
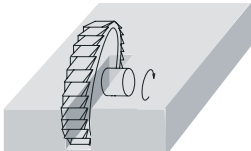

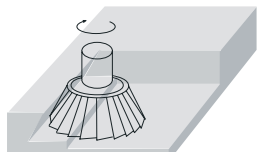

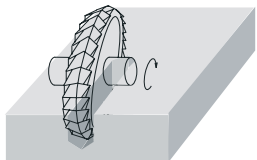

<p><u>Frézování profilů</u> Profil frézy se zobrazuje na obrobku Varianty: Podélné frézování profilů (obr.) Válcové frézování profilů</p>	<p><u>Frézování tvarů</u> Řízený posuvný pohyb Libovolné rovinné a prostorové plochy Varianty: Volné tvarové frézování Kopírovací frézování (obr.) NC tvarové frézování</p>
	



Obr. 8.2 Čelní obvodové rovinné frézování

2 Frézy

Ke každé aplikaci se hodí několik variant fréz. Výběr je k dispozici v *tabulkách 8.3 až 8.5*.

Princip	Popis	Příklad Frézy GARANT
	Válcové čelní frézy k frézování rohů a rovinných ploch	
	Kotoučové frézy k frézování drážek	
	Úhlová čelní fréza k frézování úhlových vedení	
	Nástrčná úhlová fréza k frézování prismatických vedení	

Tabulka 8.3 Nástrčné frézy - pokračování na další straně







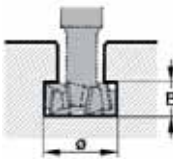

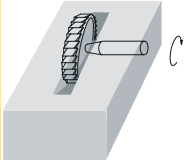

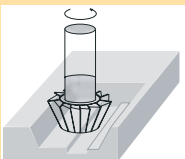

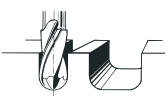

Tabulka 8.3 Nástrčné frézy - pokračování

Princip	Popis	Příklad Frézy GARANT
	<p>Radiusová fréza s půlkruhprofilem k frézování půlkruhových vedení (konkávních a konvexních)</p>	

Frézovací hlava pro rovinné frézování	Rohová frézovací hlava

Tabulka 8.4 Frézovací hlavy

Informace o **frézovacích vyměnitelných břitových destičkách**, pokud jde o jejich rozdělení a označení podle norem ISO, resp. utvářečů třísek naleznete v kapitole "Soustružení", odstavec 5.2.2.

Princip	Popis	Příklad frézy GARANT
	Drážkovací fréza (2- nebo 3-břitové) pro klínové drážky a kapsy	
	Stopkové frézy pro hluboké drážky a periferní fasety	
	Fréza na T-drážky k frézování drážek tvaru T	
	Drážkovací fréza k frézování drážek pro pero	
	Úhlová fréza k frézování úhlových vedení	
	Kopírovací fréza (fréza na zápustky) ke kopírování kapes a konturovému frézování, pro úpravy povrchů	

Tabulka 8.5 Stopkové frézy



3 Parametry řezů a třísek, potřebné síly a výkon

Řezná rychlost v_c a tedy i počet otáček n stejně jako rychlost posuvu v_f se vypočítávají podobně jako při soustružení pouze s tím rozdílem, že u frézování je do výpočtů zahrnut průměr nástroje D . Dostáváme tedy následující rovnice:

$$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

v_c řezná rychlost [m/min] (rov. 8.1)
 D Ø obrobku (soustruž.) / Ø nástroje (frézování) [mm]
 n počet otáček [ot./min]

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n$$

v_f rychlost posuvu [mm/min] (rov. 8.2)
 f_z posuv na břit [mm/Z]
 z počet břitů
 n počet otáček [ot./min]

Průřez třísky A při frézování se v principu vypočítává analogicky k soustružení. Protože však při frézování na rozdíl od soustružení nevzniká během obrábění konstantní tloušťka třísky, počítá se u frézování s průměrnou tloušťkou třísek h_m .

$$A = f \cdot a_p = b \cdot h_m$$

A průřez třísky [mm²] (rov. 8.3)
 f posuv [mm/ot.]
 a_p hloubka řezu [mm]
 b šířka třísky [mm]
 h_m průměrná tloušťka třísky [mm]

Níže jsou podrobněji popsány početní vztahy pro čelní a obvodové frézování.

3.1 Čelní frézování

Výpočet úhlu řezného oblouku φ_s při čelním frézování je znázorněn na obr. 8.3. Určení parametrů U_1 a U_2 se obvykle provádí podle náběhové (vztažné) hrany. Platí následující vztahy:

$$\varphi_s = \varphi_2 - \varphi_1$$

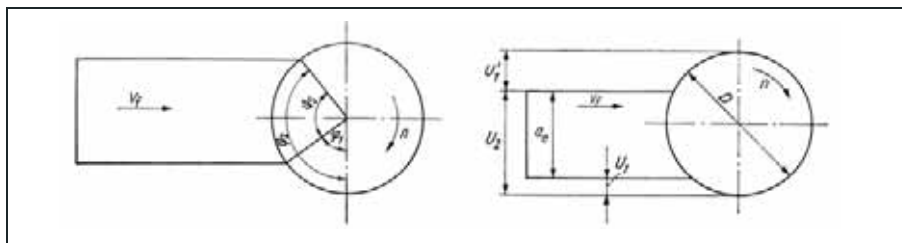
φ_s úhel řezného oblouku [°] (rov. 8.4)
 $\varphi_1; \varphi_2$ viz. obr. 8.3

$$\cos \varphi_1 = 1 - \frac{2U_1}{D}$$

(rov. 8.5)

$$\cos \varphi_2 = 1 - \frac{2U_2}{D}$$

(rov. 8.6)



Obr. 8.3 Úhel řezného oblouku a výpočetní parametry při čelním frézování

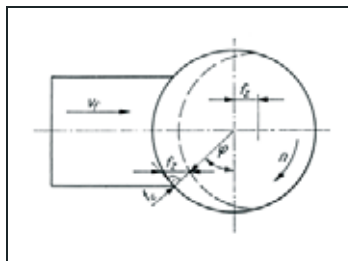
Průměrná tloušťka třísky h_m plyne ze vzorce (viz. obr. 8.4):

$$h_m = \frac{114,6^\circ}{\varphi_s^\circ} f_z \sin \kappa \frac{a_e}{D}$$

h_m průměrná tloušťka třísky [mm]
 φ_s úhel řezného oblouku [°]
 f_z posuv na zub [mm/Z]
 a_e šířka záběru [mm]
 D průměr nástroje [mm] (rov. 8.7)

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa}$$

b šířka třísky [mm]
 a_p hloubka řezu [mm]
 κ úhel záběru [°] (rov. 8.8)



Obr. 8.4
Řezné podmínky při čelním frézování

Výpočet **specifické řezné síly** k_c se musí provádět v závislosti na průměrné tloušťce třísky h_m (rov. 8.9).

$$k_c = \frac{k_{c1,1}}{h_m^m}$$

k_c specifická řezná síla [N/mm²] (rov. 8.9)
 $k_{c1,1}$ hlavní hodnota specifické řezné síly [N/mm²] (viz. kapitola "Materiály")
 h_m průměrná tloušťka třísky [mm]
 m nárůst (závislý na materiálu - viz. kapitola "Materiály")

Rovnice pro určení **průměrné řezné síly na břit** F_{cmz} pak vypadá takto:

$$F_{cmz} = b \cdot h_m \cdot k_c \cdot K_g \cdot K_v \cdot K_{ver}$$

b šířka třísky [mm]
 h_m průměrná tloušťka třísky [mm] (rov. 8.10)
 k_c specifická řezná síla
 K_g, K_v, K_{ver} korekční faktory (viz. tabulka 2.11)

Řezný výkon P_c plyne ze vzorce:

$$P_c = \frac{F_{cmz} \cdot v_c \cdot z_{iE}}{60\,000}$$

P_c řezný výkon [kW]
 F_{cmz} průměrná řezná síla na břit [N]
 v_c řezná rychlost [m/min]
 z_{iE} počet zubů nacházejících se v záběru (rov. 8.11)

$$z_{iE} = \frac{\varphi_s \cdot z}{360^\circ}$$

φ_s úhel řezného oblouku [°]
 z počet zubů (rov. 8.12)

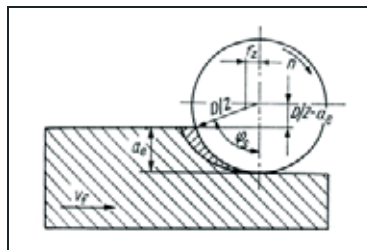
Počet zubů nacházejících se v záběru z_{iE} je čistě početní veličina, která se nezaokrouhuje. **Hnací výkon** P_a plyne ze vzorce:

$$P_a = \frac{P_c}{\eta}$$

P_a hnací výkon [kW]
 P_c řezný výkon [kW]
 η účinnost (rov. 8.13)

3.2 Obvodové (válcové) frézování

Obr. 8.5 znázorňuje podmínky záběru při obvodovém frézování.



Obr. 8.5
Podmínky záběru při obvodovém frézování

Pro obvodové frézování lze učinit následující **zjednodušení**:

$$\kappa = 90^\circ$$

$$\varphi_s = \varphi_2 \text{ protože } \varphi_1 = 0$$

Navíc je šířka třísky b rovna šířce záběru a_e . Platí tedy pro úhel řezu φ_s :

$$\cos \varphi_s = \frac{\frac{D}{2} - a_e}{\frac{D}{2}} = 1 - \frac{2a_e}{D}$$

$$\begin{array}{ll} D & \text{průměr nástroje [mm]} \\ a_e & \text{šířka záběru [mm]} \end{array} \quad (\text{rov. 8.14})$$

Průměrná **tloušťka třísky** h_m se určuje následujícím způsobem:

$$h_m = \frac{114,6^\circ}{\varphi_s^\circ} \cdot f_z \cdot \frac{a_e}{D}$$

$$\begin{array}{ll} \varphi_s & \text{úhel řezu [°]} \\ f_z & \text{posuv na zub [mm/Z]} \\ a_e & \text{šířka záběru [mm]} \\ D & \text{průměr nástroje [mm]} \end{array} \quad (\text{rov. 8.15})$$

Průměrná řezná síla na břit F_{cmz} pro obvodové frézování pak plyne ze vzorce:

$$F_{cmz} = b \cdot h_m \cdot k_c \cdot K_g \cdot K_v \cdot K_{Ver}$$

$$\begin{array}{ll} b & \text{šířka třísky [mm]} \\ h_m & \text{průměrná tloušťka třísky [mm]} \\ k_c & \text{specifická řezná síla [N/mm}^2\text{]} \\ K_g, K_v, K_{Ver} & \text{korekční faktory (viz. tabulka 2.11)} \end{array} \quad (\text{rov. 8.16})$$

Výpočet výkonu se provádí analogicky k čelnímu frézování.

Pro hrubování platí:

$$l_a = 1,5 + \frac{D}{2} - 0,5 \cdot \sqrt{D^2 - a_e^2}$$

$$l_u = 1,5$$

$$l_a + l_u = 3 + \frac{D}{2} - 0,5 \cdot \sqrt{D^2 - a_e^2}$$

l_a dráha náběhu [mm]
 l_u dráha přeběhu [mm] (rov. 8.18)
 D průměr nástroje [mm]
 a_e šířka záběru [mm]

Pro dokončování platí:

$$l_a + l_u = 3 + D$$

l_a dráha náběhu [mm]
 l_u dráha přeběhu [mm] (rov. 8.19)
 D průměr nástroje [mm]

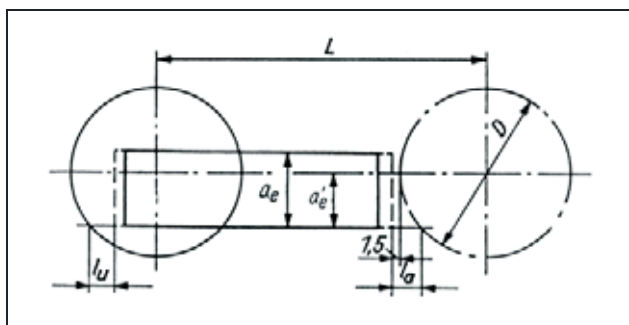
4.1.2 Dráhy náběhu a přeběhu při mimostředném čelním frézování

Pro mimostředné čelní frézování (**střed frézy není na středu obrobku, ale je uvnitř něho**) platí při **obrábění nahrubo** následující vztahy (obr. 8.7):

$$l_a + l_u = 3 + \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - a_e'^2}$$

l_a dráha náběhu [mm]
 l_u dráha přeběhu [mm] (rov. 8.20)
 D průměr nástroje [mm]
 a_e' specifická šířka záběru [mm]

Obr. 8.7
Náběh a přeběh při
mimostředném čelním
frézování (obrábění
nahrubo)





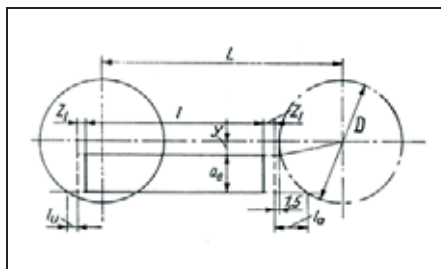
Ve speciálním případě, kdy **střed frézy není uvnitř obrobku**, platí pro **hrubování** vztahy podle *obr. 8.8*.

$$l_a + l_u = 3 - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - y^2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot (a_e - y)^2}$$

l_a dráha náběhu [mm]
 l_u dráha přeběhu [mm] (rov. 8.21)
 D průměr nástroje [mm]
 a_e šířka záběru [mm]
 y vzdálenost od středu frézy [mm]

Obr. 8.8

Náběh a přeběh při mimostředním čelním frézování - speciální případ (obrábění nahrubo)



Pro **obrábění načisto** platí při mimostředním frézování ve všech případech analogicky ke středovému čelnímu frézování *rov. 8.19*:

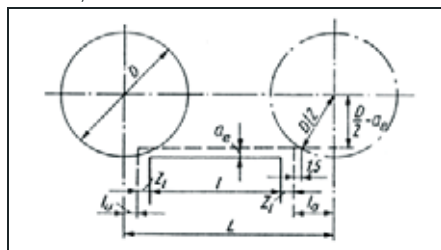
$$l_a + l_u = 3 + D$$

l_a dráha náběhu [mm]
 l_u dráha přeběhu [mm] (rov. 8.19)
 D průměr nástroje [mm]

4.2 Obvodové (válcové) frézování

Podmínky při obvodovém frézování jsou znázorněny na *obr. 8.9*. Při obrábění nahrubo nemusí fréza úplně vyjždět; stačí, když středová osa frézy zajede pouze 1,5 mm za konec obrobku. Pro **obrábění nahrubo** tedy platí:

$$l_a + l_u = 3 + \sqrt{D \cdot a_e - a_e^2} \quad (\text{rov. 8.22})$$



Obr. 8.9 Náběh a přeběh při obvodovém frézování

Pro **dokončování** platí:

$$l_a + l_u = 3 + 2\sqrt{D \cdot a_e - a_e^2}$$

l_a dráha náběhu [mm]
 l_u dráha přeběhu [mm] (rov. 8.23)
 D průměr nástroje [mm]
 a_e šířka záběru [mm]

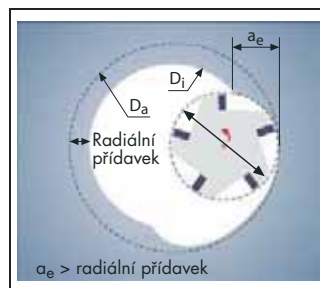
5 Výpočet řezných hodnot

5.1 Pracovní hodnoty při kruhové interpolaci

5.1.1 Kruhové vnitřní a vnější frézování

Skutečná radiální hloubka řezu (šířka záběru a_e) se při kruhovém frézování se 2 nebo 3 osami (spirálová interpolace) nesmí ztotožňovat s radiálním přídávkem na obrábění.

Při zvětšování existujících otvorů je třeba pro výpočet rychlosti posuvu použít hodnotu určenou podle rov. 8.24 (viz. obr. 8.10).



Obr. 8.10

Podmínky záběru při
kruhovém vnitřním frézování

$$a_e = \frac{D_a^2 - D_i^2}{4(D_a - D_{wz})}$$

a_e šířka záběru (radiální hloubka řezu) [mm]

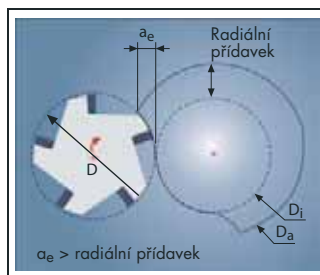
D_a vnější (zvětšený) průměr [mm]

D_i vnitřní (existující) průměr otvoru [mm]

D_{wz} průměr frézy [mm]

(rov. 8.24)

Při obrábění vnějších kontur je třeba pro výpočet rychlosti posuvu použít hodnotu určenou podle rov. 8.25 (viz. obr. 8.11).



Obr. 8.11

Podmínky záběru při
kruhovém vnějším frézování

$$a_e = \frac{D_a^2 - D_i^2}{4(D_i + D_{wz})}$$

a_e šířka záběru (radiální hloubka řezu) [mm]

D_a vnější (zvětšený) průměr [mm]

D_i vnitřní (existující) průměr otvoru [mm]

D_{wz} průměr frézy [mm]

(rov. 8.25)



5.1.2 Zanořování

Aby se při kruhovém zanořování nepřetěžoval nástroj a nedocházelo k vibracím, je třeba v zanořovací křivce postupně najíždět na plnou hloubku řezu. Je-li nezbytné zanořovat v radiálním směru, musí se snížit rychlost posuvu v_f na polovinu vypočítané hodnoty.



Obr. 8.12
Přisuv v zanořovací křivce
(doporučená metoda)



Obr. 8.13
Radiální zanořování
(snížte posuv!)

5.1.3 Určení rychlosti posuvu vzhledem ke středu nástroje

Při výpočtu rychlosti posuvu pomocí průměrné tloušťky třísky h_m (viz. též rov. 8.15) pro frézování ve 2 nebo 3 osách (spirálová interpolace) je třeba vztahovat rychlost posuvu vždy ke středu nástroje a nikoli k periférii. Platí následující rovnice:

Vnitřní frézování:

$$v_f = \frac{(D_a - D_{wz}) \cdot n \cdot z_{eff} \cdot f_z}{D_a}$$

D_a vnější (zvětšený) průměr [mm]
 D_{wz} průměr frézy [mm]
 n počet otáček [min^{-1}]
 z_{eff} efektivní počet zubů
 f_z posuv na břit [mm/Z]

(rov. 8.26)

Vnější frézování:

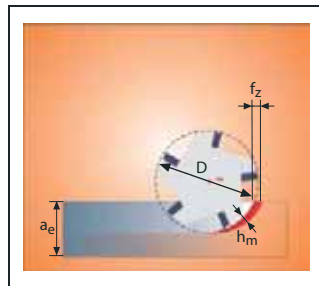
$$v_f = \frac{(D_i + D_{wz}) \cdot n \cdot z_{eff} \cdot f_z}{D_i}$$

D_i vnitřní (existující) průměr otvoru [mm]
 D_{wz} průměr frézy [mm]
 n počet otáček [min^{-1}]
 z_{eff} efektivní počet zubů
 f_z posuv na břit [mm/Z]

(rov. 8.27)

5.2 Pracovní hodnoty při frézování pravoúhl. vybrání

Je-li šířka záběru a_e (radiální hloubka řezu) při rohovém frézování menší než polovina průměru frézy D , musí se zvýšit posuv na zub f_z , aby průměrná tloušťka třísky h_m (viz. též rov. 8.15) zůstala konstantní.



Obr. 8.14
Podmínky záběru při frézování pravoúhl. vybrání

Pro výpočet se dá při poměru $a_e/D < 30\%$ použít následující rovnice:

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D}} \cdot \sin \kappa$$

- h_m průměrná tloušťka třísky [mm] (rov. 8.28)
 f_z posuv na zub [mm/Z]
 a_e šířka záběru (radiální hloubka řezu) [mm]
 D průměr frézy [mm]
 κ úhel nastavení (viz. kapitola "Základy", odstavec 1.4.1.4)

resp.

$$f_z = h_m \cdot \sqrt{\frac{D}{a_e}} \cdot \frac{1}{\sin \kappa}$$

- f_z posuv na zub [mm/Z] (rov. 8.29)
 h_m průměrná tloušťka třísky [mm]
 D průměr frézy [mm]
 a_e šířka záběru (radiální hloubka řezu) [mm]
 κ úhel nastavení (viz. kapitola "Základy", odstavec 1.4.1.4)





6 Vlivy na výsledek frézování a řešení problémů

6.1 Volba průměru frézy

Volba průměru frézy závisí na šířce obrobku B , resp. šířce záběru a_e . Aby byly zaručeny příznivé podmínky záběru při frézování, používají se následující vztahy:

- Pro **materiály tvořící krátké třísky**, např. litinu:

$$D = 1,4 \cdot B$$

D průměr nástroje
 B šířka obrobku

(rov. 8.30)

- Pro **materiály tvořící dlouhé třísky**, např. ocel:

$$D = 1,6 \cdot B$$

D průměr nástroje
 B šířka obrobku

(rov. 8.31)

Přitom platí:

$$D_{\max} = 1,5 \cdot d$$

D_{\max} max. průměr nástroje
 d průměr vřetena frézy

(rov. 8.32)

6.2 Volba polohy frézy

Úspěšné obrábění závisí např. na poloze frézy a kontaktu břitů při zajíždění a vyjíždění z obrobku.

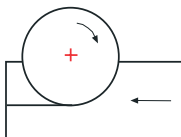


kladný

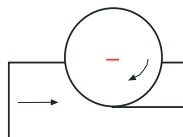


záporný

Pro prodloužení životnosti nástroje se doporučuje pracovat sousledně.



kladný



záporný

7 Používání fréz

7.1 Rovinné frézování



Obr. 8.15 - GARANT frézovací hlava
pro rovinné frézování

Příklad použití:

Rovinné frézování tvarových dílů

Použitelné parametry:

Materiál: C 45W (1,1730)
(materiálová skupina GARANT 8,0, kapitola "Materiály", odstavec 1)

Nástroj: 45° rovinná frézovací hlava s vyměnitelnými břitovými destičkami,
Průměr 63 mm / 10 břitů

Břítová
destička: SDHX, P25 s povlakem TiC/TiN

Upnutí nástroje: HSK 63 A

<u>Řezné parametry:</u>	Řezná rychlost	$v_c = 300 \text{ m/min}$
	Počet otáček	$n = 1.500 \text{ min}^{-1}$
	Posuv na zub	$f_z = 0,35 \text{ mm/Z}$
	Rychlost posuvu	$v_f = 5\,000 \text{ mm/min}$
	Hloubka řezu	$a_p = 1,5 \text{ mm}$



7.2 Frézování vnitřních a vnějších kuželů



Obr. 8.16 Kopírovací a rovinná frézovací hlava GARANT spolu se zpracovávaným obrobkem

Příklad použití (maximální možná řezná rychlost):

Frézování vnitřních kuželů

Použitelné parametry:

Materiál: X6CrNiMoTi 17 12 2 (1,4571)
(materiálová skupina GARANT 13.2, kapitola "Materiály", odstavec 1)

Nástroj: Rovinná frézovací hlava s vyměnitelnými břitovými destičkami,
průměr 35 mm / 5 břitů

Břítová destička: RDHX 10, P30 s povlakem TiAlN

Upnutí nástroje: Sk 50

<u>Řezné parametry:</u>	Řezná rychlost	$v_c = 400 \text{ m/min}$
	Počet otáček	$n = 4.000 \text{ min}^{-1}$
	Posuv na zub	$f_z = 0,15 \text{ mm/Z}$
	Rychlost posuvu	$v_f = 3\,000 \text{ mm/min}$
	Hloubka řezu	$a_p = 1 \text{ mm}$

7.3 Frézování tvrdých materiálů frézou s vyměnit. břitovými destičkami



Obr. 8.17 Kopírovací fréza GARANT

Příklad použití:

Frézování tvrdých materiálů frézou s vyměnitelnými břitovými destičkami, ořezávání břitové destičky

Použitelné parametry:

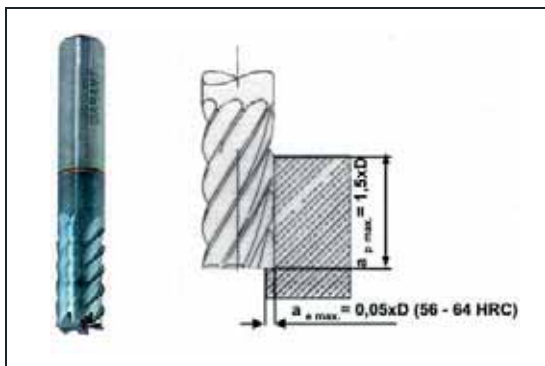
Materiál: X210Cr12 (1,2080), tvrzeno na 63 HRC
(materiálová skupina 8.2, kapitola "Materiály", odstavec 1)

Nástroj: Kopírovací fréza GARANT, průměr 15 mm
Břitová destička: RDHX 07, tvrdokov s nejjemnějším zrnem K05, povlakovaný TiAlN
Upnutí nástroje: SK 50

<u>Řezné parametry:</u>	Řezná rychlost	$v_c = 70 \text{ m/min}$
	Počet otáček	$n = 1.500 \text{ min}^{-1}$
	Posuv na zub	$f_z = 0,35 \text{ mm/Z}$
	Rychlost posuvu	$v_f = 120 \text{ mm/min}$
	Šířka záběru	$a_e = 12 \text{ mm}$
	Hloubka řezu	$a_p = 1 \text{ mm}$



7.4 Frézování tvrdých materiálů stopkovou frézou z TK



Obr. 8.18 GARANT TK stopková fréza a podmínky použití

Příklad použití:

Obvodové frézování tvrdých materiálů (ořezávání)

Použitelné parametry:

Materiál: X155CrVMo 12 1 (1,2379), tvrzeno na 62 HRC
(materiálová skupina GARANT 8.2, kapitola "Materiály", odstavec 1)

Nástroj: Stopková fréza z TK, průměr 10 mm / 6 břitů
Řezné materiály: Tvrdkov s ultrajemným zrnem, povlakovaný TiAlN
Tolerance obvodového házení: < 10 μm
Upnutí nástroje: Upínací pouzdro HD
Upnutí nástroje: HSK 63

<u>Řezné parametry:</u>	Řezná rychlost	$v_c = 70 \text{ m/min}$
	Počet otáček	$n = 2.228 \text{ min}^{-1}$
	Posuv na zub	$f_z = 0,05 \text{ mm/Z}$
	Rychlost posuvu	$v_f = 1\,337 \text{ mm/min}$
	Šířka záběru	$a_e = 0,2 \text{ mm}$
	Hloubka řezu	$a_p = 10 \text{ mm}$

7.5 Minimaster

Provedení:

- Modulární systém umožňuje mimořádně flexibilní práci, protože pro každou aplikaci používá optimální kombinaci stopky a řezné hlavy, čímž dosahuje maximální produktivity.
- Extrémně tuhý upínací systém pro maximální posuvy a nejpřesnější obvodová házivost.



Obr. 8.19
Seco-Minimaster

Použití:

Univerzální použití ve všech materiálech pro

- Navrtávání a srážení hran
- Frézování provoúhl. vybrání a drážek
- Frézování drážek a kapes (dlabací metoda, kopírování dovnitř, zanořovací a kopírovací frézování)
- Kruhová interpolace, kruhové zavrtávání
- Frézování klínových drážek
- Kopírovací frézování

Příklad použití:

Frézování kapes



Použitelné parametry:

Materiál: C 45 (1,0503)
(materiálová skupina GARANT 3.1, kapitola "Materiály", odstavec 1)

Nástroj: Minimaster 3-břitový R3,0
Průměr 10 mm

Břitová destička: MM10-10012-R30A30-M03, F40M

Upnutí nástroje: MM10-20075,3

Řezné parametry: Řezná rychlost
Počet otáček
Posuv na zub
Rychlost posuvu
Hloubka řezu

$v_c = 251 \text{ m/min}$
 $n = 8000 \text{ min}^{-1}$
 $f_z = 0,07 \text{ mm/Z}$
 $v_f = 1680 \text{ mm/min}$
 $a_p = 0,5 \text{ mm}$



8 Řešení problémů při frézování

Porucha										Možné příčiny
1	Špatný povrch									Opořebení řezné hrany, obvodová házivost frézy
2	Vytrhávání hrany obrobku									Nevhodné řezné podmínky, nevhodný tvar řezné hrany
3	Nerovnoběžný nebo nerovnoměrný povrch									Malá tuhost frézy nebo obrobku
4	Extrémní opotřebení hříbetní plochy									Nevhodné řezné podmínky, nevhodný tvar řezné hrany
5	Extrémní vymílání									
6	Lom a vylamování následkem teplotního šoku									
7	Tvorba nárustů									
8	Špatný odvod třísek, ucpávání třískami									
9	Vibrace, chvění									Obtížné řezné podmínky, upnutí obrobku
10	Zlomení stopkové frézy									Nevhodné řezné podmínky, Nepodepřená délka frézy (vyložení)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Náprava
										Vyberte tvrdší typ vyměnitelných břitových destiček
										Vyberte houževnatější typ vyměnitel. břitových destiček
										Vyberte tepelně odolnější typ vyměnit. břitových destiček
										Vyberte typ vyměnit. břit. destiček odolnější proti adhezi
										Zvyšte řeznou rychlost
										Snižte řeznou rychlost
										Zvyšte posuv
										Snižte posuv
										Zmenšete hloubku řezu
										Změňte průměr frézy a šířku řezu
										Zkontrolujte využití chladicí a mazací kapaliny
										Zvětšete úhel hříbetu
										Zvětšete úhel břitu
										Zvětšete počet zubů
										Zmenšete počet zubů
										Vyberte větší mezeru pro třísky mezi zuby
										Změňte tvar vedlejšího břitu
										Změňte obvodovou házivost frézy
										Změňte tuhost frézy, nepodepřenou délku (poměr L/D)
										Vyberte stroj s vyšším výkonem a tuhostí

Tabulka 8.6 Příčiny a odstraňování poruch při frézování



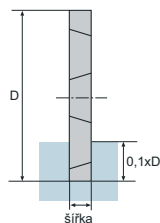
Tabulka 8.7 Kotoučové frézy GARANT (HSS-Co5)

Katalogové číslo 185000; 185500; 185820
DIN 885A; 1 834A

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	v _c [m/min]			Ø 50 Hloubka řezu (a _p) 1,6-10			Ø 63 Hloubka řezu (a _p) 1,6-5 3-12			Ø 80 Hloubka řezu (a _p) 1,6-6 3-12		
			min.	poč.	max.	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	18	–	19	–	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	18	–	19	–	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
2.0	Automatové oceli	< 850	18	–	19	–	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	18	–	19	–	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
3.0	Neleg. ocel k zesílení	< 700			22			0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	18	–	19	–	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	18	–	19	–	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
4.0	Legovaná ocel k zesílení	850 – 1000	18	–	19	–	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
4.1	Legovaná ocel k zesílení	1000 – 1200			14			–	–	–	–	–		
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	18	–	19	–	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	18	–	19	–	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	18	–	19	–	20	–	–	–	–	–		
7.0	Nitridační oceli	< 1000			22			0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
7.1	Nitridační oceli	> 1000			14			–	–	–	–	–		
8.0	Nástrojové oceli	< 850	18	–	19	–	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100			22			0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400			–			–	–	–	–	–		
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200			–			–	–	–	–	–		
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC			–			–	–	–	–	–		
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC			–			–	–	–	–	–		
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC			–			–	–	–	–	–		
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1350			–			–	–	–	–	–		
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1800			–			–	–	–	–	–		
12.0	Pružinové oceli	< 1500	18	–	19	–	20	–	–	–	–	–		
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700			14			0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700			9			0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850			9			0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100			14			–	–	–	–	–		
14.0	Speciální slitiny	< 1200			9			–	–	–	–	–		
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB			22			0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB			14			0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB			22			0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB			14			0,040	0,050	0,060	0,060	0,070		
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	18	–	19	–	20	–	–	–	–	–		
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200			14			–	–	–	–	–		
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530			200			0,085	0,095	0,095	0,085	0,085		
17.1	Hliník, slévaren. slitiny <10% Si	< 600			200			0,085	0,095	0,095	0,085	0,085		
17.2	Hliník, slévaren. slitiny >10% Si	< 600			–			–	–	–	–	–		
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280			200			0,085	0,095	0,095	0,085	0,085		
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400			200			0,085	0,095	0,095	0,085	0,085		
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600			180			0,085	0,095	0,095	0,085	0,085		
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600			160			0,085	0,095	0,095	0,085	0,085		
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600			–			–	–	–	–	–		
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850			–			–	–	–	–	–		
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850			–			–	–	–	–	–		
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200			–			–	–	–	–	–		
20.0	Grafit				–			–	–	–	–	–		
21.0	Termoplasty a duroplasty				200			0,085	0,095	0,095	0,085	0,085		
21.1	GFK a CFK				–			–	–	–	–	–		



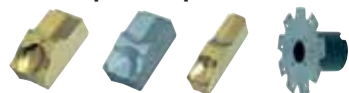
	Ø 100		Ø 125		Ø 160		Ø 200		Ø 250	
	Hloubka řezu (a _p)		Hloubka řezu (a _p)		Hloubka řezu (a _p)		Hloubka řezu (a _p)		Hloubka řezu (a _p)	
	1,6-6	3-12	2-6	8-12	4-12	10-25	4-10	12-20	4-10	12-20
	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
	0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125





Tabulka 8.8 Kotouč. frézy Seco s vyměnit. břit. destičkami z TK (upnuté + pevné, šroubované + pevné, šroubované + nastavitelné)

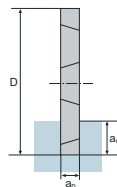
Katalogové číslo 226001; 226005; 226010; 226050; 226055;
 $a_e / D = 0,1$ 226060; 226065; 226150; 226155



Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm²]	Řezný materiál / povlak	Upnuté destičky a pevná šířka								
				Ø 63 – 160 Šířka (ap) 2,25/2,5-4 mm								
				v_c [m/min]			f_z [mm/Z]					
Min.		Max.	Min.		Max.							
1.0	Všeob. konstrukční oceli	< 500	HX (TK bez povlaku) HX (TK bez povlaku)	200	–	230	–	250	0,14	–	0,30	
1.1	Všeob. konstrukční oceli	500 – 850	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	150	–	170	–	185	0,14	–	0,22	
2.0	Automatové oceli	< 850	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	200	–	200	–	220	0,14	–	0,25	
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	185	–	170	–	185	0,14	–	0,22	
3.0	Neleg. oceli k zúšlechtění	<700	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	150	–	170	–	185	0,14	–	0,22	
3.1	Neleg. oceli k zúšlechtění	700 – 850	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	150	–	160	–	180	0,14	–	0,22	
3.2	Neleg. oceli k zúšlechtění	850 – 1000	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	140	–	160	–	180	0,14	–	0,22	
4.0	Leg. oceli k zúšlechtění	850 – 1000	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	140	–	125	–	135	0,14	–	0,20	
4.1	Leg. oceli k zúšlechtění	1000 – 1200	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	120	–	125	–	135	0,14	–	0,20	
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	120	–	170	–	185	0,14	–	0,22	
6.0	Legovaná cementační ocel	<1000	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	150	–	160	–	180	0,14	–	0,22	
6.1	Legovaná cementační ocel	>1000	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	140	–	160	–	180	0,14	–	0,22	
7.0	Nitridační oceli	<1000	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	110	–	115	–	120	0,10	–	0,15	
7.1	Nitridační oceli	>1000	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	110	–	115	–	120	0,10	–	0,15	
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	140	–	160	–	180	0,14	–	0,22	
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	120	–	125	–	135	0,14	–	0,20	
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	110	–	115	–	120	0,10	–	0,15	



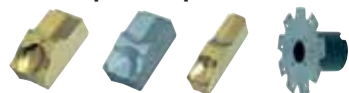
Šroubované destičky a pevná šířka					Šroubované destičky a nastavitelná šířka				
Řezný materiál / povlak	Ø 63 – 160 Šířka (a _p) 4-7/8 mm				Řezný materiál / povlak	Ø 80 – 200 Šířka (ap) 10-12 mm a 12-15 mm			
	v _c [m/min]		f _z [mm/Z]			v _c [m/min]		f _z [mm/Z]	
	Min.	Max.	Min.	Max.		Min.	Max.	Min.	Max.
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	205	– 230	– 250	0,20 – 0,38	T150M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	190	– 215	– 230	0,20 – 0,38	F40M (TK s povlakem)	175	– 185	– 195	0,20 – 0,32
HX (TK bez povlaku)	–				HX (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	165	– 180	– 190	0,20 – 0,32	T250M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	145	– 155	– 165	0,20 – 0,32	F40M (TK s povlakem)	125	– 135	– 145	0,20 – 0,32
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	185	– 200	– 220	0,20 – 0,38	T250M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	170	– 185	– 200	0,20 – 0,38	F40M (TK s povlakem)	155	– 165	– 175	0,20 – 0,32
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	165	– 180	– 190	0,20 – 0,32	T250M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	145	– 155	– 165	0,20 – 0,32	F40M (TK s povlakem)	125	– 135	– 145	0,20 – 0,32
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	165	– 180	– 190	0,20 – 0,32	T250M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	145	– 155	– 165	0,20 – 0,32	F40M (TK s povlakem)	125	– 135	– 145	0,20 – 0,32
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	145	– 160	– 175	0,20 – 0,32	T250M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	135	– 145	– 155	0,20 – 0,32	F40M (TK s povlakem)	120	– 130	– 140	0,20 – 0,32
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	145	– 160	– 175	0,20 – 0,32	T250M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	135	– 145	– 155	0,20 – 0,32	F40M (TK s povlakem)	120	– 130	– 140	0,20 – 0,32
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	125	– 135	– 155	0,16 – 0,30	T250M (TK s povlakem)	120	– 130	– 140	0,15 – 0,25
F40M (TK s povlakem)	115	– 125	– 140	0,16 – 0,30	F40M (TK s povlakem)	110	– 120	– 130	0,15 – 0,25
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	125	– 135	– 155	0,16 – 0,30	T250M (TK s povlakem)	120	– 130	– 140	0,15 – 0,25
F40M (TK s povlakem)	115	– 125	– 140	0,16 – 0,30	F40M (TK s povlakem)	110	– 120	– 130	0,15 – 0,25
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	165	– 180	– 190	0,20 – 0,32	T250M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	145	– 155	– 165	0,20 – 0,32	F40M (TK s povlakem)	125	– 135	– 145	0,20 – 0,32
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	145	– 160	– 175	0,20 – 0,32	T250M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	135	– 145	– 155	0,20 – 0,32	F40M (TK s povlakem)	120	– 130	– 140	0,20 – 0,32
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	145	– 160	– 175	0,20 – 0,32	T250M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	135	– 145	– 155	0,20 – 0,32	F40M (TK s povlakem)	120	– 130	– 140	0,20 – 0,32
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	105	– 110	– 120	0,16 – 0,25	T150M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	95	– 100	– 105	0,16 – 0,25	F40M (TK s povlakem)	90	– 95	– 100	0,15 – 0,20
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	105	– 110	– 120	0,16 – 0,25	T250M (TK s povlakem)	100	– 105	– 110	0,15 – 0,20
F40M (TK s povlakem)	95	– 100	– 105	0,16 – 0,25	F40M (TK s povlakem)	90	– 95	– 100	0,15 – 0,20
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	145	– 160	– 175	0,20 – 0,32	T150M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	135	– 145	– 155	0,20 – 0,32	F40M (TK s povlakem)	120	– 130	– 140	0,20 – 0,32
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	125	– 135	– 155	0,16 – 0,30	T250M (TK s povlakem)	–			
F40M (TK s povlakem)	115	– 125	– 140	0,16 – 0,30	F40M (TK s povlakem)	120	– 130	– 140	0,20 – 0,32
HX (TK bez povlaku)	–				H25 (TK bez povlaku)	–			
T25M (TK s povlakem)	105	– 110	– 120	0,16 – 0,25	T250M (TK s povlakem)	100	– 105	– 110	0,15 – 0,20
F40M (TK s povlakem)	95	– 100	– 105	0,16 – 0,25	F40M (TK s povlakem)	90	– 95	– 100	0,15 – 0,20





Tabulka 8.8 Kotouč. frézy Seco s vyměnit. břit. destičkami z TK (upnuté + pevné, šroubované + pevné, šroubované + nastavitelné)

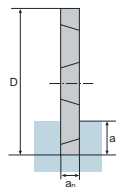
Katalogové číslo 226001; 226005; 226010; 226050; 226055;
 $a_e / D = 0,1$ 226060; 226065; 226150; 226155



Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm²]	Upnuté destičky a pevná šířka					
			Řezný materiál / povlak	Ø 63 – 160				
				Hloubka řezu (a _p) 2,25/2,5-4 mm				
				v _c [m/min]		f _z [mm/Z]		
			Min.	Max.	Min.	Max.		
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	
10.0	Kalené oceli	48– 65 HRC	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	
10.1	Kalené oceli	55– 60 HRC	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	
10.2	Kalené oceli	60– 67 HRC	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	180	200	0,14	0,25	
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	180	170	0,14	0,22	
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	130	140	0,14	0,20	
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	120	125	0,10	0,15	
14.0	Speciální slitiny	< 1200	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	25 35		0,10 0,10	0,13 0,13	
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	115 135	130 150	0,14 0,14	0,30 0,30	
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	115 135	130 150	0,14 0,14	0,30 0,30	
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	115 130	120 140	0,14 0,14	0,22 0,22	
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	90 125	95 130	0,14 0,14	0,20 0,20	



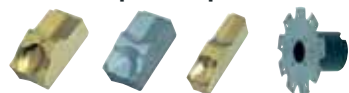
Řezný materiál / povlak	Šroubované destičky a pevná šířka				Řezný materiál / povlak	Šroubované destičky a nastavitelná šířka			
	Ø 63 – 160					Ø 80 – 200			
	Hloubka řezu (a _p) 4-7/8 mm					Hloubka řezu (a _p) 210-12 mm a 12-15 mm			
	v _c [m/min]		f _z [mm/Z]			v _c [m/min]		f _z [mm/Z]	
	Min.	Max.	Min.	Max.		Min.	Max.	Min.	Max.
HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
F40M (TK s povlakem)	40	–	0,13	– 0,20	F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–
HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–	F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–
HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–	F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–
HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–	F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–
HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–	F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–
HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	105 – 110 – 120	–	0,16 – 0,25	–	T250M (TK s povlakem)	100 – 105 – 110	0,15 – 0,20	–	–
F40M (TK s povlakem)	95 – 100 – 105	–	0,16 – 0,25	–	F40M (TK s povlakem)	90 – 95 – 100	0,15 – 0,20	–	–
HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	170 – 190 – 210	–	0,20 – 0,38	–	T250M (TK s povlakem)	–	–	–	–
F40M (TK s povlakem)	155 – 175 – 185	–	0,20 – 0,38	–	F40M (TK s povlakem)	155 – 165 – 180	0,12 – 0,25	–	–
HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	150 – 165 – 175	–	0,20 – 0,32	–	T250M (TK s povlakem)	–	–	–	–
F40M (TK s povlakem)	140 – 150 – 165	–	0,20 – 0,32	–	F40M (TK s povlakem)	140 – 150 – 160	0,12 – 0,25	–	–
HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	140 – 150 – 160	–	0,16 – 0,25	–	T250M (TK s povlakem)	135 – 145 – 155	0,12 – 0,20	–	–
F40M (TK s povlakem)	130 – 135 – 145	–	0,16 – 0,25	–	F40M (TK s povlakem)	120 – 130 – 140	0,12 – 0,20	–	–
HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	110 – 120 – 125	–	0,16 – 0,25	–	T250M (TK s povlakem)	105 – 110 – 120	0,12 – 0,20	–	–
F40M (TK s povlakem)	100 – 105 – 115	–	0,16 – 0,25	–	F40M (TK s povlakem)	95 – 100 – 105	0,12 – 0,20	–	–
HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	25 – 30 – 35	–	0,13 – 0,20	–	T250M (TK s povlakem)	–	–	–	–
F40M (TK s povlakem)	25 – 30 – 35	–	0,13 – 0,20	–	F40M (TK s povlakem)	45	0,12 – 0,20	–	–
HX (TK bez povlaku)	120 – 135 – 245	–	0,20 – 0,38	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	135 – 155 – 165	–	0,20 – 0,38	–	T150M (TK s povlakem)	195 – 210 – 220	0,20 – 0,32	–	–
F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–	F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–
HX (TK bez povlaku)	120 – 135 – 245	–	0,20 – 0,38	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	135 – 155 – 165	–	0,20 – 0,38	–	T150M (TK s povlakem)	195 – 210 – 220	0,20 – 0,32	–	–
F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–	F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–
HX (TK bez povlaku)	115 – 125 – 135	–	0,20 – 0,32	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	130 – 140 – 150	–	0,20 – 0,32	–	T150M (TK s povlakem)	180 – 190 – 200	0,20 – 0,32	–	–
F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–	F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–
HX (TK bez povlaku)	105 – 110 – 120	–	0,20 – 0,30	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
T25M (TK s povlakem)	120 – 130 – 140	–	0,20 – 0,30	–	T150M (TK s povlakem)	170 – 185 – 200	0,15 – 0,25	–	–
F40M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T250M (TK s povlakem)	120 – 130 – 140	0,15 – 0,25	–	–





Tabulka 8.8 Kotoučové frézy Seco s vyměnit. břit. destičkami z TK (upnuté + pevné, šroubované + pevné, šroubované + nastavitelné)

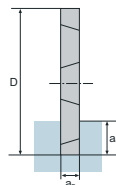
Katalogové číslo 226001; 226005; 226010; 226050; 226055;
 $a_e / D = 0,1$ 226060; 226065; 226150; 226155



Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Upnuté destičky a pevná šířka			
				Ø 63 – 160			
				Hloubka řezu (a_p) 2,25/2,5-4 mm			
				v_c [m/min]		f_z [mm/Z]	
				Min.	Max.	Min.	Max.
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	25 50		0,14 – 0,20 0,14 – 0,20	
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	25 50		0,14 – 0,20 0,14 – 0,20	
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	610 – 680 – 750 700 – 800 – 850		0,16 – 0,30 0,16 – 0,30	
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	610 – 680 – 750 700 – 800 – 850		0,16 – 0,30 0,16 – 0,30	
17.2	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	500 – 550 – 620 –		0,16 – 0,25 –	
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	610 – 680 – 750 700 – 800 – 850		0,16 – 0,30 0,16 – 0,30	
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	610 – 680 – 750 700 – 800 – 850		0,16 – 0,30 0,16 – 0,30	
19.1	Mosaz, tvářicí krátké třísky	< 600	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	610 – 680 – 750 700 – 800 – 850		0,16 – 0,30 0,16 – 0,30	
19.2	Mosaz, tvářicí dlouhé třísky	< 600	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	500 – 550 – 620 600 – 640 – 700		0,16 – 0,25 0,16 – 0,25	
19.3	Bronz, tvářicí krátké třísky	< 600	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	610 – 680 – 750 600 – 640 – 700		0,16 – 0,30 0,16 – 0,25	
19.4	Bronz, tvářicí krátké třísky	650 – 850	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	610 – 680 – 750 600 – 640 – 700		0,16 – 0,30 0,16 – 0,25	
19.5	Bronz, tvářicí dlouhé třísky	< 850	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	500 – 550 – 620 600 – 640 – 700		0,16 – 0,25 0,16 – 0,25	
19.6	Bronz, tvářicí dlouhé třísky	850 – 1200	HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	500 – 550 – 620 600 – 630 – 670		0,16 – 0,25 0,16 – 0,25	
20.0	Grafit		HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	500 – 550 – 620 600 – 640 – 700 –		0,16 – 0,25 0,16 – 0,25	
21.0	Duroplasty a termoplasty		HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	500 – 550 – 620 –		0,16 – 0,25 –	
21.1	GFK a CFK		HX (TK bez povlaku) T25M (TK s povlakem)	500 – 550 – 620 600 – 640 – 700		0,16 – 0,25 0,16 – 0,25	



	Šroubované destičky a pevná šířka					Šroubované destičky a nastavitelná šířka				
	Řezný materiál / povlak	Ø 63 – 160				Řezný materiál / povlak	Ø 80 – 200			
		Hloubka řezu (a _p) 4-7/8 mm					Hloubka řezu (a _p) 10-12mm a 12-15 mm			
		v _c [m/min]		f _z [mm/Z]			v _c [m/min]		f _z [mm/Z]	
	Min.	Max.	Min.	Max.		Min.	Max.	Min.	Max.	
	HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T250M (TK s povlakem)	55	–	0,12	– 0,20
	F40M (TK s povlakem)	45	– 48	– 50	0,16	– 0,25	F40M (TK s povlakem)	45	0,12	– 0,20
	HX (TK bez povlaku)	–	–	–	–	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T250M (TK s povlakem)	50	–	0,12	– 0,20
	F40M (TK s povlakem)	45	– 48	– 50	0,16	– 0,25	F40M (TK s povlakem)	40	0,12	– 0,20
	HX (TK bez povlaku)	610	– 700	– 750	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	660	– 750	– 850
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	645	– 730	– 800	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	–	–	–
	HX (TK bez povlaku)	610	– 700	– 750	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	660	– 750	– 850
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	645	– 730	– 800	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	–	–	–
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	610	– 700	– 750	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	660	– 750	– 850
	T25M (TK s povlakem)	700	– 800	– 850	0,16	– 0,30	T150M (TK s povlakem)	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	645	– 730	– 800	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	–	–	–
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	660	– 750	– 850
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	610	– 700	– 750	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	660	– 750	– 850
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	645	– 730	– 800	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	–	–	–
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570	– 600	0,20	– 0,38	H25 (TK bez povlaku)	–	–	–
	T25M (TK s povlakem)	–	–	–	–	T150M (TK s povlakem)	–	–	–	–
	F40M (TK s povlakem)	520	– 590	– 630	0,20	– 0,38	F40M (TK s povlakem)	475	545	615
	HX (TK bez povlaku)	495	– 570							

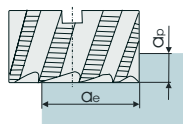




Tabulka 8.9 Nástrčné válcové čelní frézy GARANT (HSS-Co)

Katalogové číslo **181000; 181100; 181500; 181520; 181700; 181750; 181800; 181850; 182300; 182500; 182520; 182600; 182700; 182200; 182220; 182750**
DIN 841; 1880T1

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Povlak	v _c [m/min]	Ø 40		Ø 50	
					a _e = 0,75xD a _p = 0,2xD	a _e = 0,75xD a _p = 0,1xD	a _e = 0,75xD a _p = 0,2xD	a _e = 0,75xD a _p = 0,1xD
					f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]	f _z [mm/Z]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	bez povlaku s povlakem	28 68	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	bez povlaku s povlakem	28 68	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
2.0	Automatové oceli	< 850	bez povlaku s povlakem	28 68	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	bez povlaku s povlakem	28 68	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
3.0	Neleg. oceli k zúšlechťení	< 700	bez povlaku s povlakem	28 68	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
3.1	Neleg. oceli k zúšlechťení	750 – 850	bez povlaku s povlakem	22 55	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
3.2	Neleg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	bez povlaku s povlakem	22 55	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
4.0	Legované oceli k zúšlechťení	850 – 1000	bez povlaku s povlakem	22 55	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
4.1	Legované oceli k zúšlechťení	1000 – 1200	bez povlaku s povlakem	14 40	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	bez povlaku s povlakem	28 68	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	bez povlaku s povlakem	28 68	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	bez povlaku s povlakem	28 68	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
7.0	Nitridační oceli	< 1000	bez povlaku s povlakem	22 55	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
7.1	Nitridační oceli	> 1000	bez povlaku s povlakem	14 40	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
8.0	Nástrojové oceli	< 850	bez povlaku s povlakem	28 68	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	bez povlaku s povlakem	22 55	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	bez povlaku s povlakem	14 40	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	bez povlaku s povlakem	22 55	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	bez povlaku s povlakem	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	bez povlaku s povlakem	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	bez povlaku s povlakem	–	–	–	–	–
11.0	Konstr oceli odol. proti opotř.	1350	bez povlaku s povlakem	22 55	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
11.1	Konstr oceli odol. proti opotř.	1800	bez povlaku s povlakem	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	bez povlaku s povlakem	22 55	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080

[illegible]



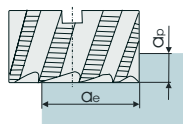
Tabulka 8.9 Nástrčné válcové čelní frézy GARANT (HSS-Co)

Katalogové číslo 181000; 181100; 181500; 181520; 181700; 181750; 181800; 181850; 182300; 182500; 182520; 182600; 182700; 182200; 182220; 182750

DIN

841; 1880T1

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [N/mm ²]	Povlak	v _c [m/min]	Ø 40		Ø 50	
					a _e = 0,75xD a _p = 0,2xD f _z	a _e = 0,75xD a _p = 0,1xD f _z	a _e = 0,75xD a _p = 0,2xD f _z	a _e = 0,75xD a _p = 0,1xD f _z
					[mm/Z]	[mm/Z]	[mm/Z]	[mm/Z]
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	bez povlaku s povlakem	14 40	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	bez povlaku s povlakem	9 28	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	bez povlaku s povlakem	9 28	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	bez povlaku s povlakem	14 40	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
14.0	Speciální slitiny	< 1200	bez povlaku s povlakem	9 28	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
15.0	Litiny	< 180 HB	bez povlaku s povlakem	22 55	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
15.1	Litiny	> 180 HB	bez povlaku s povlakem	14 40	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	bez povlaku s povlakem	22 55	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	bez povlaku s povlakem	14 40	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	bez povlaku s povlakem	28 68	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	bez povlaku s povlakem	14 40	0,065 0,080	0,055 0,065	0,080 0,100	0,070 0,080
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	bez povlaku s povlakem	200 350	0,110 0,130	0,055 0,065	0,130 0,150	0,070 0,080
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	bez povlaku s povlakem	200 350	0,110 0,130	0,055 0,065	0,130 0,150	0,070 0,080
17.2	Hliník, slévár. slitiny >10% Si	< 600	bez povlaku s povlakem	– –	– –	– –	– –	– –
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	bez povlaku s povlakem	200 350	0,110 0,130	0,055 0,065	0,130 0,150	0,070 0,080
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	bez povlaku s povlakem	180 320	0,110 0,130	0,055 0,065	0,130 0,150	0,070 0,080
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	bez povlaku s povlakem	180 320	0,110 0,130	0,055 0,065	0,130 0,150	0,070 0,080
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	bez povlaku s povlakem	160 300	0,110 0,130	0,055 0,065	0,130 0,150	0,070 0,080
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	bez povlaku s povlakem	– –	– –	– –	– –	– –
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	bez povlaku s povlakem	– –	– –	– –	– –	– –
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	bez povlaku s povlakem	– –	– –	– –	– –	– –
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	bez povlaku s povlakem	– –	– –	– –	– –	– –
20.0	Grafit		bez povlaku s povlakem	– –	– –	– –	– –	– –
21.0	Termoplasty a duroplasty		bez povlaku s povlakem	200 350	0,110 0,130	0,055 0,065	0,130 0,150	0,070 0,080
21.1	GFK a CFK		bez povlaku s povlakem	– –	– –	– –	– –	– –

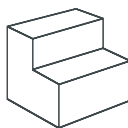
[illegible]



Tabulka 8.10 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - obrábění kontury nahrubo (frézování kontur)

f_z pro $a_e = 0,5 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]								
				0,25		0,5		1,0		2,0		
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
1.0	Všeobec. konstrukční oceli	< 500	HSS, bez povlaku			28	0,002	28	0,003	28	0,005	
			HSS, s povlakem			78	0,002	78	0,003	78	0,005	
			PM, s povlakem			83	0,002	83	0,003	83	0,005	
1.1	Všeobec. konstrukční oceli	500 – 850	HSS, bez povlaku			23	0,002	23	0,003	23	0,005	
			HSS, s povlakem			64	0,002	64	0,003	64	0,005	
			PM, s povlakem			69	0,002	69	0,003	69	0,005	
2.0	Automatové oceli	< 850	HSS, bez povlaku			26	0,002	26	0,003	26	0,005	
			HSS, s povlakem			69	0,002	69	0,003	69	0,005	
			PM, s povlakem			74	0,002	74	0,003	74	0,005	
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HSS, bez povlaku			20	0,002	20	0,003	20	0,005	
			HSS, s povlakem			64	0,002	64	0,003	64	0,005	
			PM, s povlakem			69	0,002	69	0,003	69	0,005	
3.0	Neleg. oceli k zušlechtnění	<700	HSS, bez povlaku			25	0,002	25	0,003	25	0,005	
			HSS, s povlakem			64	0,002	64	0,003	64	0,005	
			PM, s povlakem			69	0,002	69	0,003	69	0,005	
3.1	Neleg. oceli k zušlechtnění	700 – 850	HSS, bez povlaku			23	0,002	23	0,003	23	0,005	
			HSS, s povlakem			55	0,002	55	0,003	55	0,005	
			PM, s povlakem			64	0,002	64	0,003	64	0,005	
3.2	Neleg. oceli k zušlechtnění	850 – 1000	HSS, bez povlaku			18	0,002	18	0,003	18	0,005	
			HSS, s povlakem			41	0,002	41	0,003	41	0,005	
			PM, s povlakem			51	0,002	51	0,003	51	0,005	
4.0	Leg. oceli k zušlechtnění	850 – 1000	HSS, bez povlaku			17	0,002	17	0,003	17	0,005	
			HSS, s povlakem			41	0,002	41	0,003	41	0,005	
			PM, s povlakem			51	0,002	51	0,003	51	0,005	
4.1	Leg. oceli k zušlechtnění	1000 – 1200	HSS, bez povlaku			14	0,002	14	0,003	14	0,005	
			HSS, s povlakem			39	0,002	39	0,003	39	0,005	
			PM, s povlakem			46	0,002	46	0,003	46	0,005	
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HSS, bez povlaku			23	0,002	23	0,003	23	0,005	
			HSS, s povlakem			55	0,002	55	0,003	55	0,005	
			PM, s povlakem			64	0,002	64	0,003	64	0,005	
6.0	Legovaná cementační ocel	<1000	HSS, bez povlaku			17	0,002	17	0,003	17	0,005	
			HSS, s povlakem			46	0,002	46	0,003	46	0,005	
			PM, s povlakem			60	0,002	60	0,003	60	0,005	
6.1	Legovaná cementační ocel	>1000	HSS, bez povlaku			14	0,002	14	0,003	14	0,005	
			HSS, s povlakem			41	0,002	41	0,003	41	0,005	
			PM, s povlakem			51	0,002	51	0,003	51	0,005	
7.0	Nitridační oceli	<1000	HSS, bez povlaku			17	0,002	17	0,003	17	0,005	
			HSS, s povlakem			39	0,002	39	0,003	39	0,005	
			PM, s povlakem			51	0,002	51	0,003	51	0,005	
7.1	Nitridační oceli	>1000	HSS, bez povlaku			14	0,002	14	0,003	14	0,005	
			HSS, s povlakem			32	0,002	32	0,003	32	0,005	
			PM, s povlakem			41	0,002	41	0,003	41	0,005	
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HSS, bez povlaku			20	0,002	20	0,003	20	0,005	
			HSS, s povlakem			35	0,002	35	0,003	35	0,005	
			HSS, bez povlaku			41	0,002	41	0,003	41	0,005	
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HSS, s povlakem			12	0,002	12	0,003	12	0,005	
			PM, s povlakem			29	0,002	29	0,003	29	0,005	
			HSS, bez povlaku			37	0,002	37	0,003	37	0,005	
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HSS, bez povlaku			7	0,002	7	0,003	7	0,005	
			HSS, s povlakem			25	0,002	25	0,003	25	0,005	
			PM, s povlakem			32	0,002	32	0,003	32	0,005	



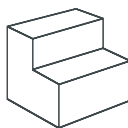
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	
	28	0,009	28	0,012	28	0,017	28	0,027	28	0,037	28	0,060	28	0,060	Emulze
	78	0,009	78	0,012	78	0,017	78	0,027	78	0,037	78	0,060	78	0,060	Emulze
	83	0,010	83	0,014	83	0,020	83	0,032	83	0,044	83	0,071	83	0,071	Emulze
	23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053	Emulze
	64	0,007	64	0,010	64	0,015	64	0,024	64	0,032	64	0,053	64	0,053	Emulze
	69	0,010	69	0,014	69	0,020	69	0,032	69	0,044	69	0,065	69	0,065	Emulze
	26	0,007	26	0,010	26	0,015	26	0,024	26	0,032	26	0,053	26	0,053	Emulze
	69	0,007	69	0,010	69	0,015	69	0,024	69	0,032	69	0,053	69	0,053	Emulze
	74	0,010	74	0,014	74	0,020	74	0,032	74	0,044	74	0,065	74	0,065	Emulze
	20	0,007	20	0,010	20	0,015	20	0,024	20	0,032	20	0,053	20	0,053	Emulze
	64	0,007	64	0,010	64	0,015	64	0,024	64	0,032	64	0,053	64	0,053	Emulze
	69	0,010	69	0,014	69	0,020	69	0,032	69	0,044	69	0,065	69	0,065	Emulze
	25	0,007	25	0,010	25	0,015	25	0,024	25	0,032	25	0,053	25	0,053	Emulze
	64	0,007	64	0,010	64	0,015	64	0,024	64	0,032	64	0,053	64	0,053	Emulze
	69	0,010	69	0,014	69	0,020	69	0,032	69	0,044	69	0,065	69	0,065	Emulze
	23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053	Emulze
	55	0,007	55	0,010	55	0,015	55	0,024	55	0,032	55	0,053	55	0,053	Emulze
	64	0,010	64	0,014	64	0,020	64	0,032	64	0,044	64	0,065	64	0,065	Emulze
	18	0,007	18	0,010	18	0,015	18	0,024	18	0,032	18	0,053	18	0,053	Emulze
	41	0,007	41	0,010	41	0,015	41	0,024	41	0,032	41	0,053	41	0,053	Emulze
	51	0,010	51	0,014	51	0,020	51	0,032	51	0,044	51	0,065	51	0,065	Emulze
	17	0,007	17	0,010	17	0,015	17	0,024	17	0,032	17	0,053	17	0,053	Emulze
	41	0,007	41	0,010	41	0,015	41	0,024	41	0,032	41	0,053	41	0,053	Emulze
	51	0,010	51	0,014	51	0,020	51	0,032	51	0,044	51	0,065	51	0,065	Emulze
	14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060	Emulze
	39	0,009	39	0,012	39	0,017	39	0,027	39	0,037	39	0,060	39	0,060	Emulze
	46	0,010	46	0,014	46	0,020	46	0,032	46	0,044	46	0,071	46	0,071	Emulze
	23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053	Emulze
	55	0,007	55	0,010	55	0,015	55	0,024	55	0,032	55	0,053	55	0,053	Emulze
	64	0,010	64	0,014	64	0,020	64	0,032	64	0,044	64	0,065	64	0,065	Emulze
	17	0,007	17	0,010	17	0,015	17	0,024	17	0,032	17	0,053	17	0,053	Emulze
	46	0,007	46	0,010	46	0,015	46	0,024	46	0,032	46	0,053	46	0,053	Emulze
	60	0,010	60	0,014	60	0,020	60	0,032	60	0,044	60	0,065	60	0,065	Emulze
	14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060	Emulze
	41	0,009	41	0,012	41	0,017	41	0,027	41	0,037	41	0,060	41	0,060	Emulze
	51	0,010	51	0,014	51	0,020	51	0,032	51	0,044	51	0,071	51	0,071	Emulze
	17	0,007	17	0,010	17	0,015	17	0,024	17	0,032	17	0,053	17	0,053	Emulze
	39	0,007	39	0,010	39	0,015	39	0,024	39	0,032	39	0,053	39	0,053	Emulze
	51	0,010	51	0,014	51	0,020	51	0,032	51	0,044	51	0,065	51	0,065	Emulze
	14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060	Emulze
	32	0,009	32	0,012	32	0,017	32	0,027	32	0,037	32	0,060	32	0,060	Emulze
	41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,071	41	0,071	Emulze
	20	0,007	20	0,010	20	0,015	20	0,024	20	0,032	20	0,053	20	0,053	Emulze
	35	0,007	35	0,010	35	0,015	35	0,024	35	0,032	35	0,053	35	0,053	Emulze
	41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,065	41	0,065	Emulze
	12	0,009	12	0,012	12	0,017	12	0,027	12	0,037	12	0,060	12	0,060	Emulze
	29	0,009	29	0,012	29	0,017	29	0,027	29	0,037	29	0,060	29	0,060	Emulze
	37	0,010	37	0,014	37	0,020	37	0,032	37	0,044	37	0,071	37	0,071	Emulze
	7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060	Emulze
	25	0,009	25	0,012	25	0,017	25	0,027	25	0,037	25	0,060	25	0,060	Emulze
	32	0,010	32	0,014	32	0,020	32	0,032	32	0,044	32	0,071	32	0,071	Emulze



Tabulka 8.10 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - obrábění kontury nahrubo (frézování kontur)

f_z pro $a_e = 0,5 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	HSS, bez povlaku			6	0,002	6	0,003	6	0,005
			HSS, s povlakem			21	0,002	21	0,003	21	0,005
			PM, s povlakem			26	0,002	26	0,003	26	0,005
10.0	Kalené oceli	48– 55 HRC	HSS, bez povlaku			–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem			–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem			–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55– 60 HRC	HSS, bez povlaku			–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem			–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem			–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60– 67 HRC	HSS, bez povlaku			–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem			–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem			–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	HSS, bez povlaku			7	0,002	7	0,003	7	0,005
			HSS, s povlakem			18	0,002	18	0,003	18	0,005
			PM, s povlakem			28	0,002	28	0,003	28	0,005
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	HSS, bez povlaku			4	0,002	4	0,003	4	0,005
			HSS, s povlakem			7	0,002	7	0,003	7	0,005
			PM, s povlakem			14	0,002	14	0,003	14	0,005
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HSS, bez povlaku			6	0,002	6	0,003	6	0,005
			HSS, s povlakem			14	0,002	14	0,003	14	0,005
			PM, s povlakem			21	0,002	21	0,003	21	0,005
13.0	Nerez oceli sříděné	< 700	HSS, bez povlaku			18	0,002	18	0,003	18	0,005
			HSS, s povlakem			28	0,002	28	0,003	28	0,005
			PM, s povlakem			41	0,002	41	0,003	41	0,005
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HSS, bez povlaku			14	0,002	14	0,003	14	0,005
			HSS, s povlakem			23	0,002	23	0,003	23	0,005
			PM, s povlakem			32	0,002	32	0,003	32	0,005
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HSS, bez povlaku			9	0,002	9	0,003	9	0,005
			HSS, s povlakem			17	0,002	17	0,003	17	0,005
			PM, s povlakem			23	0,002	23	0,003	23	0,005
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HSS, bez povlaku			7	0,002	7	0,003	7	0,005
			HSS, s povlakem			14	0,002	14	0,003	14	0,005
			PM, s povlakem			18	0,002	18	0,003	18	0,005
14.0	Speciální slitiny	< 1200	HSS, bez povlaku			5	0,002	5	0,003	5	0,005
			HSS, s povlakem			9	0,002	9	0,003	9	0,005
			PM, s povlakem			14	0,002	14	0,003	14	0,005
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HSS, bez povlaku			26	0,002	26	0,003	26	0,005
			HSS, s povlakem			60	0,002	60	0,003	60	0,005
			PM, s povlakem			64	0,002	64	0,003	64	0,005
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HSS, bez povlaku			23	0,002	23	0,003	23	0,005
			HSS, s povlakem			46	0,002	46	0,003	46	0,005
			PM, s povlakem			55	0,002	55	0,003	55	0,005
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HSS, bez povlaku			20	0,002	20	0,003	20	0,005
			HSS, s povlakem			37	0,002	37	0,003	37	0,005
			PM, s povlakem			41	0,002	41	0,003	41	0,005
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HSS, bez povlaku			14	0,002	14	0,003	14	0,005
			HSS, s povlakem			26	0,002	26	0,003	26	0,005
			PM, s povlakem			32	0,002	32	0,003	32	0,005



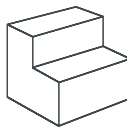
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	6	0,009	6	0,012	6	0,017	6	0,027	6	0,037	6	0,060	6	0,060	Emulze
	21	0,009	21	0,012	21	0,017	21	0,027	21	0,037	21	0,060	21	0,060	Emulze
	26	0,010	26	0,014	26	0,020	26	0,032	26	0,044	26	0,071	26	0,071	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060	Emulze
	18	0,009	18	0,012	18	0,017	18	0,027	18	0,037	18	0,060	18	0,060	Emulze
	28	0,010	28	0,014	28	0,020	28	0,032	28	0,044	28	0,071	28	0,071	Emulze
	4	0,009	4	0,012	4	0,017	4	0,027	4	0,037	4	0,060	4	0,060	Emulze
	7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060	Emulze
	14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,071	14	0,071	Emulze
	6	0,009	6	0,012	6	0,017	6	0,027	6	0,037	6	0,060	6	0,060	Emulze
	14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060	Emulze
	21	0,010	21	0,014	21	0,020	21	0,032	21	0,044	21	0,071	21	0,071	Emulze
	18	0,007	18	0,010	18	0,015	18	0,024	18	0,032	18	0,053	18	0,053	Emulze
	28	0,007	28	0,010	28	0,015	28	0,024	28	0,032	28	0,053	28	0,053	Emulze
	41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,065	41	0,065	Emulze
	14	0,007	14	0,010	14	0,015	14	0,024	14	0,032	14	0,053	14	0,053	Emulze
	23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053	Emulze
	32	0,010	32	0,014	32	0,020	32	0,032	32	0,044	32	0,065	32	0,065	Emulze
	9	0,007	9	0,010	9	0,015	9	0,024	9	0,032	9	0,053	9	0,053	Emulze
	17	0,007	17	0,010	17	0,015	17	0,024	17	0,032	17	0,053	17	0,053	Emulze
	23	0,010	23	0,014	23	0,020	23	0,032	23	0,044	23	0,065	23	0,065	Emulze
	7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060	Emulze
	14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060	Emulze
	18	0,010	18	0,014	18	0,020	18	0,032	18	0,044	18	0,071	18	0,071	Emulze
	5	0,009	5	0,012	5	0,017	5	0,027	5	0,037	5	0,060	5	0,060	Emulze
	9	0,009	9	0,012	9	0,017	9	0,027	9	0,037	9	0,060	9	0,060	Emulze
	14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,071	14	0,071	Emulze
	26	0,007	26	0,010	26	0,015	26	0,024	26	0,032	26	0,053	26	0,053	Emulze
	60	0,007	60	0,010	60	0,015	60	0,024	60	0,032	60	0,053	60	0,053	Emulze
	64	0,010	64	0,014	64	0,020	64	0,032	64	0,044	64	0,065	64	0,065	Emulze
	23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053	Emulze
	46	0,007	46	0,010	46	0,015	46	0,024	46	0,032	46	0,053	46	0,053	Emulze
	55	0,010	55	0,014	55	0,020	55	0,032	55	0,044	55	0,065	55	0,065	Emulze
	20	0,007	20	0,010	20	0,015	20	0,024	20	0,032	20	0,053	20	0,053	Emulze
	37	0,007	37	0,010	37	0,015	37	0,024	37	0,032	37	0,053	37	0,053	Emulze
	41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,065	41	0,065	Emulze
	14	0,007	14	0,010	14	0,015	14	0,024	14	0,032	14	0,053	14	0,053	Emulze
	26	0,007	26	0,010	26	0,015	26	0,024	26	0,032	26	0,053	26	0,053	Emulze
	32	0,010	32	0,014	32	0,020	32	0,032	32	0,044	32	0,065	32	0,065	Emulze



Tabulka 8.10 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - obrábění kontury nahrubo (frézování kontur)

f_z pro $a_e = 0,5 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			7	0,002	7	0,003	7	0,005
						16	0,002	16	0,003	16	0,005
						23	0,002	23	0,003	23	0,005
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			5	0,002	5	0,003	5	0,005
						9	0,002	9	0,003	9	0,005
						14	0,002	14	0,003	14	0,005
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			138	0,003	138	0,005	138	0,007
						202	0,003	202	0,005	202	0,007
						221	0,003	221	0,005	221	0,009
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			83	0,005	83	0,007	83	0,010
						120	0,005	120	0,007	120	0,010
						138	0,005	138	0,010	138	0,012
17.2	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			37	0,005	37	0,007	37	0,010
						101	0,005	101	0,007	101	0,010
						110	0,005	110	0,010	110	0,012
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			64	0,003	64	0,005	64	0,007
						129	0,003	129	0,005	129	0,007
						147	0,003	147	0,007	147	0,009
19.0	Měď, nízká legovaná	< 400	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			55	0,005	55	0,007	55	0,010
						92	0,005	92	0,007	92	0,010
						110	0,005	110	0,010	110	0,012
19.1	Mosaz, tvářicí krátké třísky	< 600	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			55	0,005	55	0,007	55	0,010
						92	0,005	92	0,007	92	0,010
						110	0,005	110	0,010	110	0,012
19.2	Mosaz, tvářicí dlouhé třísky	< 600	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			37	0,005	37	0,007	37	0,010
						83	0,005	83	0,007	83	0,010
						92	0,005	92	0,010	92	0,012
19.3	Bronz, tvářicí krátké třísky	< 600	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			37	0,005	37	0,007	37	0,010
						83	0,005	83	0,007	83	0,010
						92	0,005	92	0,010	92	0,012
19.4	Bronz, tvářicí krátké třísky	650 – 850	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			28	0,005	28	0,007	28	0,010
						64	0,005	64	0,007	64	0,010
						74	0,005	74	0,010	74	0,012
19.5	Bronz, tvářicí dlouhé třísky	< 850	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			23	0,005	23	0,007	23	0,010
						51	0,005	51	0,007	51	0,010
						64	0,005	64	0,010	64	0,012
19.6	Bronz, tvářicí dlouhé třísky	850 – 1200	HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			14	0,005	14	0,007	14	0,010
						41	0,005	41	0,007	41	0,010
						46	0,005	46	0,010	46	0,012
20.0	Grafit		HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem			–	–	–	–	–	–
						–	–	–	–	–	–
						–	–	–	–	–	–
21.0	Duroplasty a termoplasty		HSS, bez povlaku HSS, s povlakem HSS, bez povlaku			–	–	–	–	–	–
						–	–	–	–	–	–
						–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		HSS, s povlakem PM, s povlakem HSS, bez povlaku			–	–	–	–	–	–
						–	–	–	–	–	–
						–	–	–	–	–	–



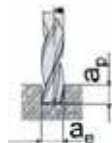
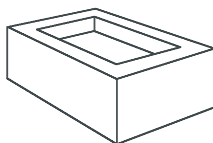
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060	Emulze
	16	0,009	16	0,012	16	0,017	16	0,027	16	0,037	16	0,060	16	0,060	Emulze
	23	0,010	23	0,014	23	0,020	23	0,032	23	0,044	23	0,071	23	0,071	Emulze
	5	0,009	5	0,012	5	0,017	5	0,027	5	0,037	5	0,060	5	0,060	Emulze
	9	0,009	9	0,012	9	0,017	9	0,027	9	0,037	9	0,060	9	0,060	Emulze
	14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,071	14	0,071	Emulze
	138	0,010	138	0,014	138	0,024	138	0,036	138	0,049	138	0,085	138	0,085	Emulze
	202	0,010	202	0,014	202	0,024	202	0,036	202	0,049	202	0,085	202	0,085	Emulze
	221	0,012	221	0,017	221	0,029	221	0,043	221	0,060	221	0,102	221	0,102	Emulze
	83	0,014	83	0,019	83	0,033	83	0,050	83	0,062	83	0,094	83	0,094	Emulze
	120	0,014	120	0,019	120	0,033	120	0,050	120	0,062	120	0,094	120	0,094	Emulze
	138	0,017	138	0,024	138	0,040	138	0,060	138	0,074	138	0,112	138	0,112	Emulze
	37	0,018	37	0,024	37	0,039	37	0,061	37	0,069	37	0,102	37	0,102	Emulze
	101	0,018	101	0,024	101	0,039	101	0,061	101	0,069	101	0,102	101	0,102	Emulze
	110	0,021	110	0,030	110	0,048	110	0,072	110	0,083	110	0,122	110	0,122	Emulze
	64	0,010	64	0,014	64	0,024	64	0,036	64	0,049	64	0,085	64	0,085	Emulze
	129	0,010	129	0,014	129	0,024	129	0,036	129	0,049	129	0,085	129	0,085	Emulze
	147	0,012	147	0,017	147	0,029	147	0,043	147	0,060	147	0,102	147	0,102	Emulze
	55	0,014	55	0,019	55	0,033	55	0,050	55	0,062	55	0,094	55	0,094	Emulze
	92	0,014	92	0,019	92	0,033	92	0,050	92	0,062	92	0,094	92	0,094	Emulze
	110	0,017	110	0,024	110	0,040	110	0,060	110	0,074	110	0,112	110	0,112	Emulze
	55	0,014	55	0,019	55	0,033	55	0,050	55	0,062	55	0,094	55	0,094	bez
	92	0,014	92	0,019	92	0,033	92	0,050	92	0,062	92	0,094	92	0,094	bez
	110	0,017	110	0,024	110	0,040	110	0,060	110	0,074	110	0,112	110	0,112	bez
	37	0,014	37	0,019	37	0,033	37	0,050	37	0,062	37	0,094	37	0,094	bez
	83	0,014	83	0,019	83	0,033	83	0,050	83	0,062	83	0,094	83	0,094	bez
	92	0,017	92	0,024	92	0,040	92	0,060	92	0,074	92	0,112	92	0,112	bez
	37	0,014	37	0,019	37	0,033	37	0,050	37	0,062	37	0,094	37	0,094	bez
	83	0,014	83	0,019	83	0,033	83	0,050	83	0,062	83	0,094	83	0,094	bez
	92	0,017	92	0,024	92	0,040	92	0,060	92	0,074	92	0,112	92	0,112	bez
	28	0,014	28	0,019	28	0,033	28	0,050	28	0,062	28	0,094	28	0,094	bez
	64	0,014	64	0,019	64	0,033	64	0,050	64	0,062	64	0,094	64	0,094	bez
	74	0,017	74	0,024	74	0,040	74	0,060	74	0,074	74	0,112	74	0,112	bez
	23	0,014	23	0,019	23	0,033	23	0,050	23	0,062	23	0,094	23	0,094	Emulze
	51	0,014	51	0,019	51	0,033	51	0,050	51	0,062	51	0,094	51	0,094	Emulze
	64	0,017	64	0,024	64	0,040	64	0,060	64	0,074	64	0,112	64	0,112	Emulze
	14	0,018	14	0,024	14	0,039	14	0,061	14	0,069	14	0,102	14	0,102	Emulze
	41	0,018	41	0,024	41	0,039	41	0,061	41	0,069	41	0,102	41	0,102	Emulze
	46	0,021	46	0,030	46	0,048	46	0,072	46	0,083	46	0,122	46	0,122	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	



Tabulka 8.11 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění plné drážky / kapsy nahrubo

f_z pro $a_e = 1,0 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
1.0	Všeobc. konstrukční oceli	< 500	HSS, bez povlaku	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			HSS, s povlakem	78	0,001	78	0,001	78	0,002	78	0,003
			PM, s povlakem	83	0,001	83	0,001	83	0,002	83	0,003
1.1	Všeobc. konstrukční oceli	500 – 850	HSS, bez povlaku	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			HSS, s povlakem	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
			PM, s povlakem	69	0,001	69	0,001	69	0,002	69	0,003
2.0	Automatové oceli	< 850	HSS, bez povlaku	26	0,001	26	0,001	26	0,002	26	0,003
			HSS, s povlakem	69	0,001	69	0,001	69	0,002	69	0,003
			PM, s povlakem	74	0,001	74	0,001	74	0,002	74	0,003
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS, s povlakem	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
			PM, s povlakem	69	0,001	69	0,001	69	0,002	69	0,003
3.0	Neleg. oceli k zušlechtní	<700	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS, s povlakem	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
			PM, s povlakem	69	0,001	69	0,001	69	0,002	69	0,003
3.1	Neleg. oceli k zušlechtní	700 – 850	HSS, bez povlaku	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			HSS, s povlakem	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
			PM, s povlakem	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
3.2	Neleg. oceli k zušlechtní	850 – 1000	HSS, bez povlaku	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS, s povlakem	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
			PM, s povlakem	51	0,001	51	0,001	51	0,002	51	0,003
4.0	Leg. oceli k zušlechtní	850 – 1000	HSS, bez povlaku	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			HSS, s povlakem	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
			PM, s povlakem	51	0,001	51	0,001	51	0,002	51	0,003
4.1	Leg. oceli k zušlechtní	1000 – 1200	HSS, bez povlaku	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS, s povlakem	39	0,001	39	0,001	39	0,002	39	0,003
			PM, s povlakem	46	0,001	46	0,001	46	0,002	46	0,003
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HSS, bez povlaku	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			HSS, s povlakem	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
			PM, s povlakem	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
6.0	Legovaná cementační ocel	<1000	HSS, bez povlaku	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			HSS, s povlakem	46	0,001	46	0,001	46	0,002	46	0,003
			PM, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
6.1	Legovaná cementační ocel	>1000	HSS, bez povlaku	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS, s povlakem	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
			PM, s povlakem	51	0,001	51	0,001	51	0,002	51	0,003
7.0	Nítridační oceli	<1000	HSS, bez povlaku	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			HSS, s povlakem	39	0,001	39	0,001	39	0,002	39	0,003
			PM, s povlakem	51	0,001	51	0,001	51	0,002	51	0,003
7.1	Nítridační oceli	>1000	HSS, bez povlaku	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS, s povlakem	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003
			PM, s povlakem	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS, s povlakem	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003
			HSS, bez povlaku	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HSS, s povlakem	12	0,001	12	0,001	12	0,002	12	0,003
			PM, s povlakem	29	0,001	29	0,001	29	0,002	29	0,003
			HSS, bez povlaku	37	0,001	37	0,001	37	0,002	37	0,003
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HSS, bez povlaku	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS, s povlakem	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			PM, s povlakem	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003



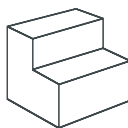
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	
	28	0,005	28	0,007	28	0,010	28	0,016	28	0,025	28	0,028	28	0,035	Emulze
	78	0,005	78	0,007	78	0,010	78	0,016	78	0,025	78	0,028	78	0,035	Emulze
	83	0,006	83	0,008	83	0,012	83	0,019	83	0,029	83	0,033	83	0,042	Emulze
	23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	Emulze
	64	0,004	64	0,006	64	0,009	64	0,014	64	0,021	64	0,025	64	0,031	Emulze
	69	0,006	69	0,008	69	0,012	69	0,019	69	0,029	69	0,033	69	0,038	Emulze
	26	0,004	26	0,006	26	0,009	26	0,014	26	0,021	26	0,025	26	0,031	Emulze
	69	0,004	69	0,006	69	0,009	69	0,014	69	0,021	69	0,025	69	0,031	Emulze
	74	0,006	74	0,008	74	0,012	74	0,019	74	0,029	74	0,033	74	0,038	Emulze
	20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,021	20	0,025	20	0,031	Emulze
	64	0,004	64	0,006	64	0,009	64	0,014	64	0,021	64	0,025	64	0,031	Emulze
	69	0,006	69	0,008	69	0,012	69	0,019	69	0,029	69	0,033	69	0,038	Emulze
	25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,021	25	0,025	25	0,031	Emulze
	64	0,004	64	0,006	64	0,009	64	0,014	64	0,021	64	0,025	64	0,031	Emulze
	69	0,006	69	0,008	69	0,012	69	0,019	69	0,029	69	0,033	69	0,038	Emulze
	23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	Emulze
	55	0,004	55	0,006	55	0,009	55	0,014	55	0,021	55	0,025	55	0,031	Emulze
	64	0,006	64	0,008	64	0,012	64	0,019	64	0,029	64	0,033	64	0,038	Emulze
	18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,021	18	0,025	18	0,031	Emulze
	41	0,004	41	0,006	41	0,009	41	0,014	41	0,021	41	0,025	41	0,031	Emulze
	51	0,006	51	0,008	51	0,012	51	0,019	51	0,029	51	0,033	51	0,038	Emulze
	17	0,004	17	0,006	17	0,009	17	0,014	17	0,021	17	0,025	17	0,031	Emulze
	41	0,004	41	0,006	41	0,009	41	0,014	41	0,021	41	0,025	41	0,031	Emulze
	51	0,006	51	0,008	51	0,012	51	0,019	51	0,029	51	0,033	51	0,038	Emulze
	14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	Emulze
	39	0,005	39	0,007	39	0,010	39	0,016	39	0,025	39	0,028	39	0,035	Emulze
	46	0,006	46	0,008	46	0,020	46	0,019	46	0,029	46	0,033	46	0,042	Emulze
	23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	Emulze
	55	0,004	55	0,006	55	0,009	55	0,014	55	0,021	55	0,025	55	0,031	Emulze
	64	0,006	64	0,008	64	0,012	64	0,019	64	0,029	64	0,033	64	0,038	Emulze
	17	0,004	17	0,006	17	0,009	17	0,014	17	0,021	17	0,025	17	0,031	Emulze
	46	0,004	46	0,006	46	0,009	46	0,014	46	0,021	46	0,025	46	0,031	Emulze
	60	0,006	60	0,008	60	0,012	60	0,019	60	0,029	60	0,033	60	0,038	Emulze
	14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	Emulze
	41	0,005	41	0,007	41	0,010	41	0,016	41	0,025	41	0,028	41	0,035	Emulze
	51	0,006	51	0,008	51	0,020	51	0,019	51	0,029	51	0,033	51	0,042	Emulze
	17	0,004	17	0,006	17	0,009	17	0,014	17	0,021	17	0,025	17	0,031	Emulze
	39	0,004	39	0,006	39	0,009	39	0,014	39	0,021	39	0,025	39	0,031	Emulze
	51	0,006	51	0,008	51	0,012	51	0,019	51	0,029	51	0,033	51	0,038	Emulze
	14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	Emulze
	32	0,005	32	0,007	32	0,010	32	0,016	32	0,025	32	0,028	32	0,035	Emulze
	41	0,006	41	0,008	41	0,012	41	0,019	41	0,029	41	0,033	41	0,042	Emulze
	20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,021	20	0,025	20	0,031	Emulze
	35	0,004	35	0,006	35	0,009	35	0,014	35	0,021	35	0,025	35	0,031	Emulze
	41	0,006	41	0,008	41	0,012	41	0,019	41	0,029	41	0,033	41	0,038	Emulze
	12	0,005	12	0,007	12	0,010	12	0,016	12	0,025	12	0,028	12	0,035	Emulze
	29	0,005	29	0,007	29	0,010	29	0,016	29	0,025	29	0,028	29	0,035	Emulze
	37	0,006	37	0,008	37	0,012	37	0,019	37	0,029	37	0,033	37	0,042	Emulze
	7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	Emulze
	25	0,005	25	0,007	25	0,010	25	0,016	25	0,025	25	0,028	25	0,035	Emulze
	32	0,006	32	0,008	32	0,012	32	0,019	32	0,029	32	0,033	32	0,042	Emulze



Tabulka 8.11 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění plné drážky / kapsy nahrubo

f_z pro $a_e = 1,0 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	HSS, bez povlaku	6	0,001	6	0,001	6	0,002	6	0,003
			HSS, s povlakem	21	0,001	21	0,001	21	0,002	21	0,003
			PM, s povlakem	26	0,001	26	0,001	26	0,002	26	0,003
10.0	Kalené oceli	48– 55 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55– 60 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60– 67 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	HSS, bez povlaku	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS, s povlakem	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			PM, s povlakem	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	HSS, bez povlaku	4	0,001	4	0,001	4	0,002	4	0,003
			HSS, s povlakem	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			PM, s povlakem	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HSS, bez povlaku	6	0,001	6	0,001	6	0,002	6	0,003
			HSS, s povlakem	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			PM, s povlakem	21	0,001	21	0,001	21	0,002	21	0,003
13.0	Nerez oceli sříděné	< 700	HSS, bez povlaku	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS, s povlakem	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			PM, s povlakem	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HSS, bez povlaku	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS, s povlakem	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			PM, s povlakem	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HSS, bez povlaku	9	0,001	9	0,001	9	0,002	9	0,003
			HSS, s povlakem	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			PM, s povlakem	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HSS, bez povlaku	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS, s povlakem	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			PM, s povlakem	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
14.0	Speciální slitiny	< 1200	HSS, bez povlaku	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,003
			HSS, s povlakem	9	0,001	9	0,001	9	0,002	9	0,003
			PM, s povlakem	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
15.0	Litiny	< 180 HB	HSS, bez povlaku	26	0,001	26	0,001	26	0,002	26	0,003
			HSS, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
			PM, s povlakem	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
15.1	Litiny	> 180 HB	HSS, bez povlaku	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			HSS, s povlakem	46	0,001	46	0,001	46	0,002	46	0,003
			PM, s povlakem	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS, s povlakem	37	0,001	37	0,001	37	0,002	37	0,003
			PM, s povlakem	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HSS, bez povlaku	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS, s povlakem	26	0,001	26	0,001	26	0,002	26	0,003
			PM, s povlakem	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003



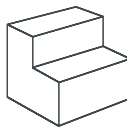
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	6	0,005	6	0,007	6	0,010	6	0,016	6	0,025	6	0,028	6	0,035	Emulze
	21	0,005	21	0,007	21	0,010	21	0,016	21	0,025	21	0,028	21	0,035	Emulze
	26	0,006	26	0,008	26	0,012	26	0,019	26	0,029	26	0,033	26	0,042	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	Emulze
	18	0,005	18	0,007	18	0,010	18	0,016	18	0,025	18	0,028	18	0,035	Emulze
	28	0,006	28	0,008	28	0,012	28	0,019	28	0,029	28	0,033	28	0,042	Emulze
	4	0,005	4	0,007	4	0,010	4	0,016	4	0,025	4	0,028	4	0,035	Emulze
	7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	Emulze
	14	0,006	14	0,008	14	0,012	14	0,019	14	0,029	14	0,033	14	0,042	Emulze
	6	0,005	6	0,007	6	0,010	6	0,016	6	0,25	6	0,028	6	0,035	Emulze
	14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,25	14	0,028	14	0,035	Emulze
	21	0,006	21	0,008	21	0,012	21	0,019	21	0,29	21	0,033	21	0,042	Emulze
	18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,021	18	0,025	18	0,031	Emulze
	28	0,004	28	0,006	28	0,009	28	0,014	28	0,021	28	0,025	28	0,031	Emulze
	41	0,006	41	0,008	41	0,012	41	0,019	41	0,029	41	0,033	41	0,038	Emulze
	14	0,004	14	0,006	14	0,009	14	0,014	14	0,021	14	0,025	14	0,031	Emulze
	23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	Emulze
	32	0,006	32	0,008	32	0,012	32	0,019	32	0,029	32	0,033	32	0,038	Emulze
	9	0,004	9	0,006	9	0,009	9	0,014	9	0,021	9	0,025	9	0,031	Emulze
	17	0,004	17	0,006	17	0,009	17	0,014	17	0,021	17	0,025	17	0,031	Emulze
	23	0,006	23	0,008	23	0,012	23	0,019	23	0,029	23	0,033	23	0,038	Emulze
	7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	Emulze
	14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	Emulze
	18	0,006	18	0,008	18	0,012	18	0,019	18	0,029	18	0,033	18	0,042	Emulze
	5	0,005	5	0,007	5	0,010	5	0,016	5	0,25	5	0,028	5	0,035	Emulze
	9	0,005	9	0,007	9	0,010	9	0,016	9	0,25	9	0,028	9	0,035	Emulze
	14	0,006	14	0,008	14	0,012	14	0,019	14	0,29	14	0,033	14	0,042	Emulze
	26	0,004	26	0,006	26	0,009	26	0,014	26	0,021	26	0,025	26	0,031	bez
	60	0,004	60	0,006	60	0,009	60	0,014	60	0,021	60	0,025	60	0,031	bez
	64	0,006	64	0,008	64	0,012	64	0,019	64	0,029	64	0,033	64	0,038	bez
	23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	bez
	46	0,004	46	0,006	46	0,009	46	0,014	46	0,021	46	0,025	46	0,031	bez
	55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,029	55	0,033	55	0,038	bez
	20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,021	20	0,025	20	0,031	Emulze
	37	0,004	37	0,006	37	0,009	37	0,014	37	0,021	37	0,025	37	0,031	Emulze
	41	0,006	41	0,008	41	0,012	41	0,019	41	0,029	41	0,033	41	0,038	Emulze
	14	0,004	14	0,006	14	0,009	14	0,014	14	0,021	14	0,025	14	0,031	Emulze
	26	0,004	26	0,006	26	0,009	26	0,014	26	0,021	26	0,025	26	0,031	Emulze
	32	0,006	32	0,008	32	0,012	32	0,019	32	0,029	32	0,033	32	0,038	Emulze



Tabulka 8.11 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění plně drážky / kapsy nahrubo

f_z pro $a_e = 1,0 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	HSS, bez povlaku	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS, s povlakem	16	0,001	16	0,001	16	0,002	16	0,003
			PM, s povlakem	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	HSS, bez povlaku	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,003
			HSS, s povlakem	9	0,001	9	0,001	9	0,002	9	0,003
			PM, s povlakem	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HSS, bez povlaku	138	0,001	138	0,002	138	0,003	138	0,004
			HSS, s povlakem	202	0,001	202	0,002	202	0,003	202	0,004
			PM, s povlakem	221	0,001	221	0,002	221	0,004	221	0,005
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HSS, bez povlaku	83	0,001	83	0,003	83	0,004	83	0,006
			HSS, s povlakem	120	0,001	120	0,003	120	0,004	120	0,006
			PM, s povlakem	138	0,001	138	0,003	138	0,006	138	0,007
17.2	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HSS, bez povlaku	37	0,001	37	0,003	37	0,004	37	0,006
			HSS, s povlakem	101	0,001	101	0,003	101	0,004	101	0,006
			PM, s povlakem	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,007
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	HSS, bez povlaku	64	0,001	64	0,002	64	0,003	64	0,004
			HSS, s povlakem	129	0,001	129	0,002	129	0,003	129	0,004
			PM, s povlakem	147	0,001	147	0,002	147	0,004	147	0,005
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HSS, bez povlaku	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			HSS, s povlakem	92	0,001	92	0,003	92	0,004	92	0,006
			PM, s povlakem	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,007
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	HSS, bez povlaku	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			HSS, s povlakem	92	0,001	92	0,003	92	0,004	92	0,006
			PM, s povlakem	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,007
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HSS, bez povlaku	37	0,001	37	0,003	37	0,004	37	0,006
			HSS, s povlakem	83	0,001	83	0,003	83	0,004	83	0,006
			PM, s povlakem	92	0,001	92	0,003	92	0,006	92	0,007
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HSS, bez povlaku	37	0,001	37	0,003	37	0,004	37	0,006
			HSS, s povlakem	83	0,001	83	0,003	83	0,004	83	0,006
			PM, s povlakem	92	0,001	92	0,003	92	0,006	92	0,007
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	HSS, bez povlaku	28	0,001	28	0,003	28	0,004	28	0,006
			HSS, s povlakem	64	0,001	64	0,003	64	0,004	64	0,006
			PM, s povlakem	74	0,001	74	0,003	74	0,006	74	0,007
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HSS, bez povlaku	23	0,001	23	0,003	23	0,004	23	0,006
			HSS, s povlakem	51	0,001	51	0,003	51	0,004	51	0,006
			PM, s povlakem	64	0,001	64	0,003	64	0,006	64	0,007
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HSS, bez povlaku	14	0,001	14	0,003	14	0,004	14	0,006
			HSS, s povlakem	41	0,001	41	0,003	41	0,004	41	0,006
			PM, s povlakem	46	0,001	46	0,003	46	0,006	46	0,007
20.0	Grafit		HSS, bez povlaku	21	0,001	21	0,001	21	0,002	21	0,003
			HSS, s povlakem	31	0,001	31	0,001	31	0,002	31	0,003
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Duroplasty a termoplasty		HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–



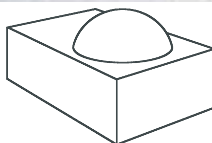
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	Emulze
	16	0,005	16	0,007	16	0,010	16	0,016	16	0,025	16	0,028	16	0,035	Emulze
	23	0,006	23	0,008	23	0,012	23	0,019	23	0,029	23	0,033	23	0,042	Emulze
	5	0,005	5	0,007	5	0,010	5	0,016	5	0,025	5	0,028	5	0,035	Emulze
	9	0,005	9	0,007	9	0,010	9	0,016	9	0,025	9	0,028	9	0,035	Emulze
	14	0,006	14	0,008	14	0,012	14	0,019	14	0,029	14	0,033	14	0,042	Emulze
	138	0,006	138	0,008	138	0,014	138	0,021	138	0,032	138	0,037	138	0,050	Emulze
	202	0,006	202	0,008	202	0,014	202	0,021	202	0,032	202	0,037	202	0,050	Emulze
	221	0,007	221	0,010	221	0,017	221	0,025	221	0,039	221	0,044	221	0,060	Emulze
	83	0,008	83	0,011	83	0,020	83	0,029	83	0,041	83	0,046	83	0,055	Emulze
	120	0,008	120	0,011	120	0,020	120	0,029	120	0,041	120	0,046	120	0,055	Emulze
	138	0,010	138	0,014	138	0,024	138	0,035	138	0,049	138	0,055	138	0,066	Emulze
	37	0,011	37	0,014	37	0,023	37	0,036	37	0,045	37	0,050	37	0,060	Emulze
	101	0,011	101	0,014	101	0,023	101	0,036	101	0,045	101	0,050	101	0,060	Emulze
	110	0,012	110	0,018	110	0,028	110	0,043	110	0,055	110	0,059	110	0,072	Emulze
	64	0,006	64	0,008	64	0,014	64	0,021	64	0,032	64	0,037	64	0,050	Emulze
	129	0,006	129	0,008	129	0,014	129	0,021	129	0,032	129	0,037	129	0,050	Emulze
	147	0,007	147	0,010	147	0,017	147	0,025	147	0,039	147	0,044	147	0,060	Emulze
	55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,041	55	0,046	55	0,055	Emulze
	92	0,008	92	0,011	92	0,020	92	0,029	92	0,041	92	0,046	92	0,055	Emulze
	110	0,010	110	0,014	110	0,024	110	0,035	110	0,049	110	0,055	110	0,066	Emulze
	55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,041	55	0,046	55	0,055	bez
	92	0,008	92	0,011	92	0,020	92	0,029	92	0,041	92	0,046	92	0,055	bez
	110	0,010	110	0,014	110	0,024	110	0,035	110	0,049	110	0,055	110	0,066	bez
	37	0,008	37	0,011	37	0,020	37	0,029	37	0,041	37	0,046	37	0,055	bez
	83	0,008	83	0,011	83	0,020	83	0,029	83	0,041	83	0,046	83	0,055	bez
	92	0,010	92	0,014	92	0,024	92	0,035	92	0,049	92	0,055	92	0,066	bez
	37	0,008	37	0,011	37	0,020	37	0,029	37	0,041	37	0,046	37	0,055	bez
	83	0,008	83	0,011	83	0,020	83	0,029	83	0,041	83	0,046	83	0,055	bez
	92	0,010	92	0,014	92	0,024	92	0,035	92	0,049	92	0,055	92	0,066	bez
	28	0,008	28	0,011	28	0,020	28	0,029	28	0,041	28	0,046	28	0,055	bez
	64	0,008	64	0,011	64	0,020	64	0,029	64	0,041	64	0,046	64	0,055	bez
	74	0,010	74	0,014	74	0,024	74	0,035	74	0,049	74	0,055	74	0,066	bez
	23	0,008	23	0,011	23	0,020	23	0,029	23	0,041	23	0,046	23	0,055	Emulze
	51	0,008	51	0,011	51	0,020	51	0,029	51	0,041	51	0,046	51	0,055	Emulze
	64	0,010	64	0,014	64	0,024	64	0,035	64	0,049	64	0,055	64	0,066	Emulze
	14	0,011	14	0,014	14	0,023	14	0,036	14	0,045	14	0,050	14	0,060	Emulze
	41	0,011	41	0,014	41	0,023	41	0,036	41	0,045	41	0,050	41	0,060	Emulze
	46	0,012	46	0,018	46	0,028	46	0,043	46	0,055	46	0,059	46	0,072	Emulze
	21	0,004	21	0,006	21	0,009	21	0,014	21	0,019	21	0,025	21	0,031	bez
	31	0,004	31	0,006	31	0,009	31	0,014	31	0,019	31	0,025	31	0,031	bez
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Tabulka 8.12 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění nahrubo kopírováním

f_z pro $a_e = 0,05 \times D$ a $a_p = 0,05 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
1.0	Všeobc. konstrukční oceli	< 500	HSS, bez povlaku	28	0,002	28	0,002	28	0,004	28	0,006
			HSS, s povlakem	78	0,002	78	0,002	78	0,004	78	0,006
			PM, s povlakem	83	0,002	83	0,002	83	0,004	83	0,006
1.1	Všeobc. konstrukční oceli	500 – 850	HSS, bez povlaku	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			HSS, s povlakem	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
			PM, s povlakem	69	0,002	69	0,002	69	0,004	69	0,006
2.0	Automatové oceli	< 850	HSS, bez povlaku	26	0,002	26	0,002	26	0,004	26	0,006
			HSS, s povlakem	69	0,002	69	0,002	69	0,004	69	0,006
			PM, s povlakem	74	0,002	74	0,002	74	0,004	74	0,006
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HSS, bez povlaku	20	0,002	20	0,002	20	0,004	20	0,006
			HSS, s povlakem	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
			PM, s povlakem	69	0,002	69	0,002	69	0,004	69	0,006
3.0	Neleg. oceli k zušlechťení	<700	HSS, bez povlaku	25	0,002	25	0,002	25	0,004	25	0,006
			HSS, s povlakem	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
			PM, s povlakem	69	0,002	69	0,002	69	0,004	69	0,006
3.1	Neleg. oceli k zušlechťení	700 – 850	HSS, bez povlaku	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			HSS, s povlakem	55	0,002	55	0,002	55	0,004	55	0,006
			PM, s povlakem	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
3.2	Neleg. oceli k zušlechťení	850 – 1000	HSS, bez povlaku	18	0,002	18	0,002	18	0,004	18	0,006
			HSS, s povlakem	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
			PM, s povlakem	51	0,002	51	0,002	51	0,004	51	0,006
4.0	Leg. oceli k zušlechťení	850 – 1000	HSS, bez povlaku	17	0,002	17	0,002	17	0,004	17	0,006
			HSS, s povlakem	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
			PM, s povlakem	51	0,002	51	0,002	51	0,004	51	0,006
4.1	Leg. oceli k zušlechťení	1000 – 1200	HSS, bez povlaku	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS, s povlakem	39	0,002	39	0,002	39	0,004	39	0,006
			PM, s povlakem	46	0,002	46	0,002	46	0,004	46	0,006
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HSS, bez povlaku	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			HSS, s povlakem	55	0,002	55	0,002	55	0,004	55	0,006
			PM, s povlakem	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
6.0	Legovaná cementační ocel	<1000	HSS, bez povlaku	17	0,002	17	0,002	17	0,004	17	0,006
			HSS, s povlakem	46	0,002	46	0,002	46	0,004	46	0,006
			PM, s povlakem	60	0,002	60	0,002	60	0,004	60	0,006
6.1	Legovaná cementační ocel	>1000	HSS, bez povlaku	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS, s povlakem	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
			PM, s povlakem	51	0,002	51	0,002	51	0,004	51	0,006
7.0	Nítridační oceli	<1000	HSS, bez povlaku	17	0,002	17	0,002	17	0,004	17	0,006
			HSS, s povlakem	39	0,002	39	0,002	39	0,004	39	0,006
			PM, s povlakem	51	0,002	51	0,002	51	0,004	51	0,006
7.1	Nítridační oceli	>1000	HSS, bez povlaku	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS, s povlakem	32	0,002	32	0,002	32	0,004	32	0,006
			PM, s povlakem	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HSS, bez povlaku	20	0,002	20	0,002	20	0,004	20	0,006
			HSS, s povlakem	35	0,002	35	0,002	35	0,004	35	0,006
			PM, s povlakem	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HSS, bez povlaku	12	0,002	12	0,002	12	0,004	12	0,006
			HSS, s povlakem	29	0,002	29	0,002	29	0,004	29	0,006
			HSS, s povlakem	37	0,002	37	0,002	37	0,004	37	0,006
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HSS, bez povlaku	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			HSS, s povlakem	25	0,002	25	0,002	25	0,004	25	0,006
			PM, s povlakem	32	0,002	32	0,002	32	0,004	32	0,006



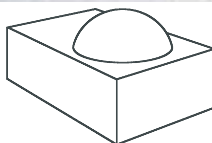
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	
	28	0,010	28	0,014	28	0,020	28	0,032	28	0,044	28	0,056	28	0,070	Emulze
	78	0,010	78	0,014	78	0,020	78	0,032	78	0,044	78	0,056	78	0,070	Emulze
	83	0,012	83	0,016	83	0,024	83	0,038	83	0,052	83	0,066	83	0,084	Emulze
	23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062	Emulze
	64	0,008	64	0,012	64	0,018	64	0,028	64	0,038	64	0,050	64	0,062	Emulze
	69	0,012	69	0,016	69	0,024	69	0,038	69	0,052	69	0,066	69	0,076	Emulze
	26	0,008	26	0,012	26	0,018	26	0,028	26	0,038	26	0,050	26	0,062	Emulze
	69	0,008	69	0,012	69	0,018	69	0,028	69	0,038	69	0,050	69	0,062	Emulze
	74	0,012	74	0,016	74	0,024	74	0,038	74	0,052	74	0,066	74	0,076	Emulze
	20	0,008	20	0,012	20	0,018	20	0,028	20	0,038	20	0,050	20	0,062	Emulze
	64	0,008	64	0,012	64	0,018	64	0,028	64	0,038	64	0,050	64	0,062	Emulze
	69	0,012	69	0,016	69	0,024	69	0,038	69	0,052	69	0,066	69	0,076	Emulze
	25	0,008	25	0,012	25	0,018	25	0,028	25	0,038	25	0,050	25	0,062	Emulze
	64	0,008	64	0,012	64	0,018	64	0,028	64	0,038	64	0,050	64	0,062	Emulze
	69	0,012	69	0,016	69	0,024	69	0,038	69	0,052	69	0,066	69	0,076	Emulze
	23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062	Emulze
	55	0,008	55	0,012	55	0,018	55	0,028	55	0,038	55	0,050	55	0,062	Emulze
	64	0,012	64	0,016	64	0,024	64	0,038	64	0,052	64	0,066	64	0,076	Emulze
	18	0,008	18	0,012	18	0,018	18	0,028	18	0,038	18	0,050	18	0,062	Emulze
	41	0,008	41	0,012	41	0,018	41	0,028	41	0,038	41	0,050	41	0,062	Emulze
	51	0,012	51	0,016	51	0,024	51	0,038	51	0,052	51	0,066	51	0,076	Emulze
	17	0,008	17	0,012	17	0,018	17	0,028	17	0,038	17	0,050	17	0,062	Emulze
	41	0,008	41	0,012	41	0,018	41	0,028	41	0,038	41	0,050	41	0,062	Emulze
	51	0,012	51	0,016	51	0,024	51	0,038	51	0,052	51	0,066	51	0,076	Emulze
	14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070	Emulze
	39	0,010	39	0,014	39	0,020	39	0,032	39	0,044	39	0,056	39	0,070	Emulze
	46	0,012	46	0,016	46	0,024	46	0,038	46	0,052	46	0,066	46	0,084	Emulze
	23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062	Emulze
	55	0,008	55	0,012	55	0,018	55	0,028	55	0,038	55	0,050	55	0,062	Emulze
	64	0,012	64	0,016	64	0,024	64	0,038	64	0,052	64	0,066	64	0,076	Emulze
	17	0,008	17	0,012	17	0,018	17	0,028	17	0,038	17	0,050	17	0,062	Emulze
	46	0,008	46	0,012	46	0,018	46	0,028	46	0,038	46	0,050	46	0,062	Emulze
	60	0,012	60	0,016	60	0,024	60	0,038	60	0,052	60	0,066	60	0,076	Emulze
	14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070	Emulze
	41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,056	41	0,070	Emulze
	51	0,012	51	0,016	51	0,024	51	0,038	51	0,052	51	0,066	51	0,084	Emulze
	17	0,008	17	0,012	17	0,018	17	0,028	17	0,038	17	0,050	17	0,062	Emulze
	39	0,008	39	0,012	39	0,018	39	0,028	39	0,038	39	0,050	39	0,062	Emulze
	51	0,012	51	0,016	51	0,024	51	0,038	51	0,052	51	0,066	51	0,076	Emulze
	14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070	Emulze
	32	0,010	32	0,014	32	0,020	32	0,032	32	0,044	32	0,056	32	0,070	Emulze
	41	0,012	41	0,016	41	0,024	41	0,038	41	0,052	41	0,066	41	0,084	Emulze
	20	0,008	20	0,012	20	0,018	20	0,028	20	0,038	20	0,050	20	0,062	Emulze
	35	0,008	35	0,012	35	0,018	35	0,028	35	0,038	35	0,050	35	0,062	Emulze
	41	0,012	41	0,016	41	0,024	41	0,038	41	0,052	41	0,066	41	0,076	Emulze
	12	0,010	12	0,014	12	0,020	12	0,032	12	0,044	12	0,056	12	0,070	Emulze
	29	0,010	29	0,014	29	0,020	29	0,032	29	0,044	29	0,056	29	0,070	Emulze
	37	0,012	37	0,016	37	0,024	37	0,038	37	0,052	37	0,066	37	0,084	Emulze
	7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070	Emulze
	25	0,010	25	0,014	25	0,020	25	0,032	25	0,044	25	0,056	25	0,070	Emulze
	32	0,012	32	0,016	32	0,024	32	0,038	32	0,052	32	0,066	32	0,084	Emulze



Tabulka 8.12 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění nahrubo kopírováním

f_z pro $a_e = 0,05 \times D$ a $a_p = 0,05 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	HSS, bez povlaku	6	0,002	6	0,002	6	0,004	6	0,006
			HSS, s povlakem	21	0,002	21	0,002	21	0,004	21	0,006
			PM, s povlakem	26	0,002	26	0,002	26	0,004	26	0,006
10.0	Kalené oceli	48– 65 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55– 60 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60– 67 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	HSS, bez povlaku	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			HSS, s povlakem	18	0,002	18	0,002	18	0,004	18	0,006
			PM, s povlakem	28	0,002	28	0,002	28	0,004	28	0,006
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	HSS, bez povlaku	4	0,002	4	0,002	4	0,004	4	0,006
			HSS, s povlakem	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			PM, s povlakem	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HSS, bez povlaku	6	0,002	6	0,002	6	0,004	6	0,006
			HSS, s povlakem	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			PM, s povlakem	21	0,002	21	0,002	21	0,004	21	0,006
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	HSS, bez povlaku	18	0,002	18	0,002	18	0,004	18	0,006
			HSS, s povlakem	28	0,002	28	0,002	28	0,004	28	0,006
			PM, s povlakem	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HSS, bez povlaku	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS, s povlakem	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			PM, s povlakem	32	0,002	32	0,002	32	0,004	32	0,006
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HSS, bez povlaku	9	0,002	9	0,002	9	0,004	9	0,006
			HSS, s povlakem	17	0,002	17	0,002	17	0,004	17	0,006
			PM, s povlakem	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HSS, bez povlaku	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			HSS, s povlakem	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			PM, s povlakem	18	0,002	18	0,002	18	0,004	18	0,006
14.0	Speciální slitiny	< 1200	HSS, bez povlaku	5	0,002	5	0,002	5	0,004	5	0,006
			HSS, s povlakem	9	0,002	9	0,002	9	0,004	9	0,006
			PM, s povlakem	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
15.0	Litiny	< 180 HB	HSS, bez povlaku	26	0,002	26	0,002	26	0,004	26	0,006
			HSS, s povlakem	60	0,002	60	0,002	60	0,004	60	0,006
			PM, s povlakem	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
15.1	Litiny	> 180 HB	HSS, bez povlaku	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			HSS, s povlakem	46	0,002	46	0,002	46	0,004	46	0,006
			PM, s povlakem	55	0,002	55	0,002	55	0,004	55	0,006
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HSS, bez povlaku	20	0,002	20	0,002	20	0,004	20	0,006
			HSS, s povlakem	37	0,002	37	0,002	37	0,004	37	0,006
			PM, s povlakem	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HSS, bez povlaku	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS, s povlakem	26	0,002	26	0,002	26	0,004	26	0,006
			PM, s povlakem	32	0,002	32	0,002	32	0,004	32	0,006



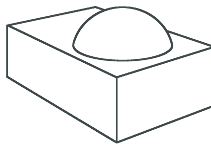
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	6	0,010	6	0,014	6	0,020	6	0,032	6	0,044	6	0,056	6	0,070	Emulze
	21	0,010	21	0,014	21	0,020	21	0,032	21	0,044	21	0,056	21	0,070	Emulze
	26	0,012	26	0,016	26	0,024	26	0,038	26	0,052	26	0,066	26	0,084	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070	Emulze
	18	0,010	18	0,014	18	0,020	18	0,032	18	0,044	18	0,056	18	0,070	Emulze
	28	0,012	28	0,016	28	0,024	28	0,038	28	0,052	28	0,066	28	0,084	Emulze
	4	0,010	4	0,014	4	0,020	4	0,032	4	0,044	4	0,056	4	0,070	Emulze
	7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070	Emulze
	14	0,012	14	0,016	14	0,024	14	0,038	14	0,052	14	0,066	14	0,084	Emulze
	6	0,010	6	0,014	6	0,020	6	0,032	6	0,044	6	0,056	6	0,070	Emulze
	14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070	Emulze
	21	0,012	21	0,016	21	0,024	21	0,038	21	0,052	21	0,066	21	0,084	Emulze
	18	0,008	18	0,012	18	0,018	18	0,028	18	0,038	18	0,050	18	0,062	Emulze
	28	0,008	28	0,012	28	0,018	28	0,028	28	0,038	28	0,050	28	0,062	Emulze
	41	0,012	41	0,016	41	0,024	41	0,038	41	0,052	41	0,066	41	0,076	Emulze
	14	0,008	14	0,012	14	0,018	14	0,028	14	0,038	14	0,050	14	0,062	Emulze
	23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062	Emulze
	32	0,012	32	0,016	32	0,024	32	0,038	32	0,052	32	0,066	32	0,076	Emulze
	9	0,008	9	0,012	9	0,018	9	0,028	9	0,038	9	0,050	9	0,062	Emulze
	17	0,008	17	0,012	17	0,018	17	0,028	17	0,038	17	0,050	17	0,062	Emulze
	23	0,012	23	0,016	23	0,024	23	0,038	23	0,052	23	0,066	23	0,076	Emulze
	7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070	Emulze
	14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070	Emulze
	18	0,012	18	0,016	18	0,024	18	0,038	18	0,052	18	0,066	18	0,084	Emulze
	5	0,010	5	0,007	5	0,020	5	0,032	5	0,044	5	0,056	5	0,070	Emulze
	9	0,010	9	0,007	9	0,020	9	0,032	9	0,044	9	0,056	9	0,070	Emulze
	14	0,012	14	0,008	14	0,024	14	0,038	14	0,052	14	0,066	14	0,084	Emulze
	26	0,008	26	0,012	26	0,018	26	0,028	26	0,038	26	0,050	26	0,062	bez
	60	0,008	60	0,012	60	0,018	60	0,028	60	0,038	60	0,050	60	0,062	bez
	64	0,012	64	0,016	64	0,024	64	0,038	64	0,052	64	0,066	64	0,076	bez
	23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062	bez
	46	0,008	46	0,012	46	0,018	46	0,028	46	0,038	46	0,050	46	0,062	bez
	55	0,012	55	0,016	55	0,024	55	0,038	55	0,052	55	0,066	55	0,076	bez
	20	0,008	20	0,012	20	0,018	20	0,028	20	0,038	20	0,050	20	0,062	Emulze
	37	0,008	37	0,012	37	0,018	37	0,028	37	0,038	37	0,050	37	0,062	Emulze
	41	0,012	41	0,016	41	0,024	41	0,038	41	0,052	41	0,066	41	0,076	Emulze
	14	0,008	14	0,012	14	0,018	14	0,028	14	0,038	14	0,050	14	0,062	Emulze
	26	0,008	26	0,012	26	0,018	26	0,028	26	0,038	26	0,050	26	0,062	Emulze
	32	0,012	32	0,016	32	0,024	32	0,038	32	0,052	32	0,066	32	0,076	Emulze



Tabulka 8.12 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění nahrubo kopírováním

f_z pro $a_e = 0,05 \times D$ a $a_p = 0,05 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	HSS, bez povlaku	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			HSS, s povlakem	16	0,002	16	0,002	16	0,004	16	0,006
			PM, s povlakem	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	HSS, bez povlaku	5	0,002	5	0,002	5	0,004	5	0,010
			HSS, s povlakem	9	0,002	9	0,002	9	0,004	9	0,010
			PM, s povlakem	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,012
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HSS, bez povlaku	138	0,002	138	0,004	138	0,006	138	0,008
			HSS, s povlakem	202	0,002	202	0,004	202	0,006	202	0,008
			PM, s povlakem	221	0,002	221	0,004	221	0,006	221	0,010
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HSS, bez povlaku	83	0,003	83	0,006	83	0,008	83	0,011
			HSS, s povlakem	120	0,003	120	0,006	120	0,008	120	0,011
			PM, s povlakem	138	0,003	138	0,006	138	0,011	138	0,014
17.2	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HSS, bez povlaku	37	0,003	37	0,006	37	0,008	37	0,011
			HSS, s povlakem	101	0,003	101	0,006	101	0,008	101	0,011
			PM, s povlakem	110	0,003	110	0,006	110	0,011	110	0,014
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	HSS, bez povlaku	64	0,002	64	0,004	64	0,006	64	0,008
			HSS, s povlakem	129	0,002	129	0,004	129	0,006	129	0,008
			PM, s povlakem	147	0,002	147	0,004	147	0,006	147	0,010
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HSS, bez povlaku	55	0,003	55	0,006	55	0,008	55	0,011
			HSS, s povlakem	92	0,003	92	0,006	92	0,008	92	0,011
			PM, s povlakem	110	0,003	110	0,006	110	0,011	110	0,014
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	HSS, bez povlaku	55	0,003	55	0,006	55	0,008	55	0,011
			HSS, s povlakem	92	0,003	92	0,006	92	0,008	92	0,011
			PM, s povlakem	110	0,003	110	0,006	110	0,011	110	0,014
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HSS, bez povlaku	37	0,003	37	0,006	37	0,008	37	0,011
			HSS, s povlakem	83	0,003	83	0,006	83	0,008	83	0,011
			PM, s povlakem	92	0,003	92	0,006	92	0,011	92	0,014
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HSS, bez povlaku	37	0,003	37	0,006	37	0,008	37	0,011
			HSS, s povlakem	83	0,003	83	0,006	83	0,008	83	0,011
			PM, s povlakem	92	0,003	92	0,006	92	0,011	92	0,014
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	HSS, bez povlaku	28	0,003	28	0,006	28	0,008	28	0,011
			HSS, s povlakem	64	0,003	64	0,006	64	0,008	64	0,011
			PM, s povlakem	74	0,003	74	0,006	74	0,011	74	0,014
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HSS, bez povlaku	23	0,003	23	0,006	23	0,008	23	0,011
			HSS, s povlakem	51	0,003	51	0,006	51	0,008	51	0,011
			PM, s povlakem	64	0,003	64	0,006	64	0,011	64	0,014
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HSS, bez povlaku	14	0,003	14	0,006	14	0,008	14	0,011
			HSS, s povlakem	41	0,003	41	0,006	41	0,008	41	0,011
			PM, s povlakem	46	0,003	46	0,006	46	0,011	46	0,014
20.0	Grafit		HSS, bez povlaku	21	0,002	21	0,002	21	0,004	21	0,006
			HSS, s povlakem	31	0,002	31	0,002	31	0,004	31	0,006
			PM, s povlakem	62	0,002	62	0,002	62	0,004	62	0,006
21.0	Duroplasty a termoplasty		HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem								
21.1	GFK a CFK		HSS, bez povlaku HSS, s povlakem PM, s povlakem								

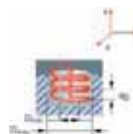


	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070	Emulze
	16	0,010	16	0,014	16	0,020	16	0,032	16	0,044	16	0,056	16	0,070	Emulze
	23	0,012	23	0,016	23	0,024	23	0,038	23	0,052	23	0,066	23	0,084	Emulze
	5	0,010	5	0,014	5	0,020	5	0,032	5	0,044	5	0,056	5	0,070	Emulze
	9	0,010	9	0,014	9	0,020	9	0,032	9	0,044	9	0,056	9	0,070	Emulze
	14	0,012	14	0,016	14	0,024	14	0,038	14	0,052	14	0,066	14	0,084	Emulze
	138	0,012	138	0,016	138	0,028	138	0,042	138	0,058	138	0,074	138	0,100	Emulze
	202	0,012	202	0,016	202	0,028	202	0,042	202	0,058	202	0,074	202	0,100	Emulze
	221	0,014	221	0,020	221	0,034	221	0,050	221	0,070	221	0,088	221	0,120	Emulze
	83	0,017	83	0,022	83	0,039	83	0,059	83	0,073	83	0,093	83	0,110	Emulze
	120	0,017	120	0,022	120	0,039	120	0,059	120	0,073	120	0,093	120	0,110	Emulze
	138	0,020	138	0,028	138	0,048	138	0,070	138	0,088	138	0,110	138	0,132	Emulze
	37	0,021	37	0,028	37	0,046	37	0,071	37	0,081	37	0,100	37	0,120	Emulze
	101	0,021	101	0,028	101	0,046	101	0,071	101	0,081	101	0,100	101	0,120	Emulze
	110	0,025	110	0,035	110	0,056	110	0,085	110	0,098	110	0,119	110	0,144	Emulze
	64	0,012	64	0,016	64	0,028	64	0,042	64	0,058	64	0,074	64	0,100	Emulze
	129	0,012	129	0,016	129	0,028	129	0,042	129	0,058	129	0,074	129	0,100	Emulze
	147	0,014	147	0,020	147	0,034	147	0,050	147	0,070	147	0,088	147	0,120	Emulze
	55	0,017	55	0,022	55	0,039	55	0,059	55	0,073	55	0,093	55	0,110	Emulze
	92	0,017	92	0,022	92	0,039	92	0,059	92	0,073	92	0,093	92	0,110	Emulze
	110	0,020	110	0,028	110	0,048	110	0,070	110	0,088	110	0,110	110	0,132	Emulze
	55	0,017	55	0,022	55	0,039	55	0,059	55	0,073	55	0,093	55	0,110	bez
	92	0,017	92	0,022	92	0,039	92	0,059	92	0,073	92	0,093	92	0,110	bez
	110	0,020	110	0,028	110	0,048	110	0,070	110	0,088	110	0,110	110	0,132	bez
	37	0,017	37	0,022	37	0,039	37	0,059	37	0,073	37	0,093	37	0,110	bez
	83	0,017	83	0,022	83	0,039	83	0,059	83	0,073	83	0,093	83	0,110	bez
	92	0,020	92	0,028	92	0,048	92	0,070	92	0,088	92	0,110	92	0,132	bez
	37	0,017	37	0,022	37	0,039	37	0,059	37	0,073	37	0,093	37	0,110	bez
	83	0,017	83	0,022	83	0,039	83	0,059	83	0,073	83	0,093	83	0,110	bez
	92	0,020	92	0,028	92	0,048	92	0,070	92	0,088	92	0,110	92	0,132	bez
	28	0,017	28	0,022	28	0,039	28	0,059	28	0,073	28	0,093	28	0,110	bez
	64	0,017	64	0,022	64	0,039	64	0,059	64	0,073	64	0,093	64	0,110	bez
	74	0,020	74	0,028	74	0,048	74	0,070	74	0,088	74	0,110	74	0,132	bez
	23	0,017	23	0,022	23	0,039	23	0,059	23	0,073	23	0,093	23	0,110	Emulze
	51	0,017	51	0,022	51	0,039	51	0,059	51	0,073	51	0,093	51	0,110	Emulze
	64	0,020	64	0,028	64	0,048	64	0,070	64	0,088	64	0,110	64	0,132	Emulze
	14	0,021	14	0,028	14	0,046	14	0,071	14	0,081	14	0,100	14	0,120	Emulze
	41	0,021	41	0,028	41	0,046	41	0,071	41	0,081	41	0,100	41	0,120	Emulze
	46	0,025	46	0,035	46	0,056	46	0,085	46	0,098	46	0,119	46	0,144	Emulze
	21	0,008	21	0,012	21	0,018	21	0,028	21	0,038	21	0,050	21	0,062	bez
	31	0,000	31	0,012	31	0,018	31	0,028	31	0,038	31	0,050	31	0,062	bez
	62	0,012	62	0,016	62	0,024	62	0,038	62	0,052	62	0,066	62	0,076	bez



Tabulka 8.13 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) -
Obrábění nahrubo zanořováním / cirkulárním frézováním

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]								
				0,25		0,5		1,0		2,0		
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
1.0	Všeobec. konstrukční oceli	< 500	HSS, bez povlaku	28	0,001	28	0,001	28	0,001	28	0,002	
			HSS, s povlakem	78	0,001	78	0,001	78	0,001	78	0,002	
			PM, s povlakem	83	0,001	83	0,001	83	0,001	83	0,002	
1.1	Všeobec. konstrukční oceli	500 – 850	HSS, bez povlaku	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002	
			HSS, s povlakem	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002	
			PM, s povlakem	69	0,001	69	0,001	69	0,001	69	0,002	
2.0	Automatové oceli	< 850	HSS, bez povlaku	26	0,001	26	0,001	26	0,001	26	0,002	
			HSS, s povlakem	69	0,001	69	0,001	69	0,001	69	0,002	
			PM, s povlakem	74	0,001	74	0,001	74	0,001	74	0,002	
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,001	20	0,002	
			HSS, s povlakem	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002	
			PM, s povlakem	69	0,001	69	0,001	69	0,001	69	0,002	
3.0	Neleg. oceli k zušlechťení	<700	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,001	25	0,002	
			HSS, s povlakem	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002	
			PM, s povlakem	69	0,001	69	0,001	69	0,001	69	0,002	
3.1	Neleg. oceli k zušlechťení	700 – 850	HSS, bez povlaku	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002	
			HSS, s povlakem	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,002	
			PM, s povlakem	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002	
3.2	Neleg. oceli k zušlechťení	850 – 1000	HSS, bez povlaku	18	0,001	18	0,001	18	0,001	18	0,002	
			HSS, s povlakem	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002	
			PM, s povlakem	51	0,001	51	0,001	51	0,001	51	0,002	
4.0	Leg. oceli k zušlechťení	850 – 1000	HSS, bez povlaku	17	0,001	17	0,001	17	0,001	17	0,002	
			HSS, s povlakem	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002	
			PM, s povlakem	51	0,001	51	0,001	51	0,001	51	0,002	
4.1	Leg. oceli k zušlechťení	1000 – 1200	HSS, bez povlaku	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002	
			HSS, s povlakem	39	0,001	39	0,001	39	0,001	39	0,002	
			PM, s povlakem	46	0,001	46	0,001	46	0,001	46	0,002	
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HSS, bez povlaku	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002	
			HSS, s povlakem	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,002	
			PM, s povlakem	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002	
6.0	Legovaná cementační ocel	<1000	HSS, bez povlaku	17	0,001	17	0,001	17	0,001	17	0,002	
			HSS, s povlakem	46	0,001	46	0,001	46	0,001	46	0,002	
			PM, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,001	60	0,002	
6.1	Legovaná cementační ocel	>1000	HSS, bez povlaku	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002	
			HSS, s povlakem	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002	
			PM, s povlakem	51	0,001	51	0,001	51	0,001	51	0,002	
7.0	Nítridační oceli	<1000	HSS, bez povlaku	17	0,001	17	0,001	17	0,001	17	0,002	
			HSS, s povlakem	39	0,001	39	0,001	39	0,001	39	0,002	
			PM, s povlakem	51	0,001	51	0,001	51	0,001	51	0,002	
7.1	Nítridační oceli	>1000	HSS, bez povlaku	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002	
			HSS, s povlakem	32	0,001	32	0,001	32	0,001	32	0,002	
			PM, s povlakem	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002	
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,001	20	0,002	
			HSS, s povlakem	35	0,001	35	0,001	35	0,001	35	0,002	
			HSS, bez povlaku	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002	
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HSS, bez povlaku	12	0,001	12	0,001	12	0,001	12	0,002	
			HSS, s povlakem	29	0,001	29	0,001	29	0,001	29	0,002	
			PM, s povlakem	37	0,001	37	0,001	37	0,001	37	0,002	
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HSS, bez povlaku	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002	
			HSS, s povlakem	25	0,001	25	0,001	25	0,001	25	0,002	
			PM, s povlakem	32	0,001	32	0,001	32	0,001	32	0,002	

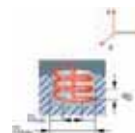


	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	28	0,004	28	0,005	28	0,007	28	0,011	28	0,015	28	0,020	28	0,025	Emulze
	78	0,004	78	0,005	78	0,007	78	0,011	78	0,015	78	0,020	78	0,025	Emulze
	83	0,004	83	0,006	83	0,008	83	0,013	83	0,018	83	0,023	83	0,029	Emulze
	23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,027	Emulze
	64	0,003	64	0,004	64	0,006	64	0,010	64	0,013	64	0,018	64	0,027	Emulze
	69	0,004	69	0,006	69	0,008	69	0,013	69	0,018	69	0,023	69	0,029	Emulze
	26	0,003	26	0,004	26	0,006	26	0,010	26	0,013	26	0,018	26	0,022	Emulze
	69	0,003	69	0,004	69	0,006	69	0,010	69	0,013	69	0,018	69	0,022	Emulze
	74	0,004	74	0,006	74	0,008	74	0,013	74	0,018	74	0,023	74	0,027	Emulze
	20	0,003	20	0,004	20	0,006	20	0,010	20	0,013	20	0,018	20	0,022	Emulze
	64	0,003	64	0,004	64	0,006	64	0,010	64	0,013	64	0,018	64	0,022	Emulze
	69	0,004	69	0,006	69	0,008	69	0,013	69	0,018	69	0,023	69	0,027	Emulze
	25	0,003	25	0,004	25	0,006	25	0,010	25	0,013	25	0,018	25	0,022	Emulze
	64	0,003	64	0,004	64	0,006	64	0,010	64	0,013	64	0,018	64	0,022	Emulze
	69	0,004	69	0,006	69	0,008	69	0,013	69	0,018	69	0,023	69	0,027	Emulze
	23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,022	Emulze
	55	0,003	55	0,004	55	0,006	55	0,010	55	0,013	55	0,018	55	0,022	Emulze
	64	0,004	64	0,006	64	0,008	64	0,013	64	0,018	64	0,023	64	0,027	Emulze
	18	0,003	18	0,004	18	0,006	18	0,010	18	0,013	18	0,018	18	0,022	Emulze
	41	0,003	41	0,004	41	0,006	41	0,010	41	0,013	41	0,018	41	0,022	Emulze
	51	0,004	51	0,006	51	0,008	51	0,013	51	0,018	51	0,023	51	0,027	Emulze
	17	0,003	17	0,004	17	0,006	17	0,010	17	0,013	17	0,018	17	0,022	Emulze
	41	0,003	41	0,004	41	0,006	41	0,010	41	0,013	41	0,018	41	0,022	Emulze
	51	0,004	51	0,006	51	0,008	51	0,013	51	0,018	51	0,023	51	0,027	Emulze
	14	0,004	14	0,005	14	0,007	14	0,011	14	0,015	14	0,020	14	0,025	Emulze
	39	0,004	39	0,005	39	0,007	39	0,011	39	0,015	39	0,020	39	0,025	Emulze
	46	0,004	46	0,006	46	0,008	46	0,013	46	0,018	46	0,023	46	0,029	Emulze
	23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,022	Emulze
	55	0,003	55	0,004	55	0,006	55	0,010	55	0,013	55	0,018	55	0,022	Emulze
	64	0,004	64	0,006	64	0,008	64	0,013	64	0,018	64	0,023	64	0,027	Emulze
	17	0,003	17	0,004	17	0,006	17	0,010	17	0,013	17	0,018	17	0,022	Emulze
	46	0,003	46	0,004	46	0,006	46	0,010	46	0,013	46	0,018	46	0,022	Emulze
	60	0,004	60	0,006	60	0,008	60	0,013	60	0,018	60	0,023	60	0,027	Emulze
	14	0,004	14	0,005	14	0,007	14	0,011	14	0,015	14	0,020	14	0,025	Emulze
	41	0,004	41	0,005	41	0,007	41	0,011	41	0,015	41	0,020	41	0,025	Emulze
	51	0,004	51	0,006	51	0,008	51	0,013	51	0,018	51	0,023	51	0,029	Emulze
	17	0,003	17	0,004	17	0,006	17	0,010	17	0,013	17	0,018	17	0,022	Emulze
	39	0,003	39	0,004	39	0,006	39	0,010	39	0,013	39	0,018	39	0,022	Emulze
	51	0,004	51	0,006	51	0,008	51	0,013	51	0,018	51	0,023	51	0,027	Emulze
	14	0,004	14	0,005	14	0,007	14	0,011	14	0,015	14	0,020	14	0,025	Emulze
	32	0,004	32	0,005	32	0,007	32	0,011	32	0,015	32	0,020	32	0,025	Emulze
	41	0,004	41	0,006	41	0,008	41	0,013	41	0,018	41	0,023	41	0,029	Emulze
	20	0,003	20	0,004	20	0,006	20	0,010	20	0,013	20	0,018	20	0,022	Emulze
	35	0,003	35	0,004	35	0,006	35	0,010	35	0,013	35	0,018	35	0,022	Emulze
	41	0,004	41	0,006	41	0,008	41	0,013	41	0,018	41	0,023	41	0,027	Emulze
	12	0,004	12	0,005	12	0,007	12	0,011	12	0,015	12	0,020	12	0,025	Emulze
	29	0,004	29	0,005	29	0,007	29	0,011	29	0,015	29	0,020	29	0,025	Emulze
	37	0,004	37	0,006	37	0,008	37	0,013	37	0,018	37	0,023	37	0,029	Emulze
	7	0,004	7	0,005	7	0,007	7	0,011	7	0,015	7	0,020	7	0,025	Emulze
	25	0,004	25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,015	25	0,020	25	0,025	Emulze
	32	0,004	32	0,006	32	0,008	32	0,013	32	0,018	32	0,023	32	0,029	Emulze



Tabulka 8.13 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) -
Obrábění nahrubo zanořováním / cirkulárním frézováním

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	HSS, bez povlaku	6	0,001	6	0,001	6	0,001	6	0,002
			HSS, s povlakem	21	0,001	21	0,001	21	0,001	21	0,002
			PM, s povlakem	26	0,001	26	0,001	26	0,001	26	0,002
10.0	Kalené oceli	48–65 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	HSS, bez povlaku	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			HSS, s povlakem	18	0,001	18	0,001	18	0,001	18	0,002
			PM, s povlakem	28	0,001	28	0,001	28	0,001	28	0,002
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	HSS, bez povlaku	4	0,001	4	0,001	4	0,001	4	0,002
			HSS, s povlakem	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			PM, s povlakem	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HSS, bez povlaku	6	0,001	6	0,001	6	0,001	6	0,002
			HSS, s povlakem	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			PM, s povlakem	21	0,001	21	0,001	21	0,001	21	0,002
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	HSS, bez povlaku	18	0,001	18	0,001	18	0,001	18	0,002
			HSS, s povlakem	28	0,001	28	0,001	28	0,001	28	0,002
			PM, s povlakem	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HSS, bez povlaku	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			HSS, s povlakem	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
			PM, s povlakem	32	0,001	32	0,001	32	0,001	32	0,002
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HSS, bez povlaku	9	0,001	9	0,001	9	0,001	9	0,002
			HSS, s povlakem	17	0,001	17	0,001	17	0,001	17	0,002
			PM, s povlakem	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HSS, bez povlaku	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			HSS, s povlakem	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			PM, s povlakem	18	0,001	18	0,001	18	0,001	18	0,002
14.0	Speciální slitiny	< 1200	HSS, bez povlaku	5	0,001	5	0,001	5	0,001	5	0,002
			HSS, s povlakem	9	0,001	9	0,001	9	0,001	9	0,002
			PM, s povlakem	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
15.0	Litiny	< 180 HB	HSS, bez povlaku	26	0,001	26	0,001	26	0,001	26	0,002
			HSS, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,001	60	0,002
			PM, s povlakem	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
15.1	Litiny	> 180 HB	HSS, bez povlaku	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
			HSS, s povlakem	46	0,001	46	0,001	46	0,001	46	0,002
			PM, s povlakem	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,002
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,001	20	0,002
			HSS, s povlakem	37	0,001	37	0,001	37	0,001	37	0,002
			PM, s povlakem	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HSS, bez povlaku	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			HSS, s povlakem	26	0,001	26	0,001	26	0,001	26	0,002
			PM, s povlakem	32	0,001	32	0,001	32	0,001	32	0,002

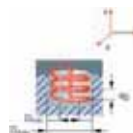


	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	6	0,004	6	0,005	6	0,007	6	0,011	6	0,015	6	0,020	6	0,025	Emulze
	21	0,004	21	0,005	21	0,007	21	0,011	21	0,015	21	0,020	21	0,025	Emulze
	26	0,004	26	0,006	26	0,008	26	0,013	26	0,018	26	0,023	26	0,029	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	7	0,004	7	0,005	7	0,007	7	0,011	7	0,015	7	0,020	7	0,025	Emulze
	18	0,004	18	0,005	18	0,007	18	0,011	18	0,015	18	0,020	18	0,025	Emulze
	28	0,004	28	0,006	28	0,008	28	0,013	28	0,018	28	0,023	28	0,029	Emulze
	4	0,004	4	0,005	4	0,007	4	0,011	4	0,015	4	0,020	4	0,025	Emulze
	7	0,004	7	0,005	7	0,007	7	0,011	7	0,015	7	0,020	7	0,025	Emulze
	14	0,004	14	0,006	14	0,008	14	0,013	14	0,018	14	0,023	14	0,029	Emulze
	6	0,004	6	0,005	6	0,007	6	0,011	6	0,015	6	0,020	6	0,025	Emulze
	14	0,004	14	0,005	14	0,007	14	0,011	14	0,015	14	0,020	14	0,025	Emulze
	21	0,004	21	0,006	21	0,008	21	0,013	21	0,018	21	0,023	21	0,029	Emulze
	18	0,003	18	0,004	18	0,006	18	0,010	18	0,013	18	0,018	18	0,022	Emulze
	28	0,003	28	0,004	28	0,006	28	0,010	28	0,013	28	0,018	28	0,022	Emulze
	41	0,004	41	0,006	41	0,008	41	0,013	41	0,018	41	0,023	41	0,027	Emulze
	14	0,003	14	0,004	14	0,006	14	0,010	14	0,013	14	0,018	14	0,022	Emulze
	23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,022	Emulze
	32	0,004	32	0,006	32	0,008	32	0,013	32	0,018	32	0,023	32	0,027	Emulze
	9	0,003	9	0,004	9	0,006	9	0,010	9	0,013	9	0,018	9	0,022	Emulze
	17	0,003	17	0,004	17	0,006	17	0,010	17	0,013	17	0,018	17	0,022	Emulze
	23	0,004	23	0,006	23	0,008	23	0,013	23	0,018	23	0,023	23	0,027	Emulze
	7	0,004	7	0,005	7	0,006	7	0,010	7	0,013	7	0,018	7	0,025	Emulze
	14	0,004	14	0,005	14	0,006	14	0,010	14	0,013	14	0,018	14	0,025	Emulze
	18	0,004	18	0,006	18	0,008	18	0,013	18	0,018	18	0,023	18	0,029	Emulze
	5	0,004	5	0,005	5	0,007	5	0,011	5	0,015	5	0,020	5	0,025	Emulze
	9	0,004	9	0,005	9	0,007	9	0,011	9	0,015	9	0,020	9	0,025	Emulze
	14	0,004	14	0,006	14	0,008	14	0,013	14	0,018	14	0,023	14	0,029	Emulze
	26	0,003	26	0,004	26	0,006	26	0,010	26	0,013	26	0,018	26	0,022	bez
	60	0,003	60	0,004	60	0,006	60	0,010	60	0,013	60	0,018	60	0,022	bez
	64	0,004	64	0,006	64	0,008	64	0,013	64	0,018	64	0,023	64	0,027	bez
	23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,022	bez
	46	0,003	46	0,004	46	0,006	46	0,010	46	0,013	46	0,018	46	0,022	bez
	55	0,004	55	0,006	55	0,008	55	0,013	55	0,018	55	0,023	55	0,027	bez
	20	0,003	20	0,004	20	0,006	20	0,010	20	0,013	20	0,018	20	0,022	Emulze
	37	0,003	37	0,004	37	0,006	37	0,010	37	0,013	37	0,018	37	0,022	Emulze
	41	0,004	41	0,006	41	0,008	41	0,013	41	0,018	41	0,023	41	0,027	Emulze
	14	0,003	14	0,004	14	0,006	14	0,010	14	0,013	14	0,018	14	0,022	Emulze
	26	0,003	26	0,004	26	0,006	26	0,010	26	0,013	26	0,018	26	0,022	Emulze
	32	0,004	32	0,006	32	0,008	32	0,013	32	0,018	32	0,023	32	0,027	Emulze



Tabulka 8.13 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění nahrubo zanořováním / cirkulárním frézováním

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	HSS, bez povlaku	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			HSS, s povlakem	16	0,001	16	0,001	16	0,001	16	0,002
			PM, s povlakem	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	HSS, bez povlaku	5	0,001	5	0,001	5	0,001	5	0,002
			HSS, s povlakem	9	0,001	9	0,001	9	0,001	9	0,002
			PM, s povlakem	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HSS, bez povlaku	138	0,001	138	0,001	138	0,002	138	0,003
			HSS, s povlakem	202	0,001	202	0,001	202	0,002	202	0,003
			PM, s povlakem	221	0,001	221	0,001	221	0,003	221	0,004
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HSS, bez povlaku	83	0,001	83	0,002	83	0,003	83	0,004
			HSS, s povlakem	120	0,001	120	0,002	120	0,003	120	0,004
			PM, s povlakem	138	0,001	138	0,002	138	0,004	138	0,005
17.2	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HSS, bez povlaku	37	0,001	37	0,002	37	0,003	37	0,004
			HSS, s povlakem	101	0,001	101	0,002	101	0,003	101	0,004
			PM, s povlakem	110	0,001	110	0,002	110	0,004	110	0,005
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	HSS, bez povlaku	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
			HSS, s povlakem	129	0,001	129	0,001	129	0,002	129	0,003
			PM, s povlakem	147	0,001	147	0,001	147	0,003	147	0,004
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HSS, bez povlaku	55	0,001	55	0,002	55	0,003	55	0,004
			HSS, s povlakem	92	0,001	92	0,002	92	0,003	92	0,004
			PM, s povlakem	110	0,001	110	0,002	110	0,004	110	0,005
19.1	Mosaz, tvůrčí krátké třísky	< 600	HSS, bez povlaku	55	0,001	55	0,002	55	0,003	55	0,004
			HSS, s povlakem	92	0,001	92	0,002	92	0,003	92	0,004
			PM, s povlakem	110	0,001	110	0,002	110	0,004	110	0,005
19.2	Mosaz, tvůrčí dlouhé třísky	< 600	HSS, bez povlaku	37	0,001	37	0,002	37	0,003	37	0,004
			HSS, s povlakem	83	0,001	83	0,002	83	0,003	83	0,004
			PM, s povlakem	92	0,001	92	0,002	92	0,004	92	0,005
19.3	Bronz, tvůrčí krátké třísky	< 600	HSS, bez povlaku	37	0,001	37	0,002	37	0,003	37	0,004
			HSS, s povlakem	83	0,001	83	0,002	83	0,003	83	0,004
			PM, s povlakem	92	0,001	92	0,002	92	0,004	92	0,005
19.4	Bronz, tvůrčí krátké třísky	650 – 850	HSS, bez povlaku	28	0,001	28	0,002	28	0,003	28	0,004
			HSS, s povlakem	64	0,001	64	0,002	64	0,003	64	0,004
			PM, s povlakem	74	0,001	74	0,002	74	0,004	74	0,005
19.5	Bronz, tvůrčí dlouhé třísky	< 850	HSS, bez povlaku	23	0,001	23	0,002	23	0,003	23	0,004
			HSS, s povlakem	51	0,001	51	0,002	51	0,003	51	0,004
			PM, s povlakem	64	0,001	64	0,002	64	0,004	64	0,005
19.6	Bronz, tvůrčí dlouhé třísky	850 – 1200	HSS, bez povlaku	14	0,001	14	0,002	14	0,003	14	0,004
			HSS, s povlakem	41	0,001	41	0,002	41	0,003	41	0,004
			PM, s povlakem	46	0,001	46	0,002	46	0,004	46	0,005
20.0	Grafit		HSS, bez povlaku	21	0,001	21	0,001	21	0,001	21	0,002
			HSS, s povlakem	31	0,001	31	0,001	31	0,001	31	0,002
			PM, s povlakem	62	0,001	62	0,001	62	0,001	62	0,002
21.0	Duroplasty a termoplasty		HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–



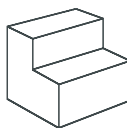
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	
	7	0,004	7	0,005	7	0,007	7	0,011	7	0,015	7	0,020	7	0,025	Emulze
	16	0,004	16	0,005	16	0,007	16	0,011	16	0,015	16	0,020	16	0,025	Emulze
	23	0,004	23	0,006	23	0,008	23	0,013	23	0,018	23	0,023	23	0,029	Emulze
	5	0,004	5	0,005	5	0,007	5	0,011	5	0,015	5	0,020	5	0,025	Emulze
	9	0,004	9	0,005	9	0,007	9	0,011	9	0,015	9	0,020	9	0,025	Emulze
	14	0,004	14	0,006	14	0,008	14	0,013	14	0,018	14	0,023	14	0,029	Emulze
	138	0,004	138	0,006	138	0,010	138	0,015	138	0,020	138	0,026	138	0,035	Emulze
	202	0,004	202	0,006	202	0,010	202	0,015	202	0,020	202	0,026	202	0,035	Emulze
	221	0,005	221	0,007	221	0,012	221	0,018	221	0,025	221	0,031	221	0,042	Emulze
	83	0,006	83	0,008	83	0,014	83	0,021	83	0,025	83	0,032	83	0,039	Emulze
	120	0,006	120	0,008	120	0,014	120	0,021	120	0,025	120	0,032	120	0,039	Emulze
	138	0,007	138	0,010	138	0,017	138	0,025	138	0,031	138	0,039	138	0,046	Emulze
	37	0,007	37	0,010	37	0,016	37	0,025	37	0,028	37	0,035	37	0,042	Emulze
	101	0,007	101	0,010	101	0,016	101	0,025	101	0,028	101	0,035	101	0,042	Emulze
	110	0,009	110	0,012	110	0,020	110	0,030	110	0,034	110	0,042	110	0,050	Emulze
	64	0,004	64	0,006	64	0,010	64	0,015	64	0,020	64	0,026	64	0,035	Emulze
	129	0,004	129	0,006	129	0,010	129	0,015	129	0,020	129	0,026	129	0,035	Emulze
	147	0,005	147	0,007	147	0,012	147	0,018	147	0,025	147	0,031	147	0,042	Emulze
	55	0,006	55	0,008	55	0,014	55	0,021	55	0,025	55	0,032	55	0,039	Emulze
	92	0,006	92	0,008	92	0,014	92	0,021	92	0,025	92	0,032	92	0,039	Emulze
	110	0,007	110	0,010	110	0,017	110	0,025	110	0,031	110	0,039	110	0,046	Emulze
	55	0,006	55	0,008	55	0,014	55	0,021	55	0,025	55	0,032	55	0,039	bez
	92	0,006	92	0,008	92	0,014	92	0,021	92	0,025	92	0,032	92	0,039	bez
	110	0,007	110	0,010	110	0,017	110	0,025	110	0,031	110	0,039	110	0,046	bez
	37	0,006	37	0,008	37	0,014	37	0,021	37	0,025	37	0,032	37	0,039	bez
	83	0,006	83	0,008	83	0,014	83	0,021	83	0,025	83	0,032	83	0,039	bez
	92	0,007	92	0,010	92	0,017	92	0,025	92	0,031	92	0,039	92	0,046	bez
	37	0,006	37	0,008	37	0,014	37	0,021	37	0,025	37	0,032	37	0,039	bez
	83	0,006	83	0,008	83	0,014	83	0,021	83	0,025	83	0,032	83	0,039	bez
	92	0,007	92	0,010	92	0,017	92	0,025	92	0,031	92	0,039	92	0,046	bez
	28	0,006	28	0,008	28	0,014	28	0,021	28	0,025	28	0,032	28	0,039	bez
	64	0,006	64	0,008	64	0,014	64	0,021	64	0,025	64	0,032	64	0,039	bez
	74	0,007	74	0,010	74	0,017	74	0,025	74	0,031	74	0,039	74	0,046	bez
	23	0,006	23	0,008	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,032	23	0,039	Emulze
	51	0,006	51	0,008	51	0,014	51	0,021	51	0,025	51	0,032	51	0,039	Emulze
	64	0,007	64	0,010	64	0,017	64	0,025	64	0,031	64	0,039	64	0,046	Emulze
	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	14	0,042	Emulze
	41	0,007	41	0,010	41	0,016	41	0,025	41	0,028	41	0,035	41	0,042	Emulze
	46	0,009	46	0,012	46	0,020	46	0,030	46	0,034	46	0,042	46	0,050	Emulze
	21	0,003	21	0,004	21	0,006	21	0,010	21	0,013	21	0,018	21	0,022	bez
	31	0,003	31	0,004	31	0,006	31	0,010	31	0,013	31	0,018	31	0,022	bez
	62	0,004	62	0,006	62	0,008	62	0,013	62	0,018	62	0,023	62	0,027	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	



Tabulka 8.14 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění kontury načisto

f_z pro $a_e = 0,1 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
1.0	Všeobc. konstrukční oceli	< 500	HSS, bez povlaku	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,003
			HSS, s povlakem	84	0,001	84	0,001	84	0,002	84	0,003
			PM, s povlakem	89	0,001	89	0,001	89	0,002	89	0,003
1.1	Všeobc. konstrukční oceli	500 – 850	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS, s povlakem	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,003
2.0	Automatové oceli	< 850	HSS, bez povlaku	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			HSS, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,003
			PM, s povlakem	79	0,001	79	0,001	79	0,002	79	0,003
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HSS, bez povlaku	22	0,001	22	0,001	22	0,002	22	0,003
			HSS, s povlakem	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,003
3.0	Neleg. oceli k zušlechtnění	<700	HSS, bez povlaku	27	0,001	27	0,001	27	0,002	27	0,003
			HSS, s povlakem	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,003
3.1	Neleg. oceli k zušlechtnění	700 – 850	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
			PM, s povlakem	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
3.2	Neleg. oceli k zušlechtnění	850 – 1000	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS, s povlakem	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
			PM, s povlakem	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
4.0	Leg. oceli k zušlechtnění	850 – 1000	HSS, bez povlaku	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS, s povlakem	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
			PM, s povlakem	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
4.1	Leg. oceli k zušlechtnění	1000 – 1200	HSS, bez povlaku	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS, s povlakem	42	0,001	42	0,001	42	0,002	42	0,003
			PM, s povlakem	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
			PM, s povlakem	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
6.0	Legovaná cementační ocel	<1000	HSS, bez povlaku	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS, s povlakem	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
			PM, s povlakem	65	0,001	65	0,001	65	0,002	65	0,003
6.1	Legovaná cementační ocel	>1000	HSS, bez povlaku	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS, s povlakem	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
			PM, s povlakem	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
7.0	Nítridační oceli	<1000	HSS, bez povlaku	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS, s povlakem	42	0,001	42	0,001	42	0,002	42	0,003
			PM, s povlakem	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
7.1	Nítridační oceli	>1000	HSS, bez povlaku	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS, s povlakem	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003
			PM, s povlakem	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HSS, bez povlaku	22	0,001	22	0,001	22	0,002	22	0,003
			HSS, s povlakem	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,003
			HSS, bez povlaku	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HSS, bez povlaku	13	0,001	13	0,001	13	0,002	13	0,003
			HSS, s povlakem	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003
			PM, s povlakem	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,003
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HSS, bez povlaku	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			HSS, s povlakem	27	0,001	27	0,001	27	0,002	27	0,003
			PM, s povlakem	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003



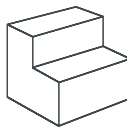
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	30	0,005	30	0,007	30	0,010	30	0,016	30	0,022	30	0,035	30	0,044	Emulze
	84	0,005	84	0,007	84	0,010	84	0,016	84	0,022	84	0,035	84	0,044	Emulze
	89	0,006	89	0,008	89	0,012	89	0,019	89	0,026	89	0,041	89	0,053	Emulze
	25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,031	25	0,039	Emulze
	70	0,004	70	0,006	70	0,009	70	0,014	70	0,019	70	0,031	70	0,039	Emulze
	75	0,006	75	0,008	75	0,012	75	0,019	75	0,026	75	0,041	75	0,048	Emulze
	28	0,004	28	0,006	28	0,009	28	0,014	28	0,019	28	0,025	28	0,031	Emulze
	75	0,004	75	0,006	75	0,009	75	0,014	75	0,019	75	0,025	75	0,031	Emulze
	79	0,006	79	0,008	79	0,012	79	0,019	79	0,026	79	0,033	79	0,038	Emulze
	22	0,004	22	0,006	22	0,009	22	0,014	22	0,019	22	0,025	22	0,031	Emulze
	70	0,004	70	0,006	70	0,009	70	0,014	70	0,019	70	0,025	70	0,031	Emulze
	75	0,006	75	0,008	75	0,012	75	0,019	75	0,026	75	0,033	75	0,038	Emulze
	27	0,004	27	0,006	27	0,009	27	0,014	27	0,019	27	0,025	27	0,031	Emulze
	70	0,004	70	0,006	70	0,009	70	0,014	70	0,019	70	0,025	70	0,031	Emulze
	75	0,006	75	0,008	75	0,012	75	0,019	75	0,026	75	0,033	75	0,038	Emulze
	25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,025	25	0,031	Emulze
	60	0,004	60	0,006	60	0,009	60	0,014	60	0,019	60	0,025	60	0,031	Emulze
	70	0,006	70	0,008	70	0,012	70	0,019	70	0,026	70	0,033	70	0,038	Emulze
	20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,019	20	0,025	20	0,031	Emulze
	45	0,004	45	0,006	45	0,009	45	0,014	45	0,019	45	0,025	45	0,031	Emulze
	55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,026	55	0,033	55	0,038	Emulze
	18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,019	18	0,025	18	0,031	Emulze
	45	0,004	45	0,006	45	0,009	45	0,014	45	0,019	45	0,025	45	0,031	Emulze
	55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,026	55	0,033	55	0,038	Emulze
	15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	Emulze
	42	0,005	42	0,007	42	0,010	42	0,016	42	0,022	42	0,028	42	0,035	Emulze
	50	0,006	50	0,008	50	0,012	50	0,019	50	0,026	50	0,033	50	0,042	Emulze
	25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,025	25	0,031	Emulze
	60	0,004	60	0,006	60	0,009	60	0,014	60	0,019	60	0,025	60	0,031	Emulze
	70	0,006	70	0,008	70	0,012	70	0,019	70	0,026	70	0,033	70	0,038	Emulze
	18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,019	18	0,025	18	0,031	Emulze
	50	0,004	50	0,006	50	0,009	50	0,014	50	0,019	50	0,025	50	0,031	Emulze
	65	0,006	65	0,008	65	0,012	65	0,019	65	0,026	65	0,033	65	0,038	Emulze
	15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	Emulze
	45	0,005	45	0,007	45	0,010	45	0,016	45	0,022	45	0,028	45	0,035	Emulze
	55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,026	55	0,033	55	0,042	Emulze
	18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,019	18	0,025	18	0,031	Emulze
	42	0,004	42	0,006	42	0,009	42	0,014	42	0,019	42	0,025	42	0,031	Emulze
	55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,026	55	0,033	55	0,038	Emulze
	15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	Emulze
	35	0,005	35	0,007	35	0,010	35	0,016	35	0,022	35	0,028	35	0,035	Emulze
	45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,042	Emulze
	22	0,004	22	0,006	22	0,009	22	0,014	22	0,019	22	0,025	22	0,031	Emulze
	38	0,004	38	0,006	38	0,009	38	0,014	38	0,019	38	0,025	38	0,031	Emulze
	45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,038	Emulze
	13	0,005	13	0,007	13	0,010	13	0,016	13	0,022	13	0,028	13	0,035	Emulze
	32	0,005	32	0,007	32	0,010	32	0,016	32	0,022	32	0,028	32	0,035	Emulze
	40	0,006	40	0,008	40	0,012	40	0,019	40	0,026	40	0,033	40	0,042	Emulze
	8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	Emulze
	27	0,005	27	0,007	27	0,010	27	0,016	27	0,022	27	0,028	27	0,035	Emulze
	35	0,006	35	0,008	35	0,012	35	0,019	35	0,026	35	0,033	35	0,042	Emulze



Tabulka 8.14 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění kontury načisto

f_z pro $a_e = 0,1 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	HSS, bez povlaku	6	0,001	6	0,001	6	0,002	6	0,003
			HSS, s povlakem	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			PM, s povlakem	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
10.0	Kalené oceli	48– 55 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55– 60 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60– 67 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	HSS, bez povlaku	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			HSS, s povlakem	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			PM, s povlakem	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,003
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	HSS, bez povlaku	4	0,001	4	0,001	4	0,002	4	0,003
			HSS, s povlakem	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			PM, s povlakem	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HSS, bez povlaku	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS, s povlakem	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			PM, s povlakem	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
13.0	Nerez oceli sříděné	< 700	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS, s povlakem	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,003
			PM, s povlakem	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HSS, bez povlaku	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS, s povlakem	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			PM, s povlakem	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HSS, bez povlaku	10	0,001	10	0,001	10	0,002	10	0,003
			HSS, s povlakem	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			PM, s povlakem	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HSS, bez povlaku	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			HSS, s povlakem	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			PM, s povlakem	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
14.0	Speciální slitiny	< 1200	HSS, bez povlaku	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,003
			HSS, s povlakem	10	0,001	10	0,001	10	0,002	10	0,003
			PM, s povlakem	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HSS, bez povlaku	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			HSS, s povlakem	65	0,001	65	0,001	65	0,002	65	0,003
			PM, s povlakem	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS, s povlakem	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
			PM, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HSS, bez povlaku	22	0,001	22	0,001	22	0,002	22	0,003
			HSS, s povlakem	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,003
			PM, s povlakem	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HSS, bez povlaku	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS, s povlakem	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			PM, s povlakem	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003



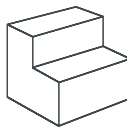
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	
	6	0,005	6	0,007	6	0,010	6	0,016	6	0,022	6	0,028	6	0,042	Emulze
	23	0,005	23	0,007	23	0,010	23	0,016	23	0,022	23	0,028	23	0,042	Emulze
	28	0,006	28	0,008	28	0,012	28	0,019	28	0,026	28	0,033	28	0,050	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	Emulze
	20	0,005	20	0,007	20	0,010	20	0,016	20	0,022	20	0,028	20	0,035	Emulze
	30	0,006	30	0,008	30	0,012	30	0,019	30	0,026	30	0,033	30	0,042	Emulze
	4	0,005	4	0,007	4	0,010	4	0,016	4	0,022	4	0,028	4	0,035	Emulze
	8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	Emulze
	15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,033	15	0,042	Emulze
	7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,022	7	0,028	7	0,035	Emulze
	15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	Emulze
	23	0,006	23	0,008	23	0,012	23	0,019	23	0,026	23	0,033	23	0,042	Emulze
	20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,019	20	0,025	20	0,031	Emulze
	30	0,004	30	0,006	30	0,009	30	0,014	30	0,019	30	0,025	30	0,031	Emulze
	45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,038	Emulze
	15	0,004	15	0,006	15	0,009	15	0,014	15	0,019	15	0,025	15	0,031	Emulze
	25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,025	25	0,031	Emulze
	35	0,006	35	0,008	35	0,012	35	0,019	35	0,026	35	0,033	35	0,038	Emulze
	10	0,004	10	0,006	10	0,009	10	0,014	10	0,019	10	0,025	10	0,031	Emulze
	18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,019	18	0,025	18	0,031	Emulze
	25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,033	25	0,038	Emulze
	8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	Emulze
	15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	Emulze
	20	0,006	20	0,008	20	0,012	20	0,019	20	0,026	20	0,033	20	0,042	Emulze
	5	0,005	5	0,007	5	0,010	5	0,016	5	0,022	5	0,028	5	0,035	Emulze
	10	0,005	10	0,007	10	0,010	10	0,016	10	0,022	10	0,028	10	0,035	Emulze
	15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,033	15	0,042	Emulze
	28	0,004	28	0,006	28	0,009	28	0,014	28	0,019	28	0,025	28	0,031	bez
	65	0,004	65	0,006	65	0,009	65	0,014	65	0,019	65	0,025	65	0,031	bez
	70	0,006	70	0,008	70	0,012	70	0,019	70	0,026	70	0,033	70	0,038	bez
	25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,025	25	0,031	bez
	50	0,004	50	0,006	50	0,009	50	0,014	50	0,019	50	0,025	50	0,031	bez
	60	0,006	60	0,008	60	0,012	60	0,019	60	0,026	60	0,033	60	0,038	bez
	22	0,004	22	0,006	22	0,009	22	0,014	22	0,019	22	0,025	22	0,031	Emulze
	40	0,004	40	0,006	40	0,009	40	0,014	40	0,019	40	0,025	40	0,031	Emulze
	45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,038	Emulze
	15	0,004	15	0,006	15	0,009	15	0,014	15	0,019	15	0,025	15	0,031	Emulze
	28	0,004	28	0,006	28	0,009	28	0,014	28	0,019	28	0,025	28	0,031	Emulze
	35	0,006	35	0,008	35	0,012	35	0,019	35	0,026	35	0,033	35	0,038	Emulze



Tabulka 8.14 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění kontury načisto

f_z pro $a_e = 0,1 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	HSS, bez povlaku	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			HSS, s povlakem	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			PM, s povlakem	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	HSS, bez povlaku	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,003
			HSS, s povlakem	10	0,001	10	0,001	10	0,002	10	0,003
			PM, s povlakem	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HSS, bez povlaku	149	0,001	149	0,002	149	0,003	149	0,004
			HSS, s povlakem	219	0,001	219	0,002	219	0,003	219	0,004
			PM, s povlakem	238	0,001	238	0,002	238	0,004	238	0,005
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HSS, bez povlaku	89	0,001	89	0,003	89	0,004	89	0,006
			HSS, s povlakem	129	0,001	129	0,003	129	0,004	129	0,006
			PM, s povlakem	149	0,001	149	0,003	149	0,006	149	0,007
17.2	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HSS, bez povlaku	40	0,001	40	0,003	40	0,004	40	0,006
			HSS, s povlakem	109	0,001	109	0,003	109	0,004	109	0,006
			PM, s povlakem	119	0,001	119	0,003	119	0,006	119	0,007
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	HSS, bez povlaku	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,004
			HSS, s povlakem	139	0,001	139	0,002	139	0,003	139	0,004
			PM, s povlakem	159	0,001	159	0,002	159	0,004	159	0,005
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HSS, bez povlaku	60	0,001	60	0,003	60	0,004	60	0,006
			HSS, s povlakem	99	0,001	99	0,003	99	0,004	99	0,006
			PM, s povlakem	119	0,001	119	0,003	119	0,006	119	0,007
19.1	Mosaz, tvářicí krátké třísky	< 600	HSS, bez povlaku	60	0,001	60	0,003	60	0,004	60	0,006
			HSS, s povlakem	99	0,001	99	0,003	99	0,004	99	0,006
			PM, s povlakem	119	0,001	119	0,003	119	0,006	119	0,007
19.2	Mosaz, tvářicí dlouhé třísky	< 600	HSS, bez povlaku	40	0,001	40	0,003	40	0,004	40	0,006
			HSS, s povlakem	89	0,001	89	0,003	89	0,004	89	0,006
			PM, s povlakem	99	0,001	99	0,003	99	0,006	99	0,007
19.3	Bronz, tvářicí krátké třísky	< 600	HSS, bez povlaku	40	0,001	40	0,003	40	0,004	40	0,006
			HSS, s povlakem	89	0,001	89	0,003	89	0,004	89	0,006
			PM, s povlakem	99	0,001	99	0,003	99	0,006	99	0,007
19.4	Bronz, tvářicí krátké třísky	650 – 850	HSS, bez povlaku	30	0,001	30	0,003	30	0,004	30	0,006
			HSS, s povlakem	70	0,001	70	0,003	70	0,004	70	0,006
			PM, s povlakem	79	0,001	79	0,003	79	0,006	79	0,007
19.5	Bronz, tvářicí dlouhé třísky	< 850	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,003	25	0,004	25	0,006
			HSS, s povlakem	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			PM, s povlakem	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,007
19.6	Bronz, tvářicí dlouhé třísky	850 – 1200	HSS, bez povlaku	15	0,001	15	0,003	15	0,004	15	0,006
			HSS, s povlakem	45	0,001	45	0,003	45	0,004	45	0,006
			PM, s povlakem	50	0,001	50	0,002	50	0,006	50	0,007
20.0	Grafit		HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS, s povlakem	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003
			PM, s povlakem	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
21.0	Duroplasty a termoplasty		HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–



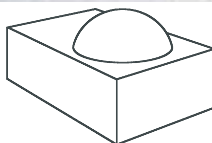
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	Emulze
	17	0,005	17	0,007	17	0,010	17	0,016	17	0,022	17	0,028	17	0,035	Emulze
	25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,033	25	0,042	Emulze
	5	0,005	5	0,007	5	0,010	5	0,016	5	0,029	5	0,028	5	0,035	Emulze
	10	0,005	10	0,007	10	0,010	10	0,016	10	0,029	10	0,028	10	0,035	Emulze
	15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,036	15	0,033	15	0,042	Emulze
	149	0,006	149	0,008	149	0,014	149	0,021	149	0,036	149	0,037	149	0,050	Emulze
	219	0,006	219	0,008	219	0,014	219	0,021	219	0,036	219	0,037	219	0,050	Emulze
	238	0,007	238	0,010	238	0,017	238	0,025	238	0,044	238	0,044	238	0,060	Emulze
	89	0,008	89	0,011	89	0,020	89	0,029	89	0,041	89	0,046	89	0,055	Emulze
	129	0,008	129	0,011	129	0,020	129	0,029	129	0,041	129	0,046	129	0,055	Emulze
	149	0,010	149	0,014	149	0,024	149	0,035	149	0,049	149	0,055	149	0,066	Emulze
	40	0,011	40	0,014	40	0,023	40	0,036	40	0,028	40	0,050	40	0,060	Emulze
	109	0,011	109	0,014	109	0,023	109	0,036	109	0,028	109	0,050	109	0,060	Emulze
	119	0,012	119	0,018	119	0,028	119	0,043	119	0,034	119	0,059	119	0,072	Emulze
	70	0,006	70	0,008	70	0,014	70	0,021	70	0,029	70	0,037	70	0,050	Emulze
	139	0,006	139	0,008	139	0,014	139	0,021	139	0,029	139	0,037	139	0,050	Emulze
	159	0,007	159	0,010	159	0,017	159	0,025	159	0,035	159	0,044	159	0,060	Emulze
	60	0,008	60	0,011	60	0,020	60	0,029	60	0,036	60	0,046	60	0,055	Emulze
	99	0,008	99	0,011	99	0,020	99	0,029	99	0,036	99	0,046	99	0,055	Emulze
	119	0,010	119	0,014	119	0,024	119	0,035	119	0,044	119	0,055	119	0,066	Emulze
	60	0,008	60	0,011	60	0,020	60	0,029	60	0,036	60	0,046	60	0,055	bez
	99	0,008	99	0,011	99	0,020	99	0,029	99	0,036	99	0,046	99	0,055	bez
	119	0,010	119	0,014	119	0,024	119	0,035	119	0,044	119	0,055	119	0,066	bez
	40	0,008	40	0,011	40	0,020	40	0,029	40	0,036	40	0,046	40	0,055	bez
	89	0,008	89	0,011	89	0,020	89	0,029	89	0,036	89	0,046	89	0,055	bez
	99	0,010	99	0,014	99	0,024	99	0,035	99	0,044	99	0,055	99	0,066	bez
	40	0,008	40	0,011	40	0,020	40	0,029	40	0,036	40	0,046	40	0,055	bez
	89	0,008	89	0,011	89	0,020	89	0,029	89	0,036	89	0,046	89	0,055	bez
	99	0,010	99	0,014	99	0,024	99	0,035	99	0,044	99	0,055	99	0,066	bez
	30	0,008	30	0,011	30	0,020	30	0,029	30	0,036	30	0,046	30	0,055	bez
	70	0,008	70	0,011	70	0,020	70	0,029	70	0,036	70	0,046	70	0,055	bez
	79	0,010	79	0,014	79	0,024	79	0,035	79	0,044	79	0,055	79	0,066	bez
	25	0,008	25	0,011	25	0,020	25	0,029	25	0,036	25	0,046	25	0,055	Emulze
	55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,036	55	0,046	55	0,055	Emulze
	70	0,010	70	0,014	70	0,024	70	0,035	70	0,044	70	0,055	70	0,066	Emulze
	15	0,011	15	0,014	15	0,023	15	0,036	15	0,041	15	0,050	15	0,060	Emulze
	45	0,011	45	0,014	45	0,023	45	0,036	45	0,041	45	0,050	45	0,060	Emulze
	50	0,012	50	0,018	50	0,028	50	0,043	50	0,049	50	0,059	50	0,072	Emulze
	20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,019	20	0,025	20	0,031	bez
	35	0,004	35	0,006	35	0,009	35	0,014	35	0,019	35	0,025	35	0,031	bez
	45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,038	bez
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



Tabulka 8.15 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění načisto kopírováním

f_z pro $a_e = 0,03 \times D$ a $a_p = 0,03 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
1.0	Všeobc. konstrukční oceli	< 500	HSS, bez povlaku	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			HSS, s povlakem	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,004
			PM, s povlakem	85	0,001	85	0,001	85	0,002	85	0,004
1.1	Všeobc. konstrukční oceli	500 – 850	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, s povlakem	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
2.0	Automatové oceli	< 850	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, s povlakem	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, s povlakem	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
3.0	Neleg. oceli k zúšlechťení	<700	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, s povlakem	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
3.1	Neleg. oceli k zúšlechťení	700 – 850	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, s povlakem	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
3.2	Neleg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, s povlakem	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
4.0	Leg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, s povlakem	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
4.1	Leg. oceli k zúšlechťení	1000 – 1200	HSS, bez povlaku	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS, s povlakem	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM, s povlakem	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, s povlakem	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
6.0	Legovaná cementační ocel	<1000	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, s povlakem	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
6.1	legovaná cementační ocel	>1000	HSS, bez povlaku	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS, s povlakem	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM, s povlakem	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
7.0	Nítridační oceli	<1000	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, s povlakem	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
7.1	Nítridační oceli	>1000	HSS, bez povlaku	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS, s povlakem	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM, s povlakem	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, s povlakem	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HSS, bez povlaku	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS, s povlakem	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM, s povlakem	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HSS, bez povlaku	12	0,001	12	0,001	12	0,002	12	0,004
			HSS, s povlakem	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			PM, s povlakem	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,004

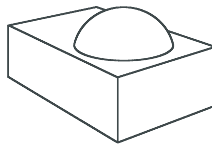
423



Tabulka 8.15 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění načisto kopírováním

f_z pro $a_e = 0,03 \times D$ a $a_p = 0,03 \times D$

Materiál. skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	HSS, bez povlaku	12	0,001	12	0,001	12	0,002	12	0,004
			HSS, s povlakem	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			PM, s povlakem	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,004
10.0	Kalené oceli	48 – 55 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55 – 60 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60 – 67 HRC	HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	HSS, bez povlaku	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,004
			HSS, s povlakem	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,004
			PM, s povlakem	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,004
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	HSS, bez povlaku	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,004
			HSS, s povlakem	10	0,001	10	0,001	10	0,002	10	0,004
			PM, s povlakem	22	0,001	22	0,001	22	0,002	22	0,004
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HSS, bez povlaku	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,004
			HSS, s povlakem	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,004
			PM, s povlakem	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,004
13.0	Nerez oceli sítěné	< 700	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, s povlakem	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, s povlakem	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, s povlakem	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HSS, bez povlaku	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS, s povlakem	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM, s povlakem	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
14.0	Speciální slitiny	< 1200	HSS, bez povlaku	5	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,004
			HSS, s povlakem	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,004
			PM, s povlakem	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,004
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, s povlakem	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, s povlakem	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM, s povlakem	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HSS, bez povlaku	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS, s povlakem	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			HSS, bez povlaku	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HSS, bez povlaku	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS, s povlakem	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM, s povlakem	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004



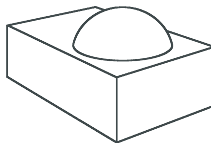
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	
	12	0,006	12	0,008	12	0,012	12	0,019	12	0,026	12	0,034	12	0,042	Emulze
	20	0,006	20	0,008	20	0,012	20	0,019	20	0,026	20	0,034	20	0,042	Emulze
	40	0,007	40	0,010	40	0,014	40	0,023	40	0,031	40	0,040	40	0,050	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	8	0,006	8	0,008	8	0,012	8	0,019	8	0,026	8	0,034	8	0,042	Emulze
	15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,034	15	0,042	Emulze
	35	0,007	35	0,010	35	0,014	35	0,023	35	0,031	35	0,040	35	0,050	Emulze
	5	0,006	5	0,008	5	0,012	5	0,019	5	0,026	5	0,034	5	0,042	Emulze
	10	0,006	10	0,008	10	0,012	10	0,019	10	0,026	10	0,034	10	0,042	Emulze
	22	0,007	22	0,010	22	0,014	22	0,023	22	0,031	22	0,040	22	0,050	Emulze
	8	0,006	8	0,008	8	0,012	8	0,019	8	0,026	8	0,034	8	0,042	Emulze
	15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,034	15	0,042	Emulze
	35	0,007	35	0,010	35	0,014	35	0,023	35	0,031	35	0,040	35	0,050	Emulze
	25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	Emulze
	38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	Emulze
	75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	Emulze
	25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	Emulze
	38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	Emulze
	75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	Emulze
	20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	Emulze
	30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	Emulze
	60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	Emulze
	17	0,006	17	0,008	17	0,012	17	0,019	17	0,026	17	0,034	17	0,042	Emulze
	25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,034	25	0,042	Emulze
	50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,050	Emulze
	8	0,006	8	0,008	8	0,012	8	0,019	8	0,026	8	0,034	8	0,042	Emulze
	15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,034	15	0,042	Emulze
	35	0,007	35	0,010	35	0,014	35	0,023	35	0,031	35	0,040	35	0,050	Emulze
	25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	bez
	38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	bez
	75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	bez
	20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	bez
	30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	bez
	60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	bez
	20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	Emulze
	30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	Emulze
	60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	Emulze
	17	0,005	17	0,007	17	0,011	17	0,017	17	0,023	17	0,030	17	0,037	Emulze
	25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	Emulze
	50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,046	Emulze



Tabulka 8.15 Stopkové frézy GARANT z HSS/PM (povlakované, nepovlakované) - Obrábění načisto kopírováním

f_z pro $a_e = 0,03 \times D$ a $a_p = 0,03 \times D$

Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	HSS, bez povlaku	12	0,001	12	0,001	12	0,002	12	0,004
			HSS, s povlakem	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			PM, s povlakem	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,004
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	HSS, bez povlaku	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,004
			HSS, s povlakem	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,004
			PM, s povlakem	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,004
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HSS, bez povlaku	250	0,001	250	0,002	250	0,004	250	0,005
			HSS, s povlakem	400	0,001	400	0,002	400	0,004	400	0,005
			PM, s povlakem	600	0,001	600	0,002	600	0,005	600	0,006
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HSS, bez povlaku	70	0,002	70	0,003	70	0,005	70	0,007
			HSS, s povlakem	120	0,002	120	0,003	120	0,005	120	0,007
			PM, s povlakem	180	0,002	180	0,003	180	0,007	180	0,008
17.2	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	HSS, bez povlaku	40	0,002	40	0,003	40	0,005	40	0,007
			HSS, s povlakem	65	0,002	65	0,003	65	0,005	65	0,007
			PM, s povlakem	110	0,002	110	0,003	110	0,007	110	0,008
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	HSS, bez povlaku	250	0,001	250	0,002	250	0,004	250	0,005
			HSS, s povlakem	400	0,001	400	0,002	400	0,004	400	0,005
			PM, s povlakem	600	0,001	600	0,002	600	0,005	600	0,006
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HSS, bez povlaku	70	0,002	70	0,003	70	0,005	70	0,007
			HSS, s povlakem	120	0,002	120	0,003	120	0,005	120	0,007
			PM, s povlakem	180	0,002	180	0,003	180	0,007	180	0,008
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	HSS, bez povlaku	60	0,002	60	0,003	60	0,005	60	0,007
			HSS, s povlakem	100	0,002	100	0,003	100	0,005	100	0,007
			PM, s povlakem	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,008
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HSS, bez povlaku	60	0,002	60	0,003	60	0,005	60	0,007
			HSS, s povlakem	100	0,002	100	0,003	100	0,005	100	0,007
			PM, s povlakem	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,008
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HSS, bez povlaku	60	0,002	60	0,003	60	0,005	60	0,007
			HSS, s povlakem	100	0,002	100	0,003	100	0,005	100	0,007
			PM, s povlakem	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,008
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	HSS, bez povlaku	50	0,002	50	0,003	50	0,005	50	0,007
			HSS, s povlakem	80	0,002	80	0,003	80	0,005	80	0,007
			PM, s povlakem	130	0,002	130	0,003	130	0,007	130	0,008
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HSS, bez povlaku	50	0,002	50	0,003	50	0,005	50	0,007
			HSS, s povlakem	80	0,002	80	0,003	80	0,005	80	0,007
			PM, s povlakem	130	0,002	130	0,003	130	0,007	130	0,008
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HSS, bez povlaku	40	0,002	40	0,003	40	0,005	40	0,007
			HSS, s povlakem	65	0,002	65	0,003	65	0,005	65	0,007
			PM, s povlakem	110	0,002	110	0,003	110	0,007	110	0,008
20.0	Grafit		HSS, bez povlaku	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS, s povlakem	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM, s povlakem	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
21.0	Duroplasty a termoplasty		HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		HSS, bez povlaku	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–



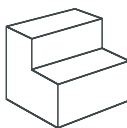
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	
	12	0,006	12	0,008	12	0,012	12	0,019	12	0,026	12	0,034	12	0,042	Emulze
	20	0,006	20	0,008	20	0,012	20	0,019	20	0,026	20	0,034	20	0,042	Emulze
	40	0,007	40	0,010	40	0,014	40	0,023	40	0,031	40	0,040	40	0,050	Emulze
	8	0,006	8	0,008	8	0,012	8	0,019	8	0,026	8	0,034	8	0,042	Emulze
	15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,034	15	0,042	Emulze
	35	0,007	35	0,010	35	0,014	35	0,023	35	0,031	35	0,040	35	0,050	Emulze
	250	0,007	250	0,010	250	0,017	250	0,025	250	0,035	250	0,044	250	0,060	Emulze
	400	0,007	400	0,010	400	0,017	400	0,025	400	0,035	400	0,044	400	0,060	Emulze
	600	0,008	600	0,012	600	0,020	600	0,030	600	0,042	600	0,053	600	0,072	Emulze
	70	0,010	70	0,013	70	0,024	70	0,035	70	0,044	70	0,056	70	0,066	Emulze
	120	0,010	120	0,013	120	0,024	120	0,035	120	0,044	120	0,056	120	0,066	Emulze
	180	0,012	180	0,017	180	0,029	180	0,042	180	0,053	180	0,066	180	0,079	Emulze
	40	0,013	40	0,017	40	0,028	40	0,043	40	0,049	40	0,060	40	0,072	Emulze
	65	0,013	65	0,017	65	0,028	65	0,043	65	0,049	65	0,060	65	0,072	Emulze
	110	0,015	110	0,021	110	0,024	110	0,051	110	0,059	110	0,071	110	0,086	Emulze
	250	0,007	250	0,010	250	0,017	250	0,025	250	0,035	250	0,044	250	0,060	Emulze
	400	0,007	400	0,010	400	0,017	400	0,025	400	0,035	400	0,044	400	0,060	Emulze
	600	0,008	600	0,012	600	0,020	600	0,030	600	0,042	600	0,053	600	0,072	Emulze
	70	0,010	70	0,013	70	0,024	70	0,035	70	0,044	70	0,056	70	0,066	Emulze
	120	0,010	120	0,013	120	0,024	120	0,035	120	0,044	120	0,056	120	0,066	Emulze
	180	0,012	180	0,017	180	0,029	180	0,042	180	0,053	180	0,066	180	0,079	Emulze
	60	0,010	60	0,013	60	0,024	60	0,035	60	0,044	60	0,056	60	0,066	bez
	100	0,010	100	0,013	100	0,024	100	0,035	100	0,044	100	0,056	100	0,066	bez
	150	0,012	150	0,017	150	0,029	150	0,042	150	0,053	150	0,066	150	0,079	bez
	60	0,010	60	0,013	60	0,024	60	0,035	60	0,044	60	0,056	60	0,066	bez
	100	0,010	100	0,013	100	0,024	100	0,035	100	0,044	100	0,056	100	0,066	bez
	150	0,012	150	0,017	150	0,029	150	0,042	150	0,053	150	0,066	150	0,079	bez
	60	0,010	60	0,013	60	0,024	60	0,035	60	0,044	60	0,056	60	0,066	bez
	100	0,010	100	0,013	100	0,024	100	0,035	100	0,044	100	0,056	100	0,066	bez
	150	0,012	150	0,017	150	0,029	150	0,042	150	0,053	150	0,066	150	0,079	bez
	50	0,010	50	0,013	50	0,024	50	0,035	50	0,044	50	0,056	50	0,066	bez
	80	0,010	80	0,013	80	0,024	80	0,035	80	0,044	80	0,056	80	0,066	bez
	130	0,012	130	0,017	130	0,029	130	0,042	130	0,053	130	0,066	130	0,079	bez
	50	0,010	50	0,013	50	0,024	50	0,035	50	0,044	50	0,056	50	0,066	Emulze
	80	0,010	80	0,013	80	0,024	80	0,035	80	0,044	80	0,056	80	0,066	Emulze
	130	0,012	130	0,017	130	0,029	130	0,042	130	0,053	130	0,066	130	0,079	Emulze
	40	0,013	40	0,017	40	0,028	40	0,043	40	0,049	40	0,060	40	0,072	Emulze
	65	0,013	65	0,017	65	0,028	65	0,043	65	0,049	65	0,060	65	0,072	Emulze
	110	0,015	110	0,021	110	0,034	110	0,051	110	0,059	110	0,071	110	0,086	Emulze
	25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	bez
	38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	bez
	75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	bez
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



Tabulka 8.16 TK stopkové frézy GARANT (nepovlakované, povlakované) - obrábění kontury nahrubo (frézování kontur)

f_z pro $a_e = 0,5 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	TK, bez povlaku TK, s povlakem	80 140	0,001 0,001	80 140	0,003 0,003	80 140	0,006 0,006	80 140	0,011 0,011
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500–850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,011 0,011
2.0	Automatové oceli	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,011 0,011
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	55 100	0,001 0,001	55 100	0,002 0,002	55 100	0,004 0,004	55 100	0,007 0,007
3.0	Neleg. oceli k zúšlechtění	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,011 0,011
3.1	Neleg. oceli k zúšlechtění	750 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 110	0,001 0,001	60 110	0,003 0,003	60 110	0,006 0,006	60 110	0,011 0,011
3.2	Neleg. oceli k zúšlechtění	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	55 100	0,001 0,001	55 100	0,002 0,002	55 100	0,004 0,004	55 100	0,007 0,007
4.0	Legované oceli k zúšlechtění	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 85	0,001 0,001	50 85	0,002 0,002	50 85	0,004 0,004	50 85	0,007 0,007
4.1	Legované oceli k zúšlechtění	1000 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 70	0,001 0,001	40 70	0,002 0,002	40 70	0,003 0,003	40 70	0,006 0,006
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,011 0,011
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 85	0,001 0,001	50 85	0,002 0,002	50 85	0,004 0,004	50 85	0,007 0,007
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 70	0,001 0,001	40 70	0,002 0,002	40 70	0,003 0,003	40 70	0,006 0,006
7.0	Nitridační oceli	< 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 85	0,001 0,001	50 85	0,002 0,002	50 85	0,004 0,004	50 85	0,007 0,007
7.1	Nitridační oceli	> 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 70	0,001 0,001	40 70	0,002 0,002	40 70	0,003 0,003	40 70	0,006 0,006
8.0	Nástrojové oceli	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 85	0,001 0,001	50 85	0,002 0,002	50 85	0,004 0,004	50 85	0,007 0,007
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 70	0,001 0,001	40 70	0,002 0,002	40 70	0,003 0,003	40 70	0,006 0,006
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30 60	0,001 0,001	30 60	0,002 0,002	30 60	0,003 0,003	30 60	0,006 0,006
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30 60	0,001 0,001	30 60	0,002 0,002	30 60	0,003 0,003	30 60	0,006 0,006
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 55	– 0,001	– 55	– 0,002	– 55	– 0,003	– 55	– 0,006
10.1	Kalené oceli	55-60 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 45	– 0,001	– 45	– 0,002	– 45	– 0,003	– 45	– 0,006
10.2	Kalené oceli	60-67 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 40	– 0,001	– 40	– 0,002	– 40	– 0,003	– 40	– 0,006
11.0	Konst. oceli odol. proti opotř.	1350	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 50	– 0,001	– 50	– 0,002	– 50	– 0,004	– 50	– 0,008
11.1	Konst. oceli odol. proti opotř.	1800	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 45	– 0,001	– 45	– 0,002	– 45	– 0,004	– 45	– 0,008
12.0	Pružinové oceli	< 1500	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 70	0,001 0,001	40 70	0,002 0,002	40 70	0,003 0,003	40 70	0,006 0,006



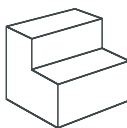
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	80	0,023	80	0,033	80	0,045	80	0,060	80	0,080	80	0,100	80	0,120	Emulze
	140	0,023	140	0,033	140	0,045	140	0,060	140	0,080	140	0,100	140	0,120	Emulze
	70	0,023	70	0,033	70	0,045	70	0,060	70	0,080	70	0,100	70	0,120	Emulze
	120	0,023	120	0,033	120	0,045	120	0,060	120	0,080	120	0,100	120	0,120	Emulze
	70	0,023	70	0,033	70	0,045	70	0,060	70	0,080	70	0,100	70	0,120	Emulze
	120	0,023	120	0,033	120	0,045	120	0,060	120	0,080	120	0,100	120	0,120	Emulze
	55	0,014	55	0,022	55	0,028	55	0,035	55	0,045	55	0,060	55	0,080	Emulze
	100	0,014	100	0,022	100	0,028	100	0,035	100	0,045	100	0,060	100	0,080	Emulze
	70	0,023	70	0,033	70	0,045	70	0,060	70	0,080	70	0,100	70	0,120	Emulze
	120	0,023	120	0,033	120	0,045	120	0,060	120	0,080	120	0,100	120	0,120	Emulze
	60	0,023	60	0,033	60	0,045	60	0,060	60	0,080	60	0,100	60	0,120	Emulze
	110	0,023	110	0,033	110	0,045	110	0,060	110	0,080	110	0,100	110	0,120	Emulze
	55	0,014	55	0,022	55	0,028	55	0,035	55	0,045	55	0,060	55	0,080	Emulze
	100	0,014	100	0,022	100	0,028	100	0,035	100	0,045	100	0,060	100	0,080	Emulze
	50	0,014	50	0,022	50	0,028	50	0,035	50	0,045	50	0,060	50	0,080	Emulze
	85	0,014	85	0,022	85	0,028	85	0,035	85	0,045	85	0,060	85	0,080	Emulze
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	Emulze
	70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	Emulze
	70	0,023	70	0,033	70	0,045	70	0,060	70	0,080	70	0,100	70	0,120	Emulze
	120	0,023	120	0,033	120	0,045	120	0,060	120	0,080	120	0,100	120	0,120	Emulze
	50	0,014	50	0,022	50	0,028	50	0,035	50	0,045	50	0,060	50	0,080	Emulze
	85	0,014	85	0,022	85	0,028	85	0,035	85	0,045	85	0,060	85	0,080	Emulze
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	Emulze
	70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	Emulze
	50	0,014	50	0,022	50	0,028	50	0,035	50	0,045	50	0,060	50	0,080	Emulze
	85	0,014	85	0,022	85	0,028	85	0,035	85	0,045	85	0,060	85	0,080	Emulze
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	Emulze
	70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	Emulze
	30	0,013	30	0,020	30	0,025	30	0,030	30	0,040	30	0,055	30	0,065	Emulze
	60	0,013	60	0,020	60	0,025	60	0,030	60	0,040	60	0,055	60	0,065	Emulze
	30	0,013	30	0,020	30	0,025	30	0,030	30	0,040	30	0,055	30	0,065	Emulze
	60	0,013	60	0,020	60	0,025	60	0,030	60	0,040	60	0,055	60	0,065	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	bez
	55	0,013	55	0,020	55	0,025	55	0,030	55	0,040	55	0,055	55	0,065	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	bez
	45	0,013	45	0,020	45	0,025	45	0,030	45	0,040	45	0,055	45	0,065	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	bez
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
	50	0,016	50	0,024	50	0,032	50	0,040	50	0,050	50	0,060	50	0,070	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Emulze
	45	0,016	45	0,024	45	0,032	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,070	Emulze
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	Emulze
	70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	Emulze



Tabulka 8.16 TK stopkové frézy GARANT (nepovlakované, povlakované) - obrábění kontury nahrubo (frézování kontur)

f_z pro $a_e = 0,5 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
13.0	Nerez oceli síténé	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	55 90	0,001 0,001	55 90	0,002 0,002	55 90	0,004 0,004	55 90	0,008 0,008
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 85	0,001 0,001	45 85	0,002 0,002	45 85	0,004 0,004	45 85	0,008 0,008
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 85	0,001 0,001	45 85	0,002 0,002	45 85	0,003 0,003	45 85	0,006 0,006
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	TK, bez povlaku TK, s povlakem	35 65	0,001 0,001	35 65	0,002 0,002	35 65	0,003 0,003	35 65	0,006 0,006
14.0	Speciální slitiny	< 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	— 45	— 0,001	— 45	— 0,002	— 45	— 0,004	— 45	— 0,008
15.0	Litiny	< 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 130	0,001 0,001	70 130	0,003 0,003	70 130	0,005 0,005	70 130	0,010 0,010
15.1	Litiny	> 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 100	0,001 0,001	60 100	0,003 0,003	60 100	0,005 0,005	60 100	0,010 0,010
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	55 85	0,001 0,001	55 85	0,003 0,003	55 85	0,005 0,005	55 85	0,010 0,010
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 80	0,001 0,001	45 80	0,003 0,003	45 80	0,005 0,005	45 80	0,010 0,010
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	— 50	— 0,001	— 50	— 0,002	— 50	— 0,004	— 50	— 0,008
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	— 45	— 0,001	— 45	— 0,002	— 45	— 0,004	— 45	— 0,008
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	TK, bez povlaku TK, s povlakem	200 350	0,001 0,001	200 350	0,003 0,003	200 350	0,005 0,005	200 350	0,010 0,010
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	150 300	0,001 0,001	150 300	0,003 0,003	150 300	0,005 0,005	150 300	0,010 0,010
17.2	Hliník, slévár. slitiny >10% Si	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	120 220	0,001 0,001	120 220	0,003 0,003	120 220	0,005 0,005	120 220	0,010 0,010
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	TK, bez povlaku TK, s povlakem	200 350	0,001 0,001	200 350	0,003 0,003	200 350	0,005 0,005	200 350	0,010 0,010
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	TK, bez povlaku TK, s povlakem	150 300	0,001 0,001	150 300	0,003 0,003	150 300	0,005 0,005	150 300	0,010 0,010
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	140 280	0,001 0,001	140 280	0,003 0,003	140 280	0,005 0,005	140 280	0,010 0,010
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	140 280	0,001 0,001	140 280	0,003 0,003	140 280	0,005 0,005	140 280	0,010 0,010
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	140 280	0,001 0,001	140 280	0,003 0,003	140 280	0,005 0,005	140 280	0,010 0,010
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	120 240	0,001 0,001	120 240	0,003 0,003	120 240	0,005 0,005	120 240	0,010 0,010
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	120 240	0,001 0,001	120 240	0,003 0,003	120 240	0,005 0,005	120 240	0,010 0,010
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	95 190	0,001 0,001	95 190	0,003 0,003	95 190	0,005 0,005	95 190	0,010 0,010
20.0	Grafit		TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 130	0,001 0,001	70 130	0,003 0,003	70 130	0,005 0,005	70 130	0,010 0,010
21.0	Termoplasty a duroplasty		TK, bez povlaku TK, s povlakem	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
21.1	GFK a CFK		TK, bez povlaku TK, s povlakem	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —



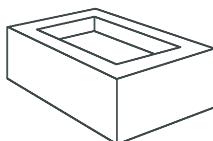
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	55	0,015	55	0,025	55	0,030	55	0,040	55	0,050	55	0,055	55	0,090	Emulze
	90	0,015	90	0,025	90	0,030	90	0,040	90	0,050	90	0,055	90	0,090	Emulze
	45	0,015	45	0,025	45	0,030	45	0,040	45	0,050	45	0,055	45	0,090	Emulze
	85	0,015	85	0,025	85	0,030	85	0,040	85	0,050	85	0,055	85	0,090	Emulze
	45	0,012	45	0,017	45	0,025	45	0,032	45	0,045	45	0,060	45	0,075	Emulze
	85	0,012	85	0,017	85	0,025	85	0,032	85	0,045	85	0,060	85	0,075	Emulze
	35	0,012	35	0,017	35	0,025	35	0,032	35	0,045	35	0,060	35	0,075	Emulze
	65	0,012	65	0,017	65	0,025	65	0,032	65	0,045	65	0,060	65	0,075	Emulze
	45	0,016	45	0,024	45	0,032	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,070	Emulze
	70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,050	70	0,060	70	0,080	70	0,100	bez
	130	0,020	130	0,030	130	0,040	130	0,050	130	0,060	130	0,080	130	0,100	bez
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	bez
	100	0,020	100	0,030	100	0,040	100	0,050	100	0,060	100	0,080	100	0,100	bez
	55	0,020	55	0,030	55	0,040	55	0,050	55	0,060	55	0,080	55	0,100	bez
	85	0,020	85	0,030	85	0,040	85	0,050	85	0,060	85	0,080	85	0,100	bez
	45	0,020	45	0,030	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,080	45	0,100	bez
	80	0,020	80	0,030	80	0,040	80	0,050	80	0,060	80	0,080	80	0,100	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	50	0,016	50	0,024	50	0,032	50	0,040	50	0,050	50	0,060	50	0,070	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	45	0,016	45	0,024	45	0,032	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,070	Emulze
	200	0,020	200	0,030	200	0,040	200	0,050	200	0,070	200	0,090	200	0,120	Emulze
	350	0,020	350	0,030	350	0,040	350	0,050	350	0,070	350	0,090	350	0,120	Emulze
	150	0,020	150	0,030	150	0,040	150	0,050	150	0,070	150	0,090	150	0,120	Emulze
	300	0,020	300	0,030	300	0,040	300	0,050	300	0,070	300	0,090	300	0,120	Emulze
	120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,070	120	0,090	120	0,120	Emulze
	220	0,020	220	0,030	220	0,040	220	0,050	220	0,070	220	0,090	220	0,120	Emulze
	200	0,020	200	0,030	200	0,040	200	0,050	200	0,070	200	0,090	200	0,120	Emulze
	350	0,020	350	0,030	350	0,040	350	0,050	350	0,070	350	0,090	350	0,120	Emulze
	150	0,020	150	0,030	150	0,040	150	0,050	150	0,070	150	0,090	150	0,120	Emulze
	300	0,020	300	0,030	300	0,040	300	0,050	300	0,070	300	0,090	300	0,120	Emulze
	140	0,020	140	0,030	140	0,040	140	0,050	140	0,070	140	0,090	140	0,120	bez
	280	0,020	280	0,030	280	0,040	280	0,050	280	0,070	280	0,090	280	0,120	bez
	140	0,020	140	0,030	140	0,040	140	0,050	140	0,070	140	0,090	140	0,120	bez
	280	0,020	280	0,030	280	0,040	280	0,050	280	0,070	280	0,090	280	0,120	bez
	140	0,020	140	0,030	140	0,040	140	0,050	140	0,070	140	0,090	140	0,120	bez
	280	0,020	280	0,030	280	0,040	280	0,050	280	0,070	280	0,090	280	0,120	bez
	120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,070	120	0,090	120	0,120	bez
	240	0,020	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,070	240	0,090	240	0,120	bez
	120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,070	120	0,090	120	0,120	Emulze
	240	0,020	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,070	240	0,090	240	0,120	Emulze
	95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,070	95	0,090	95	0,120	Emulze
	190	0,020	190	0,030	190	0,040	190	0,050	190	0,070	190	0,090	190	0,120	Emulze
	70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,050	70	0,060	70	0,080	70	0,100	bez
	130	0,020	130	0,030	130	0,040	130	0,050	130	0,060	130	0,080	130	0,100	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	



Tabulka 8.17 TK stopkové frézy GARANT (nepovlakované, povlakované) - hrubování plné drážky / kapsy

f_z pro $a_e = 1,0 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,003 0,003	70 120	0,005 0,005	70 120	0,010 0,010
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500–850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 105	0,001 0,001	60 105	0,003 0,003	60 105	0,005 0,005	60 105	0,010 0,010
2.0	Automatové oceli	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 105	0,001 0,001	60 105	0,003 0,003	60 105	0,005 0,005	60 105	0,010 0,010
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 90	0,001 0,001	50 90	0,002 0,002	50 90	0,004 0,004	50 90	0,008 0,008
3.0	Neleg. oceli k zúšlechtění	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 105	0,001 0,001	60 105	0,003 0,003	60 105	0,005 0,005	60 105	0,010 0,010
3.1	Neleg. oceli k zúšlechtění	750 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	55 100	0,001 0,001	55 100	0,003 0,003	55 100	0,005 0,005	55 100	0,010 0,010
3.2	Neleg. oceli k zúšlechtění	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 90	0,001 0,001	50 90	0,002 0,002	50 90	0,004 0,004	50 90	0,008 0,008
4.0	Legov. oceli k zúšlechtění	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 80	0,001 0,001	45 80	0,002 0,002	45 80	0,004 0,004	45 80	0,008 0,008
4.1	Legov. oceli k zúšlechtění	1000 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	35 70	0,001 0,001	35 70	0,001 0,001	35 70	0,003 0,003	35 70	0,005 0,005
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 105	0,001 0,001	60 105	0,003 0,003	60 105	0,005 0,005	60 105	0,010 0,010
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 80	0,001 0,001	45 80	0,002 0,002	45 80	0,004 0,004	45 80	0,008 0,008
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	35 70	0,001 0,001	35 70	0,001 0,001	35 70	0,003 0,003	35 70	0,005 0,005
7.0	Nitridační oceli	< 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 80	0,001 0,001	45 80	0,002 0,002	45 80	0,004 0,004	45 80	0,008 0,008
7.1	Nitridační oceli	> 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	35 70	0,001 0,001	35 70	0,001 0,001	35 70	0,003 0,003	35 70	0,005 0,005
8.0	Nástrojové oceli	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 80	0,001 0,001	50 80	0,002 0,002	50 80	0,004 0,004	50 80	0,008 0,008
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	TK, bez povlaku TK, s povlakem	35 70	0,001 0,001	35 70	0,001 0,001	35 70	0,003 0,003	35 70	0,005 0,005
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30 60	0,001 0,001	30 60	0,001 0,001	30 60	0,003 0,003	30 60	0,005 0,005
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	25 55	0,001 0,001	25 55	0,001 0,001	25 55	0,003 0,003	25 55	0,005 0,005
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 35	– 0,001	– 35	– 0,001	– 35	– 0,003	– 35	– 0,005
10.1	Kalené oceli	55-60 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 30	– 0,001	– 30	– 0,001	– 30	– 0,003	– 30	– 0,005
10.2	Kalené oceli	60-67 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 25	– 0,001	– 25	– 0,001	– 25	– 0,003	– 25	– 0,005
11.0	Kons. oceli odol. proti opotř.	1350	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 50	– 0,001	– 50	– 0,001	– 50	– 0,003	– 50	– 0,005
11.1	Kons. oceli odol. proti opotř.	1800	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 40	– 0,001	– 40	– 0,001	– 40	– 0,003	– 40	– 0,005
12.0	Pružinové oceli	< 1500	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30 60	0,001 0,001	30 60	0,001 0,001	30 60	0,003 0,003	30 60	0,005 0,005



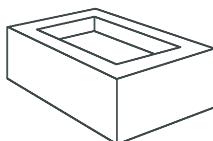
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,050	70	0,060	70	0,080	70	0,100	Emulze
	120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,060	120	0,080	120	0,100	Emulze
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	Emulze
	105	0,020	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,060	105	0,080	105	0,100	Emulze
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	Emulze
	105	0,020	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,060	105	0,080	105	0,100	Emulze
	50	0,015	50	0,018	50	0,030	50	0,035	50	0,040	50	0,060	50	0,080	Emulze
	90	0,015	90	0,018	90	0,030	90	0,035	90	0,040	90	0,060	90	0,080	Emulze
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	Emulze
	105	0,020	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,060	105	0,080	105	0,100	Emulze
	55	0,020	55	0,030	55	0,040	55	0,050	55	0,060	55	0,080	55	0,100	Emulze
	100	0,020	100	0,030	100	0,040	100	0,050	100	0,060	100	0,080	100	0,100	Emulze
	50	0,015	50	0,018	50	0,030	50	0,035	50	0,040	50	0,060	50	0,080	Emulze
	90	0,015	90	0,018	90	0,030	90	0,035	90	0,040	90	0,060	90	0,080	Emulze
	45	0,015	45	0,018	45	0,030	45	0,035	45	0,040	45	0,060	45	0,080	Emulze
	80	0,015	80	0,018	80	0,030	80	0,035	80	0,040	80	0,060	80	0,080	Emulze
	35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,035	35	0,050	35	0,060	Emulze
	70	0,010	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,035	70	0,050	70	0,060	Emulze
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	Emulze
	105	0,020	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,060	105	0,080	105	0,100	Emulze
	45	0,015	45	0,018	45	0,030	45	0,035	45	0,040	45	0,060	45	0,080	Emulze
	80	0,015	80	0,018	80	0,030	80	0,035	80	0,040	80	0,060	80	0,080	Emulze
	35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,035	35	0,050	35	0,060	Emulze
	70	0,010	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,035	70	0,050	70	0,060	Emulze
	45	0,015	45	0,018	45	0,030	45	0,035	45	0,040	45	0,060	45	0,080	Emulze
	80	0,015	80	0,018	80	0,030	80	0,035	80	0,040	80	0,060	80	0,080	Emulze
	35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,030	35	0,040	35	0,050	35	0,060	Emulze
	70	0,010	70	0,015	70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,050	70	0,060	Emulze
	50	0,015	50	0,018	50	0,030	50	0,025	50	0,035	50	0,060	50	0,080	Emulze
	80	0,015	80	0,018	80	0,030	80	0,025	80	0,035	80	0,060	80	0,080	Emulze
	35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,035	35	0,050	35	0,060	Emulze
	70	0,010	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,035	70	0,050	70	0,060	Emulze
	30	0,010	30	0,015	30	0,020	30	0,025	30	0,035	30	0,050	30	0,060	Emulze
	60	0,010	60	0,015	60	0,020	60	0,025	60	0,035	60	0,050	60	0,060	Emulze
	25	0,010	25	0,015	25	0,020	25	0,025	25	0,035	25	0,050	25	0,060	Emulze
	55	0,010	55	0,015	55	0,020	55	0,025	55	0,035	55	0,050	55	0,060	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,025	35	0,030	35	0,035	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	30	0,010	30	0,015	30	0,020	30	0,025	30	0,025	30	0,030	30	0,035	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	25	0,010	25	0,015	25	0,020	25	0,025	25	0,025	25	0,030	25	0,035	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	50	0,010	50	0,015	50	0,020	50	0,025	50	0,035	50	0,045	50	0,055	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	40	0,010	40	0,015	40	0,020	40	0,025	40	0,035	40	0,045	40	0,055	Emulze
	30	0,010	30	0,015	30	0,020	30	0,025	30	0,035	30	0,050	30	0,060	Emulze
	60	0,010	60	0,015	60	0,020	60	0,025	60	0,035	60	0,050	60	0,060	Emulze



**Tabulka 8.17 TK stopkové frézy GARANT (nepovlakované, povlakované) -
hrubování plné drážky / kapsy**

f_z pro $a_e = 1,0 \times D$ a $a_p = 1,0 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
13.0	Nerez oceli síténé	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 85	0,001 0,001	50 85	0,002 0,002	50 85	0,003 0,003	50 85	0,006 0,006
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 80	0,001 0,001	40 80	0,002 0,002	40 80	0,003 0,003	40 80	0,006 0,006
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 80	0,001 0,001	40 80	0,001 0,001	40 80	0,003 0,003	40 80	0,005 0,005
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30 60	0,001 0,001	30 60	0,001 0,001	30 60	0,003 0,003	30 60	0,005 0,005
14.0	Speciální slitiny	< 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	— 40	— 0,001	— 40	— 0,002	— 40	— 0,003	— 40	— 0,005
15.0	Litiny	< 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,002 0,002	70 120	0,004 0,004	70 120	0,008 0,008
15.1	Litiny	> 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	55 90	0,001 0,001	55 90	0,002 0,002	55 90	0,004 0,004	55 90	0,008 0,008
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 80	0,001 0,001	50 80	0,002 0,002	50 80	0,004 0,004	50 80	0,008 0,008
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 70	0,001 0,001	40 70	0,002 0,002	40 70	0,004 0,004	40 70	0,008 0,008
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	— 50	— 0,001	— 50	— 0,001	— 50	— 0,003	— 50	— 0,005
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	— 40	— 0,001	— 40	— 0,001	— 40	— 0,003	— 40	— 0,005
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	TK, bez povlaku TK, s povlakem	180 300	0,001 0,001	180 300	0,002 0,002	180 300	0,004 0,004	180 300	0,008 0,008
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	140 280	0,001 0,001	140 280	0,002 0,002	140 280	0,004 0,004	140 280	0,008 0,008
17.2	Hliník, slévár. slitiny >10% Si	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	105 200	0,001 0,001	105 200	0,002 0,002	105 200	0,004 0,004	105 200	0,008 0,008
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	TK, bez povlaku TK, s povlakem	180 300	0,001 0,001	180 300	0,002 0,002	180 300	0,004 0,004	180 300	0,008 0,008
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	TK, bez povlaku TK, s povlakem	140 280	0,001 0,001	140 280	0,002 0,002	140 280	0,004 0,004	140 280	0,008 0,008
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	120 240	0,001 0,001	120 240	0,002 0,002	120 240	0,004 0,004	120 240	0,008 0,008
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	120 240	0,001 0,001	120 240	0,002 0,002	120 240	0,004 0,004	120 240	0,008 0,008
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	120 240	0,001 0,001	120 240	0,002 0,002	120 240	0,004 0,004	120 240	0,008 0,008
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	105 210	0,001 0,001	105 210	0,002 0,002	105 210	0,004 0,004	105 210	0,008 0,008
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	105 210	0,001 0,001	105 210	0,002 0,002	105 210	0,004 0,004	105 210	0,008 0,008
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	85 170	0,001 0,001	85 170	0,002 0,002	85 170	0,004 0,004	85 170	0,008 0,008
20.0	Grafit		TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 120	0,001 0,001	60 120	0,002 0,002	60 120	0,004 0,004	60 120	0,008 0,008
21.0	Termoplasty a duroplasty		TK, bez povlaku TK, s povlakem	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
21.1	GFK a CFK		TK, bez povlaku TK, s povlakem	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —



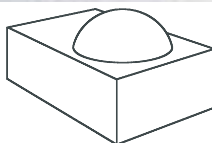
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	50	0,013	50	0,020	50	0,025	50	0,030	50	0,035	50	0,050	50	0,060	Emulze
	85	0,013	85	0,020	85	0,025	85	0,030	85	0,035	85	0,050	85	0,060	Emulze
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,035	40	0,050	40	0,060	Emulze
	80	0,013	80	0,020	80	0,025	80	0,030	80	0,035	80	0,050	80	0,060	Emulze
	40	0,010	40	0,015	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,045	40	0,060	Emulze
	80	0,010	80	0,015	80	0,020	80	0,025	80	0,030	80	0,045	80	0,060	Emulze
	30	0,010	30	0,015	30	0,020	30	0,025	30	0,030	30	0,045	30	0,060	Emulze
	60	0,010	60	0,015	60	0,020	60	0,025	60	0,030	60	0,045	60	0,060	Emulze
	40	0,010	40	0,015	40	0,020	40	0,025	40	0,035	40	0,045	40	0,055	Emulze
	70	0,015	70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,045	70	0,060	70	0,080	bez
	120	0,015	120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,045	120	0,060	120	0,080	bez
	55	0,015	55	0,020	55	0,030	55	0,040	55	0,045	55	0,060	55	0,080	bez
	90	0,015	90	0,020	90	0,030	90	0,040	90	0,045	90	0,060	90	0,080	bez
	50	0,015	50	0,020	50	0,030	50	0,040	50	0,045	50	0,060	50	0,080	bez
	80	0,015	80	0,020	80	0,030	80	0,040	80	0,045	80	0,060	80	0,080	bez
	40	0,015	40	0,020	40	0,030	40	0,040	40	0,045	40	0,060	40	0,080	Emulze
	70	0,015	70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,045	70	0,060	70	0,080	Emulze
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50	0,010	50	0,015	50	0,020	50	0,025	50	0,035	50	0,045	50	0,055	Emulze
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	40	0,010	40	0,015	40	0,020	40	0,025	40	0,035	40	0,045	40	0,055	Emulze
	180	0,015	180	0,025	180	0,030	180	0,040	180	0,050	180	0,065	180	0,085	Emulze
	300	0,015	300	0,025	300	0,030	300	0,040	300	0,050	300	0,065	300	0,085	Emulze
	140	0,015	140	0,025	140	0,030	140	0,040	140	0,050	140	0,065	140	0,085	Emulze
	280	0,015	280	0,025	280	0,030	280	0,040	280	0,050	280	0,065	280	0,085	Emulze
	105	0,015	105	0,025	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,065	105	0,085	Emulze
	200	0,015	200	0,025	200	0,030	200	0,040	200	0,050	200	0,065	200	0,085	Emulze
	180	0,015	180	0,025	180	0,030	180	0,040	180	0,050	180	0,065	180	0,085	Emulze
	300	0,015	300	0,025	300	0,030	300	0,040	300	0,050	300	0,065	300	0,085	Emulze
	140	0,015	140	0,025	140	0,030	140	0,040	140	0,050	140	0,065	140	0,085	Emulze
	280	0,015	280	0,025	280	0,030	280	0,040	280	0,050	280	0,065	280	0,085	Emulze
	120	0,015	120	0,025	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,065	120	0,085	bez
	240	0,015	240	0,025	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,065	240	0,085	bez
	120	0,015	120	0,025	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,065	120	0,085	bez
	240	0,015	240	0,025	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,065	240	0,085	bez
	120	0,015	120	0,025	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,065	120	0,085	bez
	240	0,015	240	0,025	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,065	240	0,085	bez
	105	0,015	105	0,025	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,065	105	0,085	bez
	210	0,015	210	0,025	210	0,030	210	0,040	210	0,050	210	0,065	210	0,085	bez
	105	0,015	105	0,025	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,065	105	0,085	Emulze
	210	0,015	210	0,025	210	0,030	210	0,040	210	0,050	210	0,065	210	0,085	Emulze
	85	0,015	85	0,025	85	0,030	85	0,040	85	0,050	85	0,065	85	0,085	Emulze
	170	0,015	170	0,025	170	0,030	170	0,040	170	0,050	170	0,065	170	0,085	Emulze
	60	0,015	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,045	60	0,060	60	0,080	bez
	120	0,015	120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,045	120	0,060	120	0,080	bez
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Tabulka 8.18 TK stopkové frézy GARANT (nepovlakované, povlakované) - kopírovací obrábění - hrubování

f_z pro $a_e = 0,05 \times D$ a $a_p = 0,05 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 160	0,002 0,002	90 160	0,003 0,003	90 160	0,006 0,006	90 160	0,013 0,013
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500–850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	80 140	0,002 0,002	80 140	0,003 0,003	80 140	0,006 0,006	80 140	0,013 0,013
2.0	Automatové oceli	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	80 140	0,002 0,002	80 140	0,003 0,003	80 140	0,006 0,006	80 140	0,013 0,013
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	65 120	0,001 0,001	65 120	0,002 0,002	65 120	0,004 0,004	65 120	0,008 0,008
3.0	Neleg. oceli k zúšlechťení	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	80 140	0,002 0,002	80 140	0,003 0,003	80 140	0,006 0,006	80 140	0,013 0,013
3.1	Neleg. oceli k zúšlechťení	750 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 130	0,002 0,002	70 130	0,003 0,003	70 130	0,006 0,006	70 130	0,013 0,013
3.2	Neleg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	65 120	0,001 0,001	65 120	0,002 0,002	65 120	0,004 0,004	65 120	0,008 0,008
4.0	Legov. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 110	0,001 0,001	60 110	0,002 0,002	60 110	0,004 0,004	60 110	0,008 0,008
4.1	Legov. oceli k zúšlechťení	1000 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 80	0,001 0,001	45 80	0,002 0,002	45 80	0,003 0,003	45 80	0,007 0,007
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	TK, bez povlaku TK, s povlakem	80 140	0,002 0,002	80 140	0,003 0,003	80 140	0,006 0,006	80 140	0,013 0,013
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 100	0,001 0,001	60 100	0,002 0,002	60 100	0,004 0,004	60 100	0,008 0,008
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 80	0,001 0,001	45 80	0,002 0,002	45 80	0,003 0,003	45 80	0,007 0,007
7.0	Nitridační oceli	< 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 100	0,001 0,001	60 100	0,002 0,002	60 100	0,004 0,004	60 100	0,008 0,008
7.1	Nitridační oceli	> 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 80	0,001 0,001	45 80	0,002 0,002	45 80	0,003 0,003	45 80	0,007 0,007
8.0	Nástrojové oceli	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 100	0,001 0,001	60 100	0,002 0,002	60 100	0,004 0,004	60 100	0,008 0,008
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 80	0,001 0,001	45 80	0,002 0,002	45 80	0,003 0,003	45 80	0,007 0,007
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	TK, bez povlaku TK, s povlakem	35 70	0,001 0,001	35 70	0,002 0,002	35 70	0,003 0,003	35 70	0,007 0,007
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30 60	0,001 0,001	30 60	0,002 0,002	30 60	0,003 0,003	30 60	0,007 0,007
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55-60 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60-67 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Kons. oceli odol. proti opotř.	1350	TK, bez povlaku TK, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Kons. oceli odol. proti opotř.	1800	TK, bez povlaku TK, s povlakem	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	TK, bez povlaku TK, s povlakem	35 70	0,001 0,001	35 70	0,002 0,002	35 70	0,003 0,003	35 70	0,007 0,007



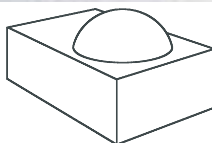
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	90	0,025	90	0,037	90	0,051	90	0,068	90	0,090	90	0,113	90	0,135	Emulze
	160	0,025	160	0,037	160	0,051	160	0,068	160	0,090	160	0,113	160	0,135	Emulze
	80	0,025	80	0,037	80	0,051	80	0,068	80	0,090	80	0,113	80	0,135	Emulze
	140	0,025	140	0,037	140	0,051	140	0,068	140	0,090	140	0,113	140	0,135	Emulze
	80	0,025	80	0,037	80	0,051	80	0,068	80	0,090	80	0,113	80	0,135	Emulze
	140	0,025	140	0,037	140	0,051	140	0,068	140	0,090	140	0,113	140	0,135	Emulze
	65	0,016	65	0,025	65	0,032	65	0,039	65	0,051	65	0,068	65	0,090	Emulze
	120	0,016	120	0,025	120	0,032	120	0,039	120	0,051	120	0,068	120	0,090	Emulze
	80	0,025	80	0,037	80	0,051	80	0,068	80	0,090	80	0,113	80	0,135	Emulze
	140	0,025	140	0,037	140	0,051	140	0,068	140	0,090	140	0,113	140	0,135	Emulze
	70	0,025	70	0,037	70	0,051	70	0,068	70	0,090	70	0,113	70	0,135	Emulze
	130	0,025	130	0,037	130	0,051	130	0,068	130	0,090	130	0,113	130	0,135	Emulze
	65	0,016	65	0,025	65	0,032	65	0,039	65	0,051	65	0,068	65	0,090	Emulze
	120	0,016	120	0,025	120	0,032	120	0,039	120	0,051	120	0,068	120	0,090	Emulze
	60	0,016	60	0,025	60	0,032	60	0,039	60	0,051	60	0,068	60	0,090	Emulze
	110	0,016	110	0,025	110	0,032	110	0,039	110	0,051	110	0,068	110	0,090	Emulze
	45	0,014	45	0,023	45	0,028	45	0,034	45	0,045	45	0,062	45	0,073	Emulze
	80	0,014	80	0,023	80	0,028	80	0,034	80	0,045	80	0,062	80	0,073	Emulze
	80	0,025	80	0,037	80	0,051	80	0,068	80	0,090	80	0,113	80	0,135	Emulze
	140	0,025	140	0,037	140	0,051	140	0,068	140	0,090	140	0,113	140	0,135	Emulze
	60	0,016	60	0,025	60	0,032	60	0,039	60	0,051	60	0,068	60	0,090	Emulze
	100	0,016	100	0,025	100	0,032	100	0,039	100	0,051	100	0,068	100	0,090	Emulze
	45	0,014	45	0,023	45	0,028	45	0,034	45	0,045	45	0,062	45	0,073	Emulze
	80	0,014	80	0,023	80	0,028	80	0,034	80	0,045	80	0,062	80	0,073	Emulze
	60	0,016	60	0,025	60	0,032	60	0,039	60	0,051	60	0,068	60	0,090	Emulze
	100	0,016	100	0,025	100	0,032	100	0,039	100	0,051	100	0,068	100	0,090	Emulze
	45	0,014	45	0,023	45	0,028	45	0,034	45	0,045	45	0,062	45	0,073	Emulze
	80	0,014	80	0,023	80	0,028	80	0,034	80	0,045	80	0,062	80	0,073	Emulze
	60	0,016	60	0,025	60	0,032	60	0,039	60	0,051	60	0,068	60	0,090	Emulze
	100	0,016	100	0,025	100	0,032	100	0,039	100	0,051	100	0,068	100	0,090	Emulze
	45	0,014	45	0,023	45	0,028	45	0,034	45	0,045	45	0,062	45	0,073	Emulze
	80	0,014	80	0,023	80	0,028	80	0,034	80	0,045	80	0,062	80	0,073	Emulze
	35	0,014	35	0,023	35	0,028	35	0,034	35	0,045	35	0,062	35	0,073	Emulze
	70	0,014	70	0,023	70	0,028	70	0,034	70	0,045	70	0,062	70	0,073	Emulze
	30	0,014	30	0,023	30	0,028	30	0,034	30	0,045	30	0,062	30	0,073	Emulze
	60	0,014	60	0,023	60	0,028	60	0,034	60	0,045	60	0,062	60	0,073	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	60	0,018	60	0,027	60	0,036	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	50	0,018	50	0,027	50	0,036	50	0,045	50	0,056	50	0,068	50	0,079	Emulze
	35	0,014	35	0,023	35	0,020	35	0,034	35	0,045	35	0,062	35	0,073	Emulze
	70	0,014	70	0,023	70	0,020	70	0,034	70	0,045	70	0,062	70	0,073	Emulze



Tabulka 8.18 TK stopkové frézy GARANT (nepovlakované, povlakované) - kopírovací obrábění - hrubování

f_z pro $a_e = 0,05 \times D$ a $a_p = 0,05 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 100	0,001 0,001	60 100	0,002 0,002	60 100	0,004 0,004	60 100	0,008 0,008
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 90	0,001 0,001	50 90	0,002 0,002	50 90	0,004 0,004	50 90	0,008 0,008
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 80	0,001 0,001	40 80	0,002 0,002	40 80	0,003 0,003	40 80	0,007 0,007
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	TK, bez povlaku TK, s povlakem	35 70	0,001 0,001	35 70	0,002 0,002	35 70	0,003 0,003	35 70	0,007 0,007
14.0	Speciální slitiny	< 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	— 50	— 0,001	— 50	— 0,002	— 50	— 0,005	— 50	— 0,009
15.0	Litiny	< 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	80 150	0,001 0,001	80 150	0,003 0,003	80 150	0,006 0,006	80 150	0,011 0,011
15.1	Litiny	> 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,011 0,011
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	65 100	0,001 0,001	65 100	0,003 0,003	65 100	0,006 0,006	65 100	0,011 0,011
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	55 99	0,001 0,001	55 99	0,003 0,003	55 99	0,006 0,006	55 99	0,011 0,011
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	— 60	— 0,001	— 60	— 0,002	— 60	— 0,005	— 60	— 0,009
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	— 50	— 0,001	— 50	— 0,002	— 50	— 0,005	— 50	— 0,009
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	TK, bez povlaku TK, s povlakem	230 400	0,001 0,001	230 400	0,003 0,003	230 400	0,006 0,006	230 400	0,011 0,011
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	180 350	0,001 0,001	180 350	0,003 0,003	180 350	0,006 0,006	180 350	0,011 0,011
17.2	Hliník, slévár. slitiny >10% Si	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	140 250	0,001 0,001	140 250	0,003 0,003	140 250	0,006 0,006	140 250	0,011 0,011
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	TK, bez povlaku TK, s povlakem	230 400	0,001 0,001	230 400	0,003 0,003	230 400	0,006 0,006	230 400	0,011 0,011
19.0	Měď, nízká legovaná	< 400	TK, bez povlaku TK, s povlakem	180 350	0,001 0,001	180 350	0,003 0,003	180 350	0,006 0,006	180 350	0,011 0,011
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	160 320	0,001 0,001	160 320	0,003 0,003	160 320	0,006 0,006	160 320	0,011 0,011
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	160 320	0,001 0,001	160 320	0,003 0,003	160 320	0,006 0,006	160 320	0,011 0,011
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	160 320	0,001 0,001	160 320	0,003 0,003	160 320	0,006 0,006	160 320	0,011 0,011
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	140 280	0,001 0,001	140 280	0,003 0,003	140 280	0,006 0,006	140 280	0,011 0,011
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	140 280	0,001 0,001	140 280	0,003 0,003	140 280	0,006 0,006	140 280	0,011 0,011
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	110 220	0,001 0,001	110 220	0,003 0,003	110 220	0,006 0,006	110 220	0,011 0,011
20.0	Grafit		TK, bez povlaku TK, s povlakem	80 150	0,001 0,001	80 150	0,003 0,003	80 150	0,006 0,006	80 150	0,011 0,011
21.0	Termoplasty a duroplasty		TK, bez povlaku TK, s povlakem	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
21.1	GFK a CFK		TK, bez povlaku TK, s povlakem	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —

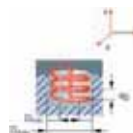


	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	60	0,017	60	0,028	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,062	60	0,101	Emulze
	100	0,017	100	0,028	100	0,034	100	0,045	100	0,056	100	0,062	100	0,101	Emulze
	50	0,017	50	0,028	50	0,034	50	0,045	50	0,056	50	0,062	50	0,101	Emulze
	90	0,017	90	0,028	90	0,034	90	0,045	90	0,056	90	0,062	90	0,101	Emulze
	40	0,013	40	0,019	40	0,028	40	0,036	40	0,051	40	0,068	40	0,084	Emulze
	80	0,013	80	0,019	80	0,028	80	0,036	80	0,051	80	0,068	80	0,084	Emulze
	35	0,013	35	0,019	35	0,028	35	0,036	35	0,051	35	0,068	35	0,084	Emulze
	70	0,013	70	0,019	70	0,028	70	0,036	70	0,051	70	0,068	70	0,084	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	50	0,018	50	0,027	50	0,036	50	0,045	50	0,056	50	0,068	50	0,079	Emulze
	80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,068	80	0,090	80	0,113	bez
	150	0,023	150	0,034	150	0,045	150	0,056	150	0,068	150	0,090	150	0,113	bez
	70	0,023	70	0,034	70	0,045	70	0,056	70	0,068	70	0,090	70	0,113	bez
	120	0,023	120	0,034	120	0,045	120	0,056	120	0,068	120	0,090	120	0,113	bez
	65	0,023	65	0,034	65	0,045	65	0,056	65	0,068	65	0,090	65	0,113	bez
	100	0,023	100	0,034	100	0,045	100	0,056	100	0,068	100	0,090	100	0,113	bez
	55	0,023	55	0,034	55	0,045	55	0,056	55	0,068	55	0,090	55	0,113	Emulze
	99	0,023	99	0,034	99	0,045	99	0,056	99	0,068	99	0,090	99	0,113	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	60	0,018	60	0,027	60	0,036	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	50	0,018	50	0,027	50	0,036	50	0,045	50	0,056	50	0,068	50	0,079	Emulze
	230	0,023	230	0,034	230	0,045	230	0,056	230	0,079	230	0,101	230	0,135	Emulze
	400	0,023	400	0,034	400	0,045	400	0,056	400	0,079	400	0,101	400	0,135	Emulze
	180	0,023	180	0,034	180	0,045	180	0,056	180	0,079	180	0,101	180	0,135	Emulze
	350	0,023	350	0,034	350	0,045	350	0,056	350	0,079	350	0,101	350	0,135	Emulze
	140	0,023	140	0,034	140	0,045	140	0,056	140	0,079	140	0,101	140	0,135	Emulze
	250	0,023	250	0,034	250	0,045	250	0,056	250	0,079	250	0,101	250	0,135	Emulze
	230	0,023	230	0,034	230	0,045	230	0,056	230	0,079	230	0,101	230	0,135	Emulze
	400	0,023	400	0,034	400	0,045	400	0,056	400	0,079	400	0,101	400	0,135	Emulze
	180	0,023	180	0,034	180	0,045	180	0,056	180	0,079	180	0,101	180	0,135	Emulze
	350	0,023	350	0,034	350	0,045	350	0,056	350	0,079	350	0,101	350	0,135	Emulze
	160	0,023	160	0,034	160	0,045	160	0,056	160	0,079	160	0,101	160	0,135	bez
	320	0,023	320	0,034	320	0,045	320	0,056	320	0,079	320	0,101	320	0,135	bez
	160	0,023	160	0,034	160	0,045	160	0,056	160	0,079	160	0,101	160	0,135	bez
	320	0,023	320	0,034	320	0,045	320	0,056	320	0,079	320	0,101	320	0,135	bez
	160	0,023	160	0,034	160	0,045	160	0,056	160	0,079	160	0,101	160	0,135	bez
	320	0,023	320	0,034	320	0,045	320	0,056	320	0,079	320	0,101	320	0,135	bez
	140	0,023	140	0,034	140	0,045	140	0,056	140	0,079	140	0,101	140	0,135	bez
	280	0,023	280	0,034	280	0,045	280	0,056	280	0,079	280	0,101	280	0,135	bez
	140	0,023	140	0,034	140	0,045	140	0,056	140	0,079	140	0,101	140	0,135	Emulze
	280	0,023	280	0,034	280	0,045	280	0,056	280	0,079	280	0,101	280	0,135	Emulze
	110	0,023	110	0,034	110	0,045	110	0,056	110	0,079	110	0,101	110	0,135	Emulze
	220	0,023	220	0,034	220	0,045	220	0,056	220	0,079	220	0,101	220	0,135	Emulze
	80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,068	80	0,090	80	0,113	bez
	150	0,023	150	0,034	150	0,045	150	0,056	150	0,068	150	0,090	120	0,113	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	



Tabulka 8.19 TK stopkové frézy GARANT (nepovlakované, povlakované) - zanořování / cirkulární frézování - hrubování

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	TK, bez povlaku TK, s povlakem	80 140	0,001 0,001	80 140	0,001 0,001	80 140	0,002 0,002	80 140	0,005 0,005
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,001 0,001	70 120	0,002 0,002	70 120	0,005 0,005
2.0	Automatové oceli	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,001 0,001	70 120	0,002 0,002	70 120	0,005 0,005
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	55 100	0,001 0,001	55 100	0,001 0,001	55 100	0,001 0,001	55 100	0,003 0,003
3.0	Neleg. oceli k zúšlechťení	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,001 0,001	70 120	0,002 0,002	70 120	0,005 0,005
3.1	Neleg. oceli k zúšlechťení	750 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 110	0,001 0,001	60 110	0,001 0,001	60 110	0,002 0,002	60 110	0,005 0,005
3.2	Neleg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	55 100	0,001 0,001	55 100	0,001 0,001	55 100	0,001 0,001	55 100	0,003 0,003
4.0	Leg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 85	0,001 0,001	50 85	0,001 0,001	50 85	0,001 0,001	50 85	0,003 0,003
4.1	Leg. oceli k zúšlechťení	1000 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 70	0,001 0,001	40 70	0,001 0,001	40 70	0,001 0,001	40 70	0,003 0,003
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,001 0,001	70 120	0,002 0,002	70 120	0,005 0,005
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 85	0,001 0,001	50 85	0,001 0,001	50 85	0,001 0,001	50 85	0,003 0,003
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 70	0,001 0,001	40 70	0,001 0,001	40 70	0,001 0,001	40 70	0,003 0,003
7.0	Nitridační oceli	< 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 85	0,001 0,001	50 85	0,001 0,001	50 85	0,003 0,003	50 85	0,001 0,001
7.1	Nitridační oceli	> 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 70	0,001 0,001	40 70	0,001 0,001	40 70	0,003 0,003	40 70	0,001 0,001
8.0	Nástrojové oceli	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 85	0,001 0,001	50 85	0,001 0,001	50 85	0,001 0,001	50 85	0,003 0,003
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 70	0,001 0,001	40 70	0,001 0,001	40 70	0,001 0,001	40 70	0,003 0,003
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30 60	0,001 0,001	30 60	0,001 0,001	30 60	0,001 0,001	30 60	0,003 0,003
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30 60	0,001 0,001	30 60	0,001 0,001	30 60	0,001 0,001	30 60	0,003 0,003
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
10.1	Kalené oceli	55-60 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
10.2	Kalené oceli	60-67 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
11.0	Kons. oceli odol. proti opotř.	1350	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 50	– 0,001	– 50	– 0,001	– 50	– 0,002	– 50	– 0,003
11.1	Kons. oceli odol. proti opotř.	1800	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 45	– 0,001	– 45	– 0,001	– 45	– 0,002	– 45	– 0,003
12.0	Pružinové oceli	< 1500	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 70	0,001 0,001	40 70	0,001 0,001	40 70	0,001 0,001	40 70	0,003 0,003

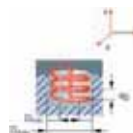


	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	80	0,006	80	0,008	80	0,011	80	0,015	80	0,020	80	0,025	80	0,030	Emulze
	140	0,006	140	0,008	140	0,011	140	0,015	140	0,020	140	0,025	140	0,030	Emulze
	70	0,006	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,030	Emulze
	120	0,006	120	0,008	120	0,011	120	0,015	120	0,020	120	0,025	120	0,030	Emulze
	70	0,006	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,030	Emulze
	120	0,006	120	0,008	120	0,011	120	0,015	120	0,020	120	0,025	120	0,030	Emulze
	55	0,004	55	0,006	55	0,007	55	0,009	55	0,011	55	0,015	55	0,020	Emulze
	100	0,004	100	0,006	100	0,007	100	0,009	100	0,011	100	0,015	100	0,020	Emulze
	70	0,006	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,030	Emulze
	120	0,006	120	0,008	120	0,011	120	0,015	120	0,020	120	0,025	120	0,030	Emulze
	60	0,006	60	0,008	60	0,011	60	0,015	60	0,020	60	0,025	60	0,030	Emulze
	110	0,006	110	0,008	110	0,011	110	0,015	110	0,020	110	0,025	110	0,030	Emulze
	55	0,004	55	0,006	55	0,008	55	0,010	55	0,013	55	0,017	55	0,023	Emulze
	100	0,004	100	0,006	100	0,008	100	0,010	100	0,013	100	0,017	100	0,023	Emulze
	50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,017	50	0,023	Emulze
	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,017	85	0,023	Emulze
	40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	Emulze
	70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	Emulze
	70	0,006	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,030	Emulze
	120	0,006	120	0,008	120	0,011	120	0,015	120	0,020	120	0,025	120	0,030	Emulze
	50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,017	50	0,023	Emulze
	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,017	85	0,023	Emulze
	40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	Emulze
	70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	Emulze
	50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,017	50	0,023	Emulze
	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,017	85	0,023	Emulze
	40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	Emulze
	70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	Emulze
	50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,017	50	0,023	Emulze
	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,017	85	0,023	Emulze
	40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	Emulze
	70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	Emulze
	30	0,003	30	0,005	30	0,007	30	0,008	30	0,011	30	0,015	30	0,018	Emulze
	60	0,003	60	0,005	60	0,007	60	0,008	60	0,011	60	0,015	60	0,018	Emulze
	30	0,003	30	0,005	30	0,007	30	0,008	30	0,011	30	0,015	30	0,018	Emulze
	60	0,003	60	0,005	60	0,007	60	0,008	60	0,011	60	0,015	60	0,018	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,015	50	0,018	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,015	45	0,018	Emulze
	40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	Emulze
	70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	Emulze



Tabulka 8.19 TK stopkové frézy GARANT (nepovlakované, povlakované) - zanořování / cirkulární frézování - hrubování

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
13.0	Nerez oceli síténé	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	55 90	0,001 0,001	55 90	0,001 0,001	55 90	0,002 0,002	55 90	0,003 0,003
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 85	0,001 0,001	45 85	0,001 0,001	45 85	0,002 0,002	45 85	0,003 0,003
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 85	0,001 0,001	45 85	0,001 0,001	45 85	0,001 0,001	45 85	0,002 0,002
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	TK, bez povlaku TK, s povlakem	35 65	0,001 0,001	35 65	0,001 0,001	35 65	0,001 0,001	35 65	0,002 0,002
14.0	Speciální slitiny	< 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	— 45	— 0,001	— 45	— 0,001	— 45	— 0,002	— 45	— 0,003
15.0	Litiny	< 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 130	0,001 0,001	70 130	0,001 0,001	70 130	0,002 0,002	70 130	0,004 0,004
15.1	Litiny	> 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 100	0,001 0,001	60 100	0,001 0,001	60 100	0,002 0,002	60 100	0,004 0,004
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	55 85	0,001 0,001	55 85	0,001 0,001	55 85	0,002 0,002	55 85	0,004 0,004
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 80	0,001 0,001	45 80	0,001 0,001	45 80	0,002 0,002	45 80	0,004 0,004
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	— 50	— 0,001	— 50	— 0,001	— 50	— 0,002	— 50	— 0,003
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	— 45	— 0,001	— 45	— 0,001	— 45	— 0,002	— 45	— 0,003
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	TK, bez povlaku TK, s povlakem	200 350	0,001 0,001	200 350	0,001 0,001	200 350	0,002 0,002	200 350	0,004 0,004
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	150 300	0,001 0,001	150 300	0,001 0,001	150 300	0,002 0,002	150 300	0,004 0,004
17.2	Hliník, slévár. slitiny >10% Si	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	120 220	0,001 0,001	120 220	0,001 0,001	120 220	0,002 0,002	120 220	0,004 0,004
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	TK, bez povlaku TK, s povlakem	200 350	0,001 0,001	200 350	0,001 0,001	200 350	0,002 0,002	200 350	0,004 0,004
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	TK, bez povlaku TK, s povlakem	150 300	0,001 0,001	150 300	0,001 0,001	150 300	0,002 0,002	150 300	0,004 0,004
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	140 280	0,001 0,001	140 280	0,001 0,001	140 280	0,002 0,002	140 280	0,004 0,004
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	140 280	0,001 0,001	140 280	0,001 0,001	140 280	0,002 0,002	140 280	0,004 0,004
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	140 280	0,001 0,001	140 280	0,001 0,001	140 280	0,002 0,002	140 280	0,004 0,004
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	120 240	0,001 0,001	120 240	0,001 0,001	120 240	0,002 0,002	120 240	0,004 0,004
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	120 240	0,001 0,001	120 240	0,001 0,001	120 240	0,002 0,002	120 240	0,004 0,004
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	95 190	0,001 0,001	95 190	0,001 0,001	95 190	0,002 0,002	95 190	0,004 0,004
20.0	Grafit		TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 130	0,001 0,001	70 130	0,001 0,001	70 130	0,002 0,002	70 130	0,004 0,004
21.0	Termoplasty a duroplasty		TK, bez povlaku TK, s povlakem	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
21.1	GFK a CFK		TK, bez povlaku TK, s povlakem	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —



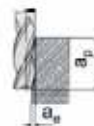
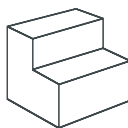
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	55	0,004	55	0,006	55	0,008	55	0,010	55	0,013	55	0,014	55	0,023	Emulze
	90	0,004	90	0,006	90	0,008	90	0,010	90	0,013	90	0,014	90	0,023	Emulze
	45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,014	45	0,023	Emulze
	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,014	85	0,023	Emulze
	45	0,003	45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,011	45	0,015	45	0,019	Emulze
	85	0,003	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,011	85	0,015	85	0,019	Emulze
	35	0,003	35	0,004	35	0,006	35	0,008	35	0,011	35	0,015	35	0,019	Emulze
	65	0,003	65	0,004	65	0,006	65	0,008	65	0,011	65	0,015	65	0,019	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,015	45	0,018	Emulze
	70	0,005	70	0,008	70	0,010	70	0,013	70	0,015	70	0,020	70	0,025	bez
	130	0,005	130	0,008	130	0,010	130	0,013	130	0,015	130	0,020	130	0,025	bez
	60	0,005	60	0,008	60	0,010	60	0,013	60	0,015	60	0,020	60	0,025	bez
	100	0,005	100	0,008	100	0,010	100	0,013	100	0,015	100	0,020	100	0,025	bez
	55	0,005	55	0,008	55	0,010	55	0,013	55	0,015	55	0,020	55	0,025	bez
	85	0,005	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,015	85	0,020	85	0,025	bez
	45	0,005	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,015	45	0,020	45	0,025	Emulze
	80	0,005	80	0,008	80	0,010	80	0,013	80	0,015	80	0,020	80	0,025	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,015	50	0,018	Emulze
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,015	45	0,018	Emulze
	200	0,005	200	0,008	200	0,010	200	0,013	200	0,018	200	0,023	200	0,030	Emulze
	350	0,005	350	0,008	350	0,010	350	0,013	350	0,018	350	0,023	350	0,030	Emulze
	150	0,005	150	0,008	150	0,010	150	0,013	150	0,018	150	0,023	150	0,030	Emulze
	300	0,005	300	0,008	300	0,010	300	0,013	300	0,018	300	0,023	300	0,030	Emulze
	120	0,005	120	0,008	120	0,010	120	0,013	120	0,018	120	0,023	120	0,030	Emulze
	220	0,005	220	0,008	220	0,010	220	0,013	220	0,018	220	0,023	220	0,030	Emulze
	200	0,005	200	0,008	200	0,010	200	0,013	200	0,018	200	0,023	200	0,030	Emulze
	350	0,005	350	0,008	350	0,010	350	0,013	350	0,018	350	0,023	350	0,030	Emulze
	150	0,005	150	0,008	150	0,010	150	0,013	150	0,018	150	0,023	150	0,030	Emulze
	300	0,005	300	0,008	300	0,010	300	0,013	300	0,018	300	0,023	300	0,030	Emulze
	140	0,005	140	0,008	140	0,010	140	0,013	140	0,018	140	0,023	140	0,030	bez
	280	0,005	280	0,008	280	0,010	280	0,013	280	0,018	280	0,023	280	0,030	bez
	140	0,005	140	0,008	140	0,010	140	0,013	140	0,018	140	0,023	140	0,030	bez
	280	0,005	280	0,008	280	0,010	280	0,013	280	0,018	280	0,023	280	0,030	bez
	140	0,005	140	0,008	140	0,010	140	0,013	140	0,018	140	0,023	140	0,030	bez
	280	0,005	280	0,008	280	0,010	280	0,013	280	0,018	280	0,023	280	0,030	bez
	120	0,005	120	0,008	120	0,010	120	0,013	120	0,018	120	0,023	120	0,030	bez
	240	0,005	240	0,008	240	0,010	240	0,013	240	0,018	240	0,023	240	0,030	bez
	120	0,005	120	0,008	120	0,010	120	0,013	120	0,018	120	0,023	120	0,030	Emulze
	240	0,005	240	0,008	240	0,010	240	0,013	240	0,018	240	0,023	240	0,030	Emulze
	95	0,005	95	0,008	95	0,010	95	0,013	95	0,018	95	0,023	95	0,030	Emulze
	190	0,005	190	0,008	190	0,010	190	0,013	190	0,018	190	0,023	190	0,030	Emulze
	70	0,005	70	0,008	70	0,010	70	0,013	70	0,015	70	0,020	70	0,025	bez
	130	0,005	130	0,008	130	0,010	130	0,013	130	0,015	130	0,020	130	0,025	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	



Tabulka 8.20 TK stopkové frézy GARANT (nepovlakované, povlakované) - obrábění kontury - dokončování

f_z pro $a_e = 0,1 \times D$ a $a_p = 1,5 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	TK, bez povlaku TK, s povlakem	100 190	0,002 0,002	100 190	0,004 0,004	100 190	0,008 0,008	100 190	0,016 0,016
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500–850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 170	0,002 0,002	90 170	0,004 0,004	90 170	0,008 0,008	90 170	0,016 0,016
2.0	Automatové oceli	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 170	0,002 0,002	90 170	0,004 0,004	90 170	0,008 0,008	90 170	0,016 0,016
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	75 140	0,001 0,001	75 140	0,003 0,003	75 140	0,006 0,006	75 140	0,011 0,011
3.0	Neleg. oceli k zúšlechťení	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 170	0,002 0,002	90 170	0,004 0,004	90 170	0,008 0,008	90 170	0,016 0,016
3.1	Neleg. oceli k zúšlechťení	750 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	85 160	0,002 0,002	85 160	0,004 0,004	85 160	0,008 0,008	85 160	0,016 0,016
3.2	Neleg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	75 140	0,001 0,001	75 140	0,003 0,003	75 140	0,006 0,006	75 140	0,011 0,011
4.0	Leg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,011 0,011
4.1	Leg. oceli k zúšlechťení	1000 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 95	0,001 0,001	60 95	0,003 0,003	60 95	0,005 0,005	60 95	0,010 0,010
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 170	0,002 0,002	90 170	0,004 0,004	90 170	0,008 0,008	90 170	0,016 0,016
6.0	Legované cementační ocel	< 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,011 0,011
6.1	Legované cementační ocel	> 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 95	0,001 0,001	60 95	0,003 0,003	60 95	0,005 0,005	60 95	0,010 0,010
7.0	Nitridační oceli	< 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,011 0,011
7.1	Nitridační oceli	> 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 95	0,001 0,001	60 95	0,003 0,003	60 95	0,005 0,005	60 95	0,010 0,010
8.0	Nástrojové oceli	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,001 0,001	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,011 0,011
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 95	0,001 0,001	60 95	0,003 0,003	60 95	0,005 0,005	60 95	0,010 0,010
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 85	0,001 0,001	45 85	0,003 0,003	45 85	0,005 0,005	45 85	0,010 0,010
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 80	0,001 0,001	40 80	0,003 0,003	40 80	0,005 0,005	40 80	0,010 0,010
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 65	– 0,001	65	0,003	65	0,005	65	0,010
10.1	Kalené oceli	55-60 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
10.2	Kalené oceli	60-67 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,006
11.0	Kons. oceli odol. proti opotř.	1350	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30 50	0,001 0,001	30 50	0,002 0,002	30 50	0,004 0,004	30 50	0,008 0,008
11.1	Kons. oceli odol. proti opotř.	1800	TK, bez povlaku TK, s povlakem	20 50	0,001 0,001	20 50	0,002 0,002	20 50	0,004 0,004	20 50	0,008 0,008
12.0	Pružinové oceli	< 1500	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 85	0,001 0,0013	45 85	0,003 0,0025	45 85	0,005 0,005	45 85	0,010 0,01



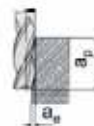
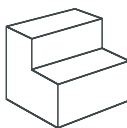
	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	100	0,032	100	0,054	100	0,063	100	0,072	100	0,080	100	0,089	100	0,107	Emulze
	190	0,032	190	0,054	190	0,063	190	0,072	190	0,080	190	0,089	190	0,107	Emulze
	90	0,032	90	0,054	90	0,063	90	0,072	90	0,080	90	0,089	90	0,107	Emulze
	170	0,032	170	0,054	170	0,063	170	0,072	170	0,080	170	0,089	170	0,107	Emulze
	90	0,032	90	0,054	90	0,063	90	0,072	90	0,080	90	0,089	90	0,107	Emulze
	170	0,032	170	0,054	170	0,063	170	0,072	170	0,080	170	0,089	170	0,107	Emulze
	75	0,023	75	0,036	75	0,045	75	0,054	75	0,063	75	0,080	75	0,100	Emulze
	140	0,023	140	0,036	140	0,045	140	0,054	140	0,063	140	0,080	140	0,100	Emulze
	90	0,032	90	0,054	90	0,063	90	0,072	90	0,080	90	0,089	90	0,107	Emulze
	170	0,032	170	0,054	170	0,063	170	0,072	170	0,080	170	0,089	170	0,107	Emulze
	85	0,032	85	0,054	85	0,063	85	0,072	85	0,080	85	0,089	85	0,107	Emulze
	160	0,032	160	0,054	160	0,063	160	0,072	160	0,080	160	0,089	160	0,107	Emulze
	75	0,023	75	0,036	75	0,045	75	0,054	75	0,063	75	0,080	75	0,100	Emulze
	140	0,023	140	0,036	140	0,045	140	0,054	140	0,063	140	0,080	140	0,100	Emulze
	70	0,023	70	0,036	70	0,045	70	0,054	70	0,063	70	0,080	70	0,100	Emulze
	120	0,023	120	0,036	120	0,045	120	0,054	120	0,063	120	0,080	120	0,100	Emulze
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emulze
	95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emulze
	90	0,032	90	0,054	90	0,063	90	0,072	90	0,080	90	0,089	90	0,107	Emulze
	170	0,032	170	0,054	170	0,063	170	0,072	170	0,080	170	0,089	170	0,107	Emulze
	70	0,023	70	0,036	70	0,045	70	0,054	70	0,063	70	0,080	70	0,100	Emulze
	120	0,023	120	0,036	120	0,045	120	0,054	120	0,063	120	0,080	120	0,100	Emulze
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emulze
	95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emulze
	70	0,023	70	0,036	70	0,045	70	0,054	70	0,063	70	0,080	70	0,100	Emulze
	120	0,023	120	0,036	120	0,045	120	0,054	120	0,063	120	0,080	120	0,100	Emulze
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emulze
	95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emulze
	70	0,023	70	0,036	70	0,045	70	0,054	70	0,063	70	0,080	70	0,100	Emulze
	120	0,023	120	0,036	120	0,045	120	0,054	120	0,063	120	0,080	120	0,100	Emulze
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,070	60	0,080	Emulze
	95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,060	95	0,070	95	0,080	Emulze
	45	0,020	45	0,030	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,070	45	0,080	Emulze
	85	0,020	85	0,030	85	0,040	85	0,050	85	0,060	85	0,070	85	0,080	Emulze
	40	0,020	40	0,030	40	0,040	40	0,050	40	0,060	40	0,070	40	0,080	Emulze
	80	0,020	80	0,030	80	0,040	80	0,050	80	0,060	80	0,070	80	0,080	Emulze
	65	0,020	65	0,030	65	0,040	65	0,050	65	0,060	65	0,070	65	0,080	bez
	50	0,016	50	0,023	50	0,030	50	0,038	50	0,045	50	0,050	50	0,055	bez
	30	0,012	30	0,018	30	0,025	30	0,030	30	0,038	30	0,045	30	0,050	bez
	30	0,006	30	0,025	30	0,032	30	0,030	30	0,054	30	0,070	30	0,105	Emulze
	50	0,006	50	0,025	50	0,032	50	0,030	50	0,054	50	0,070	50	0,105	Emulze
	20	0,006	20	0,020	20	0,032	20	0,030	20	0,054	20	0,070	20	0,105	Emulze
	50	0,006	50	0,020	50	0,032	50	0,030	50	0,054	50	0,070	50	0,105	Emulze
	45	0,020	45	0,030	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,070	45	0,080	Emulze
	85	0,02	85	0,03	85	0,04	85	0,05	85	0,06	85	0,07	85	0,08	Emulze



Tabulka 8.20 TK stopkové frézy GARANT (nepovlakované, povlakované) - obrábění kontury - dokončování

f_z pro $a_e = 0,1 \times D$ a $a_p = 1,5 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
13.0	Nerez oceli síténé	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 110	0,001 0,001	60 110	0,003 0,003	60 110	0,006 0,006	60 110	0,011 0,011
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 110	0,001 0,001	60 110	0,003 0,003	60 110	0,006 0,006	60 110	0,011 0,011
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 90	0,001 0,001	50 90	0,003 0,003	50 90	0,005 0,005	50 90	0,010 0,010
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	TK, bez povlaku TK, s povlakem	35 75	0,001 0,001	35 75	0,003 0,003	35 75	0,005 0,005	35 75	0,010 0,010
14.0	Speciální slitiny	< 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	20 50	0,001 0,001	20 50	0,002 0,002	20 50	0,004 0,004	20 50	0,008 0,008
15.0	Litiny	< 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 150	0,002 0,002	90 150	0,003 0,003	90 150	0,007 0,007	90 150	0,014 0,014
15.1	Litiny	> 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	80 120	0,002 0,002	80 120	0,003 0,003	80 120	0,007 0,007	80 120	0,014 0,014
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 100	0,002 0,002	70 100	0,003 0,003	70 100	0,007 0,007	70 100	0,014 0,014
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 90	0,002 0,002	60 90	0,003 0,003	60 90	0,007 0,007	60 90	0,014 0,014
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30 70	0,001 0,001	30 70	0,002 0,002	30 70	0,004 0,004	30 70	0,008 0,008
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	25 60	0,001 0,001	25 60	0,002 0,002	25 60	0,004 0,004	25 60	0,008 0,008
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	TK, bez povlaku TK, s povlakem	400 800	0,002 0,002	400 800	0,003 0,003	400 800	0,006 0,006	400 800	0,012 0,012
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	300 600	0,002 0,002	300 600	0,003 0,003	300 600	0,006 0,006	300 600	0,012 0,012
17.2	Hliník, slévár. slitiny >10% Si	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	250 400	0,002 0,002	250 400	0,003 0,003	250 400	0,006 0,006	250 400	0,012 0,012
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	TK, bez povlaku TK, s povlakem	400 800	0,002 0,002	400 800	0,003 0,003	400 800	0,006 0,006	400 800	0,012 0,012
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	TK, bez povlaku TK, s povlakem	200 350	0,002 0,002	200 350	0,003 0,003	200 350	0,006 0,006	200 350	0,012 0,012
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	180 320	0,002 0,002	180 320	0,003 0,003	180 320	0,006 0,006	180 320	0,012 0,012
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	180 320	0,002 0,002	180 320	0,003 0,003	180 320	0,006 0,006	180 320	0,012 0,012
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	180 320	0,002 0,002	180 320	0,003 0,003	180 320	0,006 0,006	180 320	0,012 0,012
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	150 280	0,002 0,002	150 280	0,003 0,003	150 280	0,006 0,006	150 280	0,012 0,012
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	150 280	0,002 0,002	150 280	0,003 0,003	150 280	0,006 0,006	150 280	0,012 0,012
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	120 220	0,002 0,002	120 220	0,003 0,003	120 220	0,006 0,006	120 220	0,012 0,012
20.0	Grafit		TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 150	0,002 0,002	90 150	0,003 0,003	90 150	0,006 0,006	90 150	0,014 0,014
21.0	Termoplasty a duroplasty		TK, bez povlaku TK, s povlakem	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
21.1	GFK a CFK		TK, bez povlaku TK, s povlakem	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –



	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	60	0,023	60	0,036	60	0,045	60	0,054	60	0,063	60	0,085	60	0,115	Emulze
	110	0,023	110	0,036	110	0,045	110	0,054	110	0,063	110	0,085	110	0,115	Emulze
	60	0,023	60	0,036	60	0,045	60	0,054	60	0,063	60	0,085	60	0,115	Emulze
	110	0,023	110	0,036	110	0,045	110	0,054	110	0,063	110	0,085	110	0,115	Emulze
	50	0,020	50	0,030	50	0,040	50	0,050	50	0,060	50	0,085	50	0,100	Emulze
	90	0,020	90	0,030	90	0,040	90	0,050	90	0,060	90	0,085	90	0,100	Emulze
	35	0,020	35	0,030	35	0,040	35	0,050	35	0,060	35	0,085	35	0,100	Emulze
	75	0,020	75	0,030	75	0,040	75	0,050	75	0,060	75	0,085	75	0,100	Emulze
	20	0,006	20	0,020	20	0,032	20	0,030	20	0,054	20	0,070	20	0,105	Emulze
	50	0,006	50	0,020	50	0,032	50	0,030	50	0,054	50	0,070	50	0,105	Emulze
	90	0,020	90	0,027	90	0,054	90	0,072	90	0,089	90	0,107	90	0,125	bez
	150	0,020	150	0,027	150	0,054	150	0,072	150	0,089	150	0,107	150	0,125	bez
	80	0,020	80	0,027	80	0,054	80	0,072	80	0,089	80	0,107	80	0,125	bez
	120	0,020	120	0,027	120	0,054	120	0,072	120	0,089	120	0,107	120	0,125	bez
	70	0,020	70	0,027	70	0,054	70	0,072	70	0,089	70	0,107	70	0,125	bez
	100	0,020	100	0,027	100	0,054	100	0,072	100	0,089	100	0,107	100	0,125	bez
	60	0,020	60	0,027	60	0,054	60	0,072	60	0,089	60	0,107	60	0,125	Emulze
	90	0,020	90	0,027	90	0,054	90	0,072	90	0,089	90	0,107	90	0,125	Emulze
	30	0,006	30	0,020	30	0,032	30	0,030	30	0,054	30	0,070	30	0,105	Emulze
	70	0,006	70	0,020	70	0,032	70	0,030	70	0,054	70	0,070	70	0,105	Emulze
	25	0,006	25	0,020	25	0,032	25	0,030	25	0,054	25	0,070	25	0,105	Emulze
	60	0,006	60	0,020	60	0,032	60	0,030	60	0,054	60	0,070	60	0,105	Emulze
	400	0,024	400	0,031	400	0,047	400	0,063	400	0,079	400	0,101	400	0,126	Emulze
	800	0,024	800	0,031	800	0,047	800	0,063	800	0,079	800	0,101	800	0,126	Emulze
	300	0,024	300	0,031	300	0,047	300	0,063	300	0,079	300	0,101	300	0,126	Emulze
	600	0,024	600	0,031	600	0,047	600	0,063	600	0,079	600	0,101	600	0,126	Emulze
	250	0,024	250	0,031	250	0,047	250	0,063	250	0,079	250	0,101	250	0,126	Emulze
	400	0,024	400	0,031	400	0,047	400	0,063	400	0,079	400	0,101	400	0,126	Emulze
	400	0,024	400	0,031	400	0,047	400	0,063	400	0,079	400	0,101	400	0,126	Emulze
	800	0,024	800	0,031	800	0,047	800	0,063	800	0,079	800	0,101	800	0,126	Emulze
	200	0,024	200	0,031	200	0,047	200	0,063	200	0,079	200	0,101	200	0,126	Emulze
	350	0,024	350	0,031	350	0,047	350	0,063	350	0,079	350	0,101	350	0,126	Emulze
	180	0,024	180	0,031	180	0,047	180	0,063	180	0,079	180	0,101	180	0,126	bez
	320	0,024	320	0,031	320	0,047	320	0,063	320	0,079	320	0,101	320	0,126	bez
	180	0,024	180	0,031	180	0,047	180	0,063	180	0,079	180	0,101	180	0,126	bez
	320	0,024	320	0,031	320	0,047	320	0,063	320	0,079	320	0,101	320	0,126	bez
	180	0,024	180	0,031	180	0,047	180	0,063	180	0,079	180	0,101	180	0,126	bez
	320	0,024	320	0,031	320	0,047	320	0,063	320	0,079	320	0,101	320	0,126	bez
	150	0,024	150	0,031	150	0,047	150	0,063	150	0,079	150	0,101	150	0,126	bez
	280	0,024	280	0,031	280	0,047	280	0,063	280	0,079	280	0,101	280	0,126	bez
	150	0,024	150	0,031	150	0,047	150	0,063	150	0,079	150	0,101	150	0,126	Emulze
	280	0,024	280	0,031	280	0,047	280	0,063	280	0,079	280	0,101	280	0,126	Emulze
	120	0,024	120	0,031	120	0,047	120	0,063	120	0,079	120	0,101	120	0,126	Emulze
	220	0,024	220	0,031	220	0,047	220	0,063	220	0,079	220	0,101	220	0,126	Emulze
	90	0,020	90	0,027	90	0,054	90	0,072	90	0,089	90	0,107	90	0,125	bez
	150	0,020	150	0,027	150	0,054	150	0,072	150	0,089	130	0,107	150	0,125	bez
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

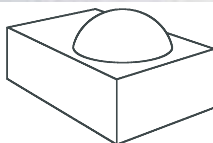


Tabulka 8.21 TK stopkové frézy GARANT (nepovlakované, povlakované) - kopírovací obrábění

(Řezné parametry pro obrábění HSC můžete vyhledat v příslušných tabulkách)

f_z pro $a_e = 0,03 \times D$ a $a_p = 0,03 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	TK, bez povlaku TK, s povlakem	100 190	0,002 0,002	100 190	0,004 0,004	100 190	0,009 0,009	100 190	0,018 0,018
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500–850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 170	0,002 0,002	90 170	0,004 0,004	90 170	0,009 0,009	90 170	0,018 0,018
2.0	Automatové oceli	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 170	0,002 0,002	90 170	0,004 0,004	90 170	0,009 0,009	90 170	0,018 0,018
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	75 140	0,002 0,002	75 140	0,003 0,003	75 140	0,006 0,006	75 140	0,013 0,013
3.0	Neleg. oceli k zúšlechťení	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 170	0,002 0,002	90 170	0,004 0,004	90 170	0,009 0,009	90 170	0,018 0,018
3.1	Neleg. oceli k zúšlechťení	750 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	85 160	0,002 0,002	85 160	0,004 0,004	85 160	0,009 0,009	85 160	0,018 0,018
3.2	Neleg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	75 140	0,002 0,002	75 140	0,003 0,003	75 140	0,006 0,006	75 140	0,013 0,013
4.0	Legované oceli k zúšlechťení	850 – 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,002 0,002	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,013 0,013
4.1	Legované oceli k zúšlechťení	1000 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 95	0,001 0,001	60 95	0,003 0,003	60 95	0,006 0,006	60 95	0,011 0,011
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 170	0,002 0,002	90 170	0,004 0,004	90 170	0,009 0,009	90 170	0,018 0,018
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,002 0,002	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,013 0,013
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 95	0,001 0,001	60 95	0,003 0,003	60 95	0,006 0,006	60 95	0,011 0,011
7.0	Nitridační oceli	< 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,002 0,002	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,013 0,013
7.1	Nitridační oceli	> 1000	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 95	0,001 0,001	60 95	0,003 0,003	60 95	0,006 0,006	60 95	0,011 0,011
8.0	Nástrojové oceli	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 120	0,002 0,002	70 120	0,003 0,003	70 120	0,006 0,006	70 120	0,013 0,013
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 95	0,001 0,001	60 95	0,003 0,003	60 95	0,006 0,006	60 95	0,011 0,011
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 85	0,001 0,001	45 85	0,003 0,003	45 85	0,006 0,006	45 85	0,011 0,011
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	40 80	0,001 0,001	40 80	0,003 0,003	40 80	0,006 0,006	40 80	0,011 0,011
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	25 65	0,001 0,001	25 65	0,003 0,003	25 65	0,006 0,006	25 65	0,011 0,011
10.1	Kalené oceli	55-60 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 50	– 0,001	– 50	– 0,002	– 50	– 0,005	– 50	– 0,009
10.2	Kalené oceli	60-67 HRC	TK, bez povlaku TK, s povlakem	– 30	– 0,001	– 30	– 0,001	– 30	– 0,003	– 30	– 0,007
11.0	Konst. oceli odol. proti opotř.	1350	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30 50	0,001 0,001	30 50	0,002 0,002	30 50	0,005 0,005	30 50	0,009 0,009
11.1	Konst. oceli odol. proti opotř.	1800	TK, bez povlaku TK, s povlakem	20 50	0,001 0,001	20 50	0,002 0,002	20 50	0,005 0,005	20 50	0,009 0,009
12.0	Pružinové oceli	< 1500	TK, bez povlaku TK, s povlakem	45 85	0,001 0,001	45 85	0,003 0,003	45 85	0,006 0,006	45 85	0,011 0,011



	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	100	0,035	100	0,061	100	0,071	100	0,081	100	0,090	100	0,100	100	0,120	Emulze
	190	0,035	190	0,061	190	0,071	190	0,081	190	0,090	190	0,100	190	0,120	Emulze
	90	0,035	90	0,061	90	0,071	90	0,081	90	0,090	90	0,100	90	0,120	Emulze
	170	0,035	170	0,061	170	0,071	170	0,081	170	0,090	170	0,100	170	0,120	Emulze
	90	0,035	90	0,061	90	0,071	90	0,081	90	0,090	90	0,100	90	0,120	Emulze
	170	0,035	170	0,061	170	0,071	170	0,081	170	0,090	170	0,100	170	0,120	Emulze
	75	0,025	75	0,041	75	0,051	75	0,061	75	0,071	75	0,090	75	0,113	Emulze
	140	0,025	140	0,041	140	0,051	140	0,061	140	0,071	140	0,090	140	0,113	Emulze
	90	0,035	90	0,061	90	0,071	90	0,081	90	0,090	90	0,100	90	0,120	Emulze
	170	0,035	170	0,061	170	0,071	170	0,081	170	0,090	170	0,100	170	0,120	Emulze
	85	0,035	85	0,061	85	0,071	85	0,081	85	0,090	85	0,100	85	0,120	Emulze
	160	0,035	160	0,061	160	0,071	160	0,081	160	0,090	160	0,100	160	0,120	Emulze
	75	0,025	75	0,041	75	0,051	75	0,061	75	0,071	75	0,090	75	0,113	Emulze
	140	0,025	140	0,041	140	0,051	140	0,061	140	0,071	140	0,090	140	0,113	Emulze
	70	0,025	70	0,041	70	0,051	70	0,061	70	0,071	70	0,090	70	0,113	Emulze
	120	0,025	120	0,041	120	0,051	120	0,061	120	0,071	120	0,090	120	0,113	Emulze
	60	0,023	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	60	0,090	Emulze
	95	0,023	95	0,034	95	0,045	95	0,056	95	0,068	95	0,079	95	0,090	Emulze
	90	0,055	90	0,061	90	0,071	90	0,081	90	0,090	90	0,100	90	0,120	Emulze
	170	0,055	170	0,061	170	0,071	170	0,081	170	0,090	170	0,100	170	0,120	Emulze
	70	0,025	70	0,041	70	0,051	70	0,061	70	0,071	70	0,090	70	0,113	Emulze
	120	0,025	120	0,041	120	0,051	120	0,061	120	0,071	120	0,090	120	0,113	Emulze
	60	0,023	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	60	0,090	Emulze
	95	0,023	95	0,034	95	0,045	95	0,056	95	0,068	95	0,079	95	0,090	Emulze
	70	0,025	70	0,041	70	0,051	70	0,061	70	0,071	70	0,090	70	0,113	Emulze
	120	0,025	120	0,041	120	0,051	120	0,061	120	0,071	120	0,090	120	0,113	Emulze
	60	0,023	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	60	0,090	Emulze
	95	0,023	95	0,034	95	0,045	95	0,056	95	0,068	95	0,079	95	0,090	Emulze
	70	0,025	70	0,041	70	0,051	70	0,061	70	0,071	70	0,090	70	0,113	Emulze
	120	0,025	120	0,041	120	0,051	120	0,061	120	0,071	120	0,090	120	0,113	Emulze
	60	0,023	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	60	0,090	Emulze
	95	0,023	95	0,034	95	0,045	95	0,056	95	0,068	95	0,079	95	0,090	Emulze
	45	0,023	45	0,034	45	0,045	45	0,056	45	0,068	45	0,079	45	0,090	Emulze
	85	0,023	85	0,034	85	0,045	85	0,056	85	0,068	85	0,079	85	0,090	Emulze
	40	0,023	40	0,034	40	0,045	40	0,056	40	0,068	40	0,079	40	0,090	Emulze
	80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,068	80	0,079	80	0,090	Emulze
	25	0,023	25	0,034	25	0,045	25	0,056	25	0,068	25	0,079	25	0,090	bez
	65	0,023	65	0,034	65	0,045	65	0,056	65	0,068	65	0,079	65	0,090	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	50	0,018	50	0,026	50	0,034	50	0,043	50	0,051	50	0,056	50	0,062	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	30	0,014	30	0,020	30	0,028	30	0,034	30	0,043	30	0,051	30	0,056	bez
	30	0,007	30	0,028	30	0,036	30	0,034	30	0,061	30	0,079	30	0,118	Emulze
	50	0,007	50	0,028	50	0,036	50	0,034	50	0,061	50	0,079	50	0,118	Emulze
	20	0,007	20	0,023	20	0,036	20	0,034	20	0,061	20	0,079	20	0,118	Emulze
	50	0,007	50	0,023	50	0,036	50	0,034	50	0,061	50	0,079	50	0,118	Emulze
	45	0,023	45	0,034	45	0,045	45	0,056	45	0,068	45	0,079	45	0,090	Emulze
	85	0,023	85	0,034	85	0,045	85	0,056	85	0,068	85	0,079	85	0,090	Emulze

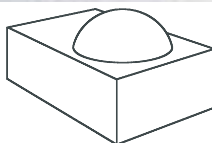


Tabulka 8.21 TK stopkové frézy GARANT (nepovlakované, povlakované) - kopírovací obrábění - dokončování

(Řezné parametry pro obrábění HSC můžete vyhledat v příslušných tabulkách)

f_z pro $a_e = 0,03 \times D$ a $a_p = 0,03 \times D$

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál / povlak	Průměr [mm]							
				0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]
13.0	Nerez oceli síténé	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 110	0,002 0,002	60 110	0,003 0,003	60 110	0,006 0,006	60 110	0,013 0,013
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 110	0,002 0,002	60 110	0,003 0,003	60 110	0,006 0,006	60 110	0,013 0,013
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	50 90	0,001 0,001	50 90	0,003 0,003	50 90	0,006 0,006	50 90	0,011 0,011
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	TK, bez povlaku TK, s povlakem	35 75	0,001 0,001	35 75	0,003 0,003	35 75	0,006 0,006	35 75	0,011 0,011
14.0	Speciální slitiny	< 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	20 50	0,001 0,001	20 50	0,002 0,002	20 50	0,005 0,005	20 50	0,009 0,009
15.0	Litiny	< 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 150	0,002 0,002	90 150	0,004 0,004	90 150	0,008 0,008	90 150	0,015 0,015
15.1	Litiny	> 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	80 120	0,002 0,002	80 120	0,004 0,004	80 120	0,008 0,008	80 120	0,015 0,015
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	70 100	0,002 0,002	70 100	0,004 0,004	70 100	0,008 0,008	70 100	0,015 0,015
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	TK, bez povlaku TK, s povlakem	60 90	0,002 0,002	60 90	0,004 0,004	60 90	0,008 0,008	60 90	0,015 0,015
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	30 70	0,001 0,001	30 70	0,002 0,002	30 70	0,005 0,005	30 70	0,009 0,009
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	25 60	0,001 0,001	25 60	0,002 0,002	25 60	0,005 0,005	25 60	0,009 0,009
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	TK, bez povlaku TK, s povlakem	400 800	0,002 0,002	400 800	0,003 0,003	400 800	0,007 0,007	400 800	0,013 0,013
17.1	Hliník, slévár. slitiny <10% Si	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	300 600	0,002 0,002	300 600	0,003 0,003	300 600	0,007 0,007	300 600	0,013 0,013
17.2	Hliník, slévár. slitiny >10% Si	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	250 400	0,002 0,002	250 400	0,003 0,003	250 400	0,007 0,007	250 400	0,013 0,013
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	TK, bez povlaku TK, s povlakem	400 800	0,002 0,002	400 800	0,003 0,003	400 800	0,007 0,007	400 800	0,013 0,013
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	TK, bez povlaku TK, s povlakem	200 350	0,002 0,002	200 350	0,003 0,003	200 350	0,007 0,007	200 350	0,013 0,013
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	180 320	0,002 0,002	180 320	0,003 0,003	180 320	0,007 0,007	180 320	0,013 0,013
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	180 320	0,002 0,002	180 320	0,003 0,003	180 320	0,007 0,007	180 320	0,013 0,013
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	TK, bez povlaku TK, s povlakem	180 320	0,002 0,002	180 320	0,003 0,003	180 320	0,007 0,007	180 320	0,013 0,013
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	150 280	0,002 0,002	150 280	0,003 0,003	150 280	0,007 0,007	150 280	0,013 0,013
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	TK, bez povlaku TK, s povlakem	150 280	0,002 0,002	150 280	0,003 0,003	150 280	0,007 0,007	150 280	0,013 0,013
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	TK, bez povlaku TK, s povlakem	120 220	0,002 0,002	120 220	0,003 0,003	120 220	0,007 0,007	120 220	0,013 0,013
20.0	Grafit		TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 150	0,002 0,002	90 150	0,004 0,004	90 150	0,008 0,008	90 150	0,015 0,015
21.0	Duroplasty		TK, bez povlaku TK, s povlakem	100 150	0,003 0,003	100 150	0,007 0,007	100 150	0,014 0,014	100 150	0,028 0,028
	Termoplasty		TK, bez povlaku TK, s povlakem	90 140	0,003 0,003	90 140	0,007 0,007	90 140	0,014 0,014	90 140	0,028 0,028
21.1	GFK a CFK		TK, bez povlaku TK, s povlakem	75 120	0,002 0,002	75 120	0,004 0,004	75 120	0,008 0,008	75 120	0,016 0,016

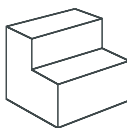


	Průměr [mm]														KSS
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	
	60	0,025	60	0,041	60	0,051	60	0,061	60	0,071	60	0,096	60	0,129	Emulze
	110	0,025	110	0,041	110	0,051	110	0,061	110	0,071	110	0,096	110	0,129	Emulze
	60	0,025	60	0,041	60	0,051	60	0,061	60	0,071	60	0,096	60	0,129	Emulze
	110	0,025	110	0,041	110	0,051	110	0,061	110	0,071	110	0,096	110	0,129	Emulze
	50	0,023	50	0,034	50	0,045	50	0,056	50	0,068	50	0,096	50	0,113	Emulze
	90	0,023	90	0,034	90	0,045	90	0,056	90	0,068	90	0,096	90	0,113	Emulze
	35	0,023	35	0,034	35	0,045	35	0,056	35	0,068	35	0,096	35	0,113	Emulze
	75	0,023	75	0,034	75	0,045	75	0,056	75	0,068	75	0,096	75	0,113	Emulze
	20	0,007	20	0,023	20	0,036	20	0,034	20	0,061	20	0,079	20	0,118	Emulze
	50	0,007	50	0,023	50	0,036	50	0,034	50	0,061	50	0,079	50	0,118	Emulze
	90	0,023	90	0,030	90	0,061	90	0,081	90	0,100	90	0,120	90	0,141	bez
	150	0,023	150	0,030	150	0,061	150	0,081	150	0,100	150	0,120	150	0,141	bez
	80	0,023	80	0,030	80	0,061	80	0,081	80	0,100	80	0,120	80	0,141	bez
	120	0,023	120	0,030	120	0,061	120	0,081	120	0,100	120	0,120	120	0,141	bez
	70	0,023	70	0,030	70	0,061	70	0,081	70	0,100	70	0,120	70	0,141	bez
	100	0,023	100	0,030	100	0,061	100	0,081	100	0,100	100	0,120	100	0,141	bez
	60	0,023	60	0,030	60	0,061	60	0,081	60	0,100	60	0,120	60	0,141	Emulze
	90	0,023	90	0,030	90	0,061	90	0,081	90	0,100	90	0,120	90	0,141	Emulze
	30	0,007	30	0,023	30	0,036	30	0,034	30	0,061	30	0,079	30	0,118	Emulze
	70	0,007	70	0,023	70	0,036	70	0,034	70	0,061	70	0,079	70	0,118	Emulze
	25	0,007	25	0,023	25	0,036	25	0,034	25	0,061	25	0,079	25	0,118	Emulze
	60	0,007	60	0,023	60	0,036	60	0,034	60	0,061	60	0,079	60	0,118	Emulze
	400	0,026	400	0,035	400	0,053	400	0,071	400	0,089	400	0,114	400	0,142	Emulze
	800	0,026	800	0,035	800	0,053	800	0,071	800	0,089	800	0,114	800	0,142	Emulze
	300	0,026	300	0,035	300	0,053	300	0,071	300	0,089	300	0,114	300	0,142	Emulze
	6400	0,026	600	0,035	600	0,053	600	0,071	600	0,089	600	0,114	600	0,142	Emulze
	250	0,026	250	0,035	250	0,053	250	0,071	250	0,089	250	0,114	250	0,142	Emulze
	400	0,026	400	0,035	400	0,053	400	0,071	400	0,089	400	0,114	400	0,142	Emulze
	400	0,026	400	0,035	400	0,053	400	0,071	400	0,089	400	0,114	400	0,142	Emulze
	800	0,026	800	0,035	800	0,053	800	0,071	800	0,089	800	0,114	800	0,142	Emulze
	200	0,026	200	0,035	200	0,053	200	0,071	200	0,089	200	0,114	200	0,142	Emulze
	350	0,026	350	0,035	350	0,053	350	0,071	350	0,089	350	0,114	350	0,142	Emulze
	180	0,026	180	0,035	180	0,053	180	0,071	180	0,089	180	0,114	180	0,142	bez
	320	0,026	320	0,035	320	0,053	320	0,071	320	0,089	320	0,114	320	0,142	bez
	180	0,026	180	0,035	180	0,053	180	0,071	180	0,089	180	0,114	180	0,142	bez
	320	0,026	320	0,035	320	0,053	320	0,071	320	0,089	320	0,114	320	0,142	bez
	180	0,026	180	0,035	180	0,053	180	0,071	180	0,089	180	0,114	180	0,142	bez
	320	0,026	320	0,035	320	0,053	320	0,071	320	0,089	320	0,114	320	0,142	bez
	150	0,026	150	0,035	150	0,053	150	0,071	150	0,089	150	0,114	150	0,142	bez
	280	0,026	280	0,035	280	0,053	280	0,071	280	0,089	280	0,114	280	0,142	bez
	150	0,026	150	0,035	150	0,053	150	0,071	150	0,089	150	0,114	150	0,142	Emulze
	280	0,026	280	0,035	280	0,053	280	0,071	280	0,089	280	0,114	280	0,142	Emulze
	120	0,026	120	0,035	120	0,053	120	0,071	120	0,089	120	0,114	120	0,142	Emulze
	220	0,026	220	0,035	220	0,053	220	0,071	220	0,089	220	0,114	220	0,142	Emulze
	90	0,023	90	0,030	90	0,061	90	0,081	90	0,100	90	0,120	90	0,141	bez
	150	0,023	150	0,030	150	0,061	150	0,081	150	0,100	130	0,120	150	0,141	bez
	100	0,040	100	0,060	100	0,080	100	0,120	100	0,200	100	0,250	100	0,300	bez
	150	0,040	150	0,060	150	0,080	150	0,120	150	0,200	150	0,250	150	0,300	bez
	90	0,040	90	0,060	90	0,080	90	0,120	90	0,200	90	0,250	90	0,300	bez
	140	0,040	140	0,060	140	0,080	140	0,120	140	0,200	140	0,250	140	0,300	bez
	75	0,035	75	0,055	75	0,070	75	0,095	75	0,115	75	0,140	75	0,155	bez
	120	0,035	120	0,055	120	0,070	120	0,095	120	0,115	120	0,140	120	0,155	bez



Tabulka 8.22 TK stopkové frézy GARANT (povlakované) - HSC fréz. kontur - dokončování

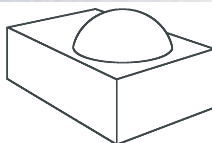
Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	vc [m/min] min. poč. max.	Průměr [d/mm]					
				4,0			6,0		
				a _p max [mm]	a _e max [mm]	f _z [mm/Z]	a _p max [mm]	a _e max [mm]	f _z [mm/Z]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	–	–	–	–	–	–	–
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	–	–	–	–	–	–	–
2.0	Automatové oceli	< 850	–	–	–	–	–	–	–
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	–	–	–	–	–	–	–
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	–	–	–	–	–	–	–
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	–	–	–	–	–	–	–
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	300 – 360	2,000	0,120	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	300 – 360	2,000	0,120	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	280 – 340	2,000	0,120	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	–	–	–	–	–	–	–
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	300 – 360	2,000	0,120	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	280 – 340	2,000	0,120	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
7.0	Nitridační oceli	< 1000	300 – 360	2,000	0,120	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
7.1	Nitridační oceli	> 1000	280 – 340	2,000	0,120	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
8.0	Nástrojové oceli	< 850	300 – 360	2,000	0,120	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	280 – 340	2,000	0,120	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	210 – 270	2,000	0,100	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	210 – 270	2,000	0,100	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	160 – 240	2,000	0,100	0,056 – 0,081	3,000	0,170	0,066 – 0,094
10.1	Kalené oceli	55-60 HRC	90 – 140	2,000	0,070	0,056 – 0,081	3,000	0,120	0,066 – 0,094
10.2	Kalené oceli	60-67 HRC	75 – 120	2,000	0,070	0,056 – 0,081	3,000	0,120	0,066 – 0,094
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotřeb.	1350	–	–	–	–	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotřeb.	1800	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	–	–	–	–	–	–	–
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	–	–	–	–	–	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	–	–	–	–	–	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	–	–	–	–	–	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	–	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	–	–	–	–	–	–	–
15.0	Lihty	< 180 HB	–	–	–	–	–	–	–
15.1	Lihty	> 180 HB	–	–	–	–	–	–	–
15.2	Lihtina (GGG, GT)	> 180 HB	300 – 360	2,000	0,120	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
15.3	Lihtina (GGG, GT)	> 260 HB	300 – 360	2,000	0,120	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	210 – 270	2,000	0,100	0,056 – 0,081	3,000	0,150	0,066 – 0,094
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	90 – 140	2,000	0,070	0,056 – 0,081	3,000	0,120	0,066 – 0,094
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	–	–	–	–	–	–	–
17.1	Hliníkové sřváren. slitiny <10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–
17.2	Hliníkové sřváren. slitiny >10% Si	< 600	–	–	–	–	–	–	–
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	–	–	–	–	–	–	–
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	–	–	–	–	–	–	–
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	–	–	–	–	–	–	–
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	–	–	–	–	–	–	–
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	–	–	–	–	–	–	–
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	90 – 140	2,000	0,070	0,056 – 0,081	3,000	0,120	0,066 – 0,094
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Termoplasty a duroplasty	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–	–

453



Tabulka 8.23 TK stopkové frézy GARANT (povlak.) - HSC kopír. obrábění - dokončování

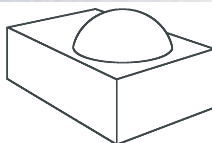
Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	Průměr [d/mm]								
			v _c [m/min]	0,25			0,50				
				min.	max.	a _p max [mm]	a _e max [mm]	f _z [mm/Z]	a _p max [mm]		a _e max [mm]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	550	– 600	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850		–		–	–	–	–	–	
2.0	Automatové oceli	< 850	550	– 600	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	360	– 420	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	<700	360	– 420	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	360	– 430	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	300	– 350	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	300	– 350	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	250	– 310	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	360	– 420	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	300	– 350	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	250	– 310	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
7.0	Nitridační oceli	< 1000	300	– 350	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
7.1	Nitridační oceli	> 1000	250	– 310	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
8.0	Nástrojové oceli	< 850	360	– 420	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	250	– 310	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	160	– 240	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	160	– 240	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	120	– 180	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
10.1	Kalené oceli	55-60 HRC	110	– 170	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
10.2	Kalené oceli	60-67 HRC	90	– 160	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotřeb.	1350	160	– 240	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotřeb.	1800	120	– 180	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
12.0	Pružinové oceli	< 1500	120	– 180	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	300	– 350	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	180	– 220	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	180	– 220	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
13.3	Nerez oceli martenitické	< 1100	160	– 240	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
14.0	Speciální slitiny	< 1200	120	– 180	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
15.0	Liťiny	< 180 HB	550	– 600	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
15.1	Liťiny	> 180 HB	550	– 600	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
15.2	Liťina (GGG, GT)	> 180 HB	360	– 420	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
15.3	Liťina (GGG, GT)	> 260 HB	360	– 420	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850		–		–	–		–	–	
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200		–		–	–		–	–	
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	800	– 1000	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
17.1	Hliníkové sřevären. slitiny <10% Si	<600	700	– 900	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
17.2	Hliníkové sřevären. slitiny >10% Si	< 600	500	– 650	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
18.0	Hořák, hořákové slitiny	< 280	800	– 1000	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	700	– 900	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	700	– 900	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	700	– 900	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	500	– 650	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	500	– 650	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,006	
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	300	– 350		–	–		–	–	
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	110	– 170		–	–		–	–	
20.0	Grafit		300	– 450	0,007	0,005	0,005 – 0,007	0,020	0,010	0,008 – 0,010	
21.0	Duraplasty		600	– 700	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,010	
	Termoplasty		1200	– 1300	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,010	
21.1	GFK a CFK		400	– 450	0,005	0,005	0,004 – 0,005	0,010	0,010	0,005 – 0,010	

455



Tabulka 8.23 TK stopkové frézy GARANT (povlak.) - HSC kopír. obrábění - dokončování

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	v _c [m/min] min. max.		Průměr [d/mm]										
					8			10							
					a _p max [mm]	a _e max [mm]	f _z [mm/Z]	a _p max [mm]	a _e max [mm]	f _z [mm/Z]					
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	550	–	600	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850													
2.0	Automatové oceli	< 850	550	–	600	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	360	–	420	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
3.0	Neleg. ocel k zeslchtění	<700	360	–	420	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
3.1	Neleg. ocel k zeslchtění	700 – 850	360	–	420	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
3.2	Neleg. ocel k zeslchtění	850 – 1000	300	–	350	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
4.0	Legovaná ocel k zeslchtění	850 – 1000	300	–	350	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
4.1	Legovaná ocel k zeslchtění	1000 – 1200	250	–	310	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	360	–	420	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	300	–	350	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	250	–	310	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
7.0	Nitridační oceli	< 1000	300	–	350	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
7.1	Nitridační oceli	> 1000	250	–	310	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
8.0	Nástrojové oceli	< 850	360	–	420	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	250	–	310	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	160	–	240	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	160	–	240	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	120	–	180	0,240	0,240	0,048	–	0,062	0,300	0,300	0,056	–	0,074
10.1	Kalené oceli	55-60 HRC	110	–	170	0,240	0,240	0,048	–	0,062	0,300	0,300	0,056	–	0,074
10.2	Kalené oceli	60-67 HRC	90	–	160	0,240	0,240	0,048	–	0,062	0,300	0,300	0,056	–	0,074
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotřeb.	1350	160	–	240	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotřeb.	1800	120	–	180	0,240	0,240	0,052	–	0,062	0,300	0,300	0,056	–	0,074
12.0	Pružinové oceli	< 1500	120	–	180	0,240	0,240	0,048	–	0,069	0,300	0,300	0,056	–	0,074
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	300	–	350	0,240	0,240	0,048	–	0,062	0,300	0,300	0,062	–	0,081
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	180	–	220	0,240	0,240	0,048	–	0,069	0,300	0,300	0,056	–	0,074
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	180	–	220	0,240	0,240	0,048	–	0,062	0,300	0,300	0,056	–	0,074
13.3	Nerez oceli martenitické	< 1100	160	–	240	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
14.0	Speciální slitiny	< 1200	120	–	180	0,240	0,240	0,048	–	0,062	0,300	0,300	0,056	–	0,074
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	550	–	600	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	550	–	600	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	360	–	420	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	360	–	420	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850													
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200													
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	800	–	1000	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
17.1	Hliníkové sřváren. slitiny <10% Si	<600	700	–	900	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
17.2	Hliníkové sřváren. slitiny >10% Si	< 600	500	–	650	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
18.0	Hořák, hořákové slitiny	< 280	800	–	1000	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	700	–	900	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	700	–	900	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	700	–	900	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	500	–	650	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	500	–	650	0,240	0,240	0,052	–	0,069	0,300	0,300	0,062	–	0,081
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	300	–	350										
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	110	–	170										
20.0	Grafit		300	–	450	0,240	0,240	0,090	–	0,120	0,300	0,300	0,090	–	0,120
21.0	Duroplasty		600	–	700	0,240	0,240	0,075	–	0,090	0,300	0,300	0,100	–	0,130
	Termoplasty		1200	–	1300	0,240	0,240	0,075	–	0,090	0,300	0,300	0,100	–	0,130
21.1	GFK a CFK		400	–	450	0,240	0,240	0,075	–	0,090	0,300	0,300	0,100	–	0,130

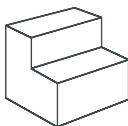
457


Tabulka 8.24 TK stopk. frézy GARANT - frézy na kalené materiály se spec. povlakem

Katalogové číslo 203210; 203280; 203370; 206320; 206340; 206420; 206440; 206460; 207340; 207360



Kontury - ořezávání

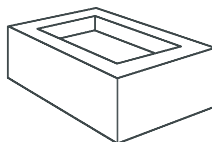


Materiál - označení	a_e [$a_e = x \cdot D$] x	a_p [$a_p = x \cdot D$] x	Řezná rychlost v_c [m/min]	Posuv na zub f_z [mm/Z]										
				při průměru [mm]										
				0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0
Ocel do 55 HRC	0,05	1,5	75 – 80	0,001	0,002	0,003	0,006	0,013	0,020	0,024	0,027	0,032	0,038	0,045
Ocel do 60 HRC	0,05	1,5	65 – 70	0,001	0,002	0,003	0,005	0,012	0,018	0,022	0,025	0,029	0,035	0,041
Ocel do 67 HRC	0,05	1,5	55 – 60	0,001	0,001	0,002	0,005	0,010	0,016	0,019	0,022	0,026	0,032	0,037

 Korekční faktor f_z pro frézy

 krátké: 1,1
 dlouhé: 1,0
 extra dlouhé: 0,9

Frézování drážek



Materiál - označení	a_e [$a_e = x \cdot D$] x	a_p [$a_p = x \cdot D$] x	Řezná rychlost v_c [m/min]	Posuv na zub f_z [mm/Z]										
				při průměru [mm]										
				0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0
Ocel do 55 HRC	1,0	1,5	65 – 70	0,001	0,001	0,003	0,005	0,008	0,009	0,011	0,014	0,017	0,022	0,028
Ocel do 60 HRC	1,0	1,5	50 – 60	0,001	0,001	0,003	0,005	0,007	0,008	0,010	0,013	0,015	0,020	0,025
Ocel do 67 HRC	1,0	1,5	40 – 50	0,001	0,001	0,002	0,004	0,006	0,007	0,009	0,012	0,013	0,018	0,023

 Korekční faktor f_z pro frézy

 krátké: 1,1
 dlouhé: 1,0
 extra dlouhé: 0,9

Tabulka 8.25 GARANT router - z TK

Katalogové číslo 205720; 205760; 205820; 205840; 205880; 205890



Obrábění hliníku a plastu (materiálové skupiny 17 a 21)

(obrábění na mokro a nasucho)

Průměr [mm]	a_e max [mm]	Počet otáček n [ot./min]		Rychlost posuvu v_f [mm/min]	
2	3	20.000	– 25.000	1.100	– 1.800
3–4	4	20.000	– 24.000	900	– 1.700
5–6	6	20.000	– 24.000	900	– 1.700
8	10	15.000	– 20.000	700	– 1.500
10	12	10.000	– 15.000	500	– 1.300

Information

**Vous souhaitez des conseils concrets
sur les nouveaux outils,
techniques et processus?**

Nos experts hautement
qualifiés se rendent
directement dans vos
établissements:





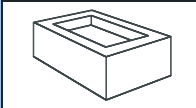
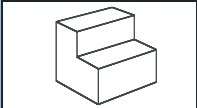
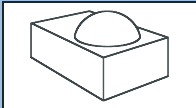
Tabulka 8.26 Mikrofrézy GARANT - diamant. povlak (TK)

Katalogové číslo 209040; 209060; 209165; 209185



Obrábění grafitu (materiálová skupina 20.0)

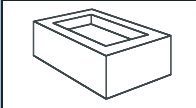
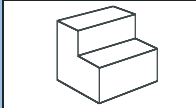
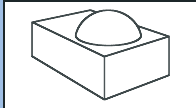
(chlazení vzduchem, resp. obrábění nasucho)

Nástroj - průměr	Frézování drážek				Frézování kontur				Kopírování			
												
	Dokončování (dlouhé)		Dokončování (extra dlouhé)		Dokončování (dlouhé)		Dokončování (extra dlouhé)		Dokončování (dlouhé)		Dokončování (extra dlouhé)	
	$a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,15xD$		$a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,12xD$		$a_e = 0,06xD$ $a_p = 0,15xD$		$a_e = 0,06xD$ $a_p = 0,12xD$		$a_e = 0,02xD$ $a_p = 0,15xD$		$a_e = 0,02xD$ $a_p = 0,12xD$	
D [mm]	Řezná rychlost	Posuv na zub	Řezná rychlost	Posuv na zub	Řezná rychlost	Posuv na zub	Řezná rychlost	Posuv na zub	Řezná rychlost	Posuv na zub	Řezná rychlost	Posuv na zub
	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]	v_c [m/min]	f_z [mm/Z]
0,6	100-300	0,007	80-240	0,006	100-300	0,007	80-240	0,006	100-300	0,007	80-240	0,006
0,8		0,010		0,008		0,010		0,008		0,010		0,008
1,0		0,012		0,010		0,012		0,010		0,012		0,010
1,2		0,014		0,011		0,014		0,011		0,014		0,011
1,5		0,018		0,014		0,018		0,014		0,018		0,014
2,0 a 2,3		0,024		0,019		0,02		0,019		0,024		0,019

Tabulka 8.27 Frézy GARANT - diamant. povlak (stopka z TK)
Katalogové číslo 209080; 209115; 209210; 209220

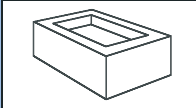
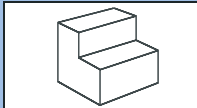
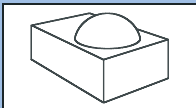
Obrábění mědi (materiálová skupina 19.0)

(emulze, resp. minimální mazání)

Nástroj - průměr	Frézování drážek			Frézování kontur			Kopírování		
									
	Řezná rychlost v_c [m/min]	Hrubování $a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,09xD$	Dokončování $a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,03xD$	Řezná rychlost v_c [m/min]	Hrubování $a_e = 0,15xD$ $a_p = 1,05xD$	Dokončování $a_e = 0,04xD$ $a_p = 0,75xD$	Řezná rychlost v_c [m/min]	Hrubování $a_e = 0,08xD$ $a_p = 0,15xD$	Dokončování $a_e = 0,03xD$ $a_p = 0,05xD$
	D [mm]	Posuv na zub f_z [mm/Z]		D [mm]	Posuv na zub f_z [mm/Z]		D [mm]	Posuv na zub f_z [mm/Z]	
2,0 ... 3,0	400	0,014	0,018	400	0,018	0,022	600	0,020	0,024
4,0 ... 6,0		0,027	0,036		0,036	0,045		0,040	0,049
8,0 ... 10,0		0,054	0,076		0,072	0,095		0,080	0,104
12,0 ... 16,0		0,081	0,125		0,108	0,130		0,120	0,141
20,0 ... 25,0		0,135	0,14		0,180	0,175		0,200	0,191

Obrábění grafitu (materiálová skupina 20.0)

(chlazení vzduchem, resp. obrábění nasucho)

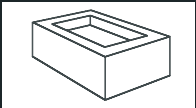
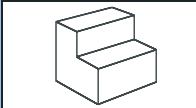
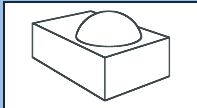
Nástroj - průměr	Frézování drážek			Frézování kontur			Kopírování		
									
	Řezná rychlost v_c [m/min]	Hrubování $a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,09xD$	Dokončování $a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,03xD$	Řezná rychlost v_c [m/min]	Hrubování $a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,09xD$	Dokončování $a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,03xD$	Řezná rychlost v_c [m/min]	Hrubování $a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,09xD$	Dokončování $a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,03xD$
	D [mm]	Posuv na zub f_z [mm/Z]		D [mm]	Posuv na zub f_z [mm/Z]		D [mm]	Posuv na zub f_z [mm/Z]	
2,0 ... 3,0	600	0,016	0,016	600	0,020	0,020	800	0,022	0,022
4,0 ... 6,0		0,032	0,032		0,041	0,041		0,044	0,044
8,0 ... 10,0		0,068	0,068		0,086	0,086		0,094	0,094
12,0 ... 16,0		0,103	0,103		0,117	0,117		0,127	0,127
20,0 ... 25,0		0,126	0,126		0,158	0,158		0,172	0,172


Tabulka 8.28 Frézy GARANT osazené PKD

Katalogové číslo 209015; 209020; 209120; 209140; 209240; 209260

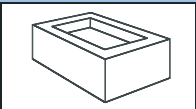
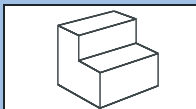
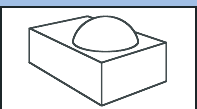

Obrábění mědi (materiálová skupina 19.0)

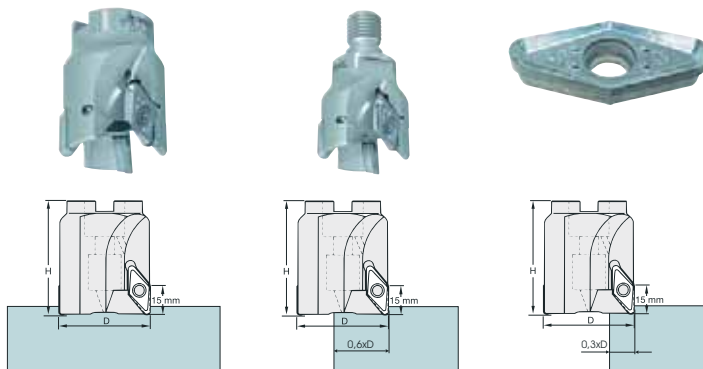
(emulze, resp. minimální mazání)

Nástroj - průměr	Frézování drážek			Frézování kontur			Kopírování		
									
	Rezná rychlost v_c [m/min]	Hrubování $a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,09xD$	Dokončování $a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,03xD$	Rezná rychlost v_c [m/min]	Hrubování $a_e = 0,15xD$ $a_p = 0,25xD$	Dokončování $a_e = 0,04xD$ $a_p = 0,75xD$	Rezná rychlost v_c [m/min]	Hrubování $a_e = 0,08xD$ $a_p = 0,15xD$	Dokončování $a_e = 0,03xD$ $a_p = 0,05xD$
	D [mm]	Posuv na zub f_z [mm/Z]		D [mm]	Posuv na zub f_z [mm/Z]		D [mm]	Posuv na zub f_z [mm/Z]	
2,0 ... 3,0	400-600	0,008	0,008	400-500	0,015	0,015	400-800	0,020	0,015
4,0 ... 6,0		0,025	0,025		0,030	0,030		0,030	0,025
8,0 ... 10,0		0,030	0,030		0,050	0,050		0,070	0,070
12,0 ... 16,0		0,065	0,065		0,080	0,080		0,100	0,090
18,0 ... 20,0		0,085	0,085		0,100	0,100		0,100	0,090

Obrábění grafitu (materiálová skupina 20.0)

(chlazení vzduchem, resp. obrábění nasucho)

Nástroj - průměr	Frézování drážek			Frézování kontur			Kopírování		
									
	Rezná rychlost v_c [m/min]	Hrubování $a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,15xD$	Dokončování $a_e = 1,00xD$ $a_p = 0,03xD$	Rezná rychlost v_c [m/min]	Hrubování $a_e = 0,18xD$ $a_p = 0,65xD$	Dokončování $a_e = 0,06xD$ $a_p = 0,45xD$	Rezná rychlost v_c [m/min]	Hrubování $a_e = 0,10xD$ $a_p = 0,25xD$	Dokončování $a_e = 0,02xD$ $a_p = 0,03xD$
	D [mm]	Posuv na zub f_z [mm/Z]		D [mm]	Posuv na zub f_z [mm/Z]		D [mm]	Posuv na zub f_z [mm/Z]	
2,0 ... 3,0	600-700	0,01	0,01	600-700	0,020	0,020	800-1000	0,025	0,020
4,0 ... 6,0		0,03	0,03		0,040	0,040		0,035	0,030
8,0 ... 10,0		0,04	0,04		0,060	0,060		0,080	0,060
12,0 ... 16,0		0,08	0,08		0,090	0,090		0,110	0,080
18,0 ... 20,0		0,1	0,1		0,110	0,110		0,110	0,080

Tabulka 8.29 GARANT zanořovací frézy na neželezné kovy a plasty (IK)
Katalogové číslo 215000

1. Obrábění nahrubo (hrubování)

Hloubka řezu $a_p \text{ max [mm]}$	Řezná rychlost $v_c \text{ [m/min]}$	Posuv na zub $f_z \text{ [mm/Z]}$					
		$a_e = 1,0xD$		$a_e = 0,6xD$		$a_e = 0,3xD$	
		min.	počátek max.	min.	počátek max.	min.	počátek max.
15,0	< 1000	–		0,15	– 0,20	– 0,25	0,25 – 0,30 – 0,35

2. Střední obrábění

Hloubka řezu $a_p \text{ max [mm]}$	Řezná rychlost $v_c \text{ [m/min]}$	Posuv na zub $f_z \text{ [mm/Z]}$					
		$a_e = 1,0xD$		$a_e = 0,6xD$		$a_e = 0,3xD$	
		min.	počátek max.	min.	počátek max.	min.	počátek max.
4,0	< 1000	0,10	– 0,15	– 0,20	0,20	– 0,25	– 0,30 0,30 – 0,35 – 0,40

3. Jemné obrábění

Hloubka řezu $a_p \text{ max [mm]}$	Řezná rychlost $v_c \text{ [m/min]}$	Posuv na zub $f_z \text{ [mm/Z]}$					
		$a_e = 1,0xD$		$a_e = 0,6xD$		$a_e = 0,3xD$	
		min.	počátek max.	min.	počátek max.	min.	počátek max.
1,5	< 1000	0,15	– 0,25	– 0,30	0,20	– 0,35	– 0,50 0,30 – 0,45 – 0,60

Upozornění:

Počáteční hodnoty jsou vytištěny tučně.

Uvedené řezné parametry jsou velmi silně závislé na vnějších podmínkách, jako je stabilita upnutí nástroje a obrobku, materiál a stroj. Představují orientační hodnoty při optimálních podmínkách.



Tabulka 8.30 GARANT - zanořovací šikmé frézy (ramping)

Katalogové číslo 213300; 214400; 214680; 214700; 214710; 214730; 215000; 215800



Katalogové číslo	Průměr	10	12	14	16	18	20	25	32	40	50	63	80	100	125
213300	Úhel α								7,7°	5,6°	4,2°	3,2°	2,5°	1,8°	1,5°
	L pro α , max.								25,0	35,0	47,0	61,0	80,0	110,0	130,0
	h, max.								3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
214400	Úhel α				28,5°		19,5°	13,5°	9,5°	7°	5,5°	4,2°	3,2°	2,5°	
	L pro α , max.				7,0		11,0	16,5	23,5	32,5	41,5	54,4	71,5	91,5	
	h, max.				4		4	4	4	4	4	4	4	4	
215800	Úhel α	5°	5°	4,5°	4,5°	3°	2,3°	1,7°	1,2°	0,9°	0,7°	0,5°	0,4°		
	L pro α , max.	91,4	91,4	101,6	101,6	152,6	199,2	269,5	381,9	509,3	654,8	916,	1146,0		
	h, max.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		

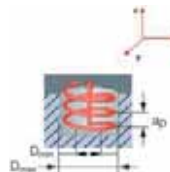
Katalog. číslo	Průměr	15	20	24	25	32	35	42	48	52	66	80	100	125
214680	Úhel α	7°	5°				3°30'							
	L pro α , max.	28,5	40,0				57,2							
	h, max.	3,5	3,5				3,5							
214700	Úhel α		7°		9°		6°			3,5°				
	L pro α , max.		40,7		31,5		47,6			81,7				
	h, max.		5		5		5			5				
214710	Úhel α			9°30'				8,5°	4°	2,7°	2°	1,5°	1°	
	L pro α , max.			35,8				40,0	85,8	137,4	171,8	229,1	343,7	
	h, max.			6				6	6	6	6	6	6	
214730	Úhel α									8,5°	6°	4,5°	3°	2°
	L pro α , max.									53,5	76,1	101,6	152,6	229,0
	h, max.									8	8	8	8	8
215000	Úhel α					6°		5°			3°	2,5°		
	L pro α , max.					93,0		120,0				225,0		
	h, max.					11		11			11	11		

Upozornění:

Maximální hloubka zanoření závisí na průměru.

Tabulka 8.31 GARANT - zavrtávací kruh. frézování (cirkulární zanořování)

Možné průměry otvorů jsou závislé na průměru nástroje D , průměru vyměnitelných břitových destiček a hloubce řezu a_p


POZOR:

Nezapoměňte změnit D_{\min} a D_{\max} , jestliže se změní hloubka řezu a_p !

Katalog. číslo	Průměr	10	12	14	16	18	20	25	32	40	50	63	80	100	125
213300	od (D, \min)								60	76	95	121	156	196	245
	při a_p								5	5	5	5	5	5	5
	do (D, \max)								79	95	115	140	175	215	265
	při a_p								5	5	5	5	5	5	5
214400	od (D, \min)				36,5		44,5	54,5	68,5	84,5	104,5	130,5	164,5	204,5	
	při a_p				1,5		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
	do (D, \max)				39		47	57	71	87	107	133	167	207	
	při a_p				1,5		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
215800	od (D, \min)	Nepouívejte tyto průměry při dlabacím kruhovém frézování			20	24	28	37	51	67	87	113	147		
	při a_p				0,9	1,4	1,8	2,1	2,1	1,8	2,0	1,9	1,9		
	do (D, \max)				31	35	38	48	62	78	99	124	158		
	při a_p				3,5	4	4,3	3,9	3,4	2,5	2,7	2,3	2,1		

Katalog. číslo	Průměr	15	20	24	25	32	35	42	48	52	66	80	100	125
214680	od (D, \min)	19,0	29,0				58,5							
	při a_p	0,6	0,8				0,8							
	do (D, \max)	22	37				67,5							
	při a_p	0,6	0,8				0,8							
214700	od (D, \min)		24,5		33,5		53,5			87,5				
	při a_p		0,8		1,2		1,2			1,2				
	do (D, \max)		35,4		46,5		66,5			100,5				
	při a_p		0,8		1,2		1,2			1,2				
214710	od (D, \min)			29,3					76	84	112	140	180	230
	při a_p			1					1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	do (D, \max)			42,6					91,9	99,9	127,9	155,9	195,9	245,9
	při a_p			1					1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
214730	od (D, \min)									77,4	105,4	133,4	173	223,4
	při a_p									2	2	2	2	2
	do (D, \max)									98,3	126,6	154,6	194,6	244,6
	při a_p									2	2	2	2	2
215000	od (D, \min)					50		70		90	118	156		
	při a_p					4		4		4	4	4		
	do (D, \max)					62		82		100	128	156		
	při a_p					4		4		4	4	4		

Upozornění:

Řezné parametry pro v_c a f_z jsou uvedeny v tabulkách k rohovému frézování.



Tabulka 8.32 SECO Minimaster (TK řezné hlavy) - zanořování, frézování drážek, frézování vybrání - hrubování, předběž. dokončování, dokončování

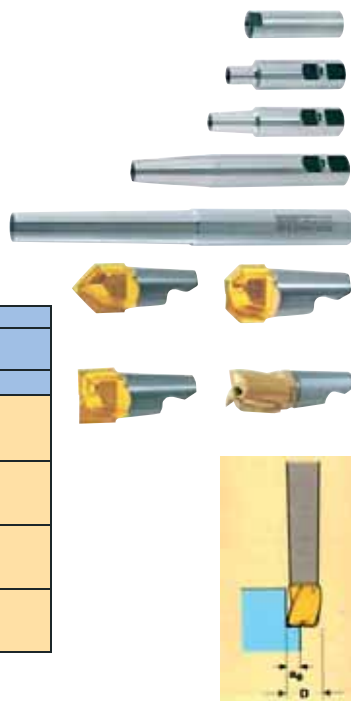
Katalogové číslo 210100; 210140; 210220; 210240; 210260

Materiálová skupina	Materiálů - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	Frézování drážek					
			Průměr řezné hlavy [mm]					
			Ø 8		Ø 10		Ø 12/14	
			f_z [mm/Z]	a_p max [mm] (plný záběr) **	f_z [mm/Z]	a_p max [mm] (plný záběr) **	f_z [mm/Z]	a_p max [mm] (plný záběr) **
			min.	max.	min.	max.	min.	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	0,02 – 0,05	3,0	0,03 – 0,06	3,5	0,04 – 0,09	4,5
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	0,02 – 0,05	3,0	0,03 – 0,06	3,5	0,04 – 0,09	4,5
2.0	Automatové oceli	< 850	0,02 – 0,05	3,0	0,03 – 0,06	3,5	0,04 – 0,09	4,5
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	0,02 – 0,05	3,0	0,03 – 0,06	3,5	0,04 – 0,09	4,5
3.0	Neleg. oceli k zúšlechťení	< 700	0,02 – 0,05	2,5	0,03 – 0,06	3,5	0,04 – 0,09	4,5
3.1	Neleg. oceli k zúšlechťení	700 – 850	0,02 – 0,05	2,5	0,03 – 0,05	3,0	0,04 – 0,07	3,5
3.2	Neleg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	0,02 – 0,05	2,5	0,03 – 0,05	3,0	0,04 – 0,07	3,5
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	0,02 – 0,05	2,5	0,03 – 0,05	3,0	0,04 – 0,07	3,5
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	0,02 – 0,05	2,5	0,03 – 0,05	3,0	0,04 – 0,07	3,5
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	0,02 – 0,05	3,0	0,03 – 0,06	3,5	0,04 – 0,09	4,5
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	0,02 – 0,05	2,5	0,03 – 0,05	3,0	0,04 – 0,07	3,5
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	0,02 – 0,05	2,5	0,03 – 0,05	3,0	0,04 – 0,07	3,5
7.0	Nitridační oceli	< 1000	0,02 – 0,04	1,5	0,03 – 0,04	2,0	0,03 – 0,06	2,5
7.1	Nitridační oceli	> 1000	0,02 – 0,04	1,5	0,03 – 0,04	2,0	0,03 – 0,06	2,5
8.0	Nástrojové oceli	< 850	0,02 – 0,05	2,5	0,03 – 0,05	3,0	0,04 – 0,07	3,5
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	0,02 – 0,05	2,5	0,03 – 0,05	3,0	0,04 – 0,07	3,5
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	0,02 – 0,04	1,5	0,03 – 0,05	2,0	0,03 – 0,06	2,5
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	0,02 – 0,04	1,5	0,03 – 0,05	2,0	0,03 – 0,06	2,5
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	0,02 – 0,04	1,5	0,03 – 0,05	2,0	0,03 – 0,06	2,5
10.1	Kalené oceli	55-60 HRC	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60-67 HRC	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotřebení	1350	0,02 – 0,04	1,5	0,03 – 0,05	2,0	0,03 – 0,06	2,5
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotřebení	1800	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	0,02 – 0,04	1,5	0,03 – 0,05	2,0	0,03 – 0,06	2,5
13.0	Nerez oceli sítěné	< 700	0,02 – 0,05	2,5	0,03 – 0,05	3,0	0,04 – 0,07	3,5
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	0,02 – 0,04	2,0	0,03 – 0,05	2,5	0,04 – 0,06	3,0
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	0,02 – 0,04	1,5	0,03 – 0,05	2,0	0,03 – 0,06	2,5
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	0,02 – 0,04	1,5	0,03 – 0,05	2,0	0,03 – 0,06	2,5
14.0	Speciální slitiny	< 1200	0,02 – 0,04	1,5	0,03 – 0,05	2,0	0,03 – 0,06	2,5
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	0,02 – 0,05	3,0	0,03 – 0,06	3,5	0,04 – 0,09	4,5
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	0,02 – 0,05	3,0	0,03 – 0,06	3,5	0,04 – 0,09	4,5
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	0,02 – 0,04	3,0	0,03 – 0,05	3,5	0,04 – 0,07	4,5
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	0,02 – 0,04	3,0	0,03 – 0,05	3,5	0,04 – 0,07	4,5
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	0,02 – 0,04	2,0	0,03 – 0,05	2,5	0,03 – 0,06	3,0
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	0,02 – 0,04	2,0	0,03 – 0,05	2,5	0,03 – 0,06	3,0
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	0,03 – 0,07	3,5	0,04 – 0,08	4,0	0,05 – 0,10	5,0
17.1	Hliníkové slévár. slitiny <10% Si	< 600	0,03 – 0,07	3,5	0,04 – 0,08	4,0	0,05 – 0,10	5,0
17.2	Hliníkové slévár. slitiny >10% Si	< 600	0,03 – 0,07	3,5	0,04 – 0,08	4,0	0,05 – 0,10	5,0
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	0,03 – 0,07	3,5	0,04 – 0,08	4,0	0,05 – 0,10	5,0
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	0,03 – 0,07	3,5	0,04 – 0,08	4,0	0,05 – 0,10	5,0
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	0,03 – 0,07	3,5	0,04 – 0,08	4,0	0,05 – 0,10	5,0
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	0,03 – 0,07	3,5	0,04 – 0,08	4,0	0,05 – 0,10	5,0
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	0,03 – 0,07	3,5	0,04 – 0,08	4,0	0,05 – 0,10	5,0
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	0,03 – 0,07	3,5	0,04 – 0,08	4,0	0,05 – 0,10	5,0
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	0,03 – 0,07	3,5	0,04 – 0,08	4,0	0,05 – 0,10	5,0
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	0,03 – 0,07	3,5	0,04 – 0,08	4,0	0,05 – 0,10	5,0
20.0	Grafit	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Duroplasty a termoplasty	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK	–	–	–	–	–	–	–

** Poznámka: Max. hloubka řezu se dá zvětšit o 0,5 mm, je-li použito jen 50% průměru řezné hlavy.

vrtání / zanořování		
Průměr řezné hlavy [mm]	a _p max [mm]	
	z=2	z=3
Ø 8	4,0	6,0*
Ø 10	5,0	8,0*
Ø 12/14	6,0	10,0*
Ø 16	8,0	13,0*

* při použití chladicí kapaliny



Rohové frézování							
Průměr řezné hlavy [mm]			Posuv f_z [mm/Z]**			Faktor vc	
Ø 8	a_e/D						
	Rohové frézování	Plný záběr	100%	0,02	0,05	0,07	1,0
		25%	0,03	0,07	0,09	1,3	
		10%	0,04	0,1	0,14	1,5	
		5%	0,06	0,14	0,2	1,6	
Ø 10	a_e/D						
	Rohové frézování	Plný záběr	100%	0,03	0,05	0,08	1,0
		25%	0,04	0,07	0,11	1,3	
		10%	0,06	0,10	0,16	1,5	
		5%	0,09	0,14	0,23	1,6	
Ø 12/14	a_e/D						
	Rohové frézování	Plný záběr	100%	0,03	0,07	0,10	1,0
		25%	0,04	0,09	0,13	1,3	
		10%	0,06	0,14	0,20	1,5	
		5%	0,09	0,20	0,29	1,6	
Ø 16	a_e/D						
	Rohové frézování	Plný záběr	100%	0,04	0,08	0,12	1,0
		25%	0,05	0,11	0,16	1,3	
		10%	0,08	0,16	0,25	1,5	
		5%	0,11	0,23	0,34	1,6	

*** Při $a_s/D < 100\%$ (plná šířka záberu) je nutné zvýšit f , a v , podle této tabulky, aby průměrná tloušťka třísky h_m zůstala konstantní.



Tabulka 8.32 pokr. SECO Minimaster (TK řezné hlavy) - zanořování, frézování drážek, frézování vybrání - hrubování, předběž. dokončování, dokončování

Katalogové číslo 210100; 210140; 210220; 210240; 210260

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	Typy							
			F30M							
			Posuv f_z [mm/Z]							
			0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12
			Rezná rychlost v_c [m/min]							
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	275	260	245	235	220	210	200	190
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	200	190	180	175	160	155	150	140
2.0	Automatové oceli	< 850	245	230	220	210	195	190	180	170
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	200	190	180	175	160	155	150	140
3.0	Neleg. oceli k zúšlechťení	<700	200	190	180	175	160	155	150	140
3.1	Neleg. oceli k zúšlechťení	700 – 850	185	175	170	160	150	145	135	130
3.2	Neleg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	185	175	170	160	150	145	135	130
4.0	Legované ocel k zúšlechťení	850 – 1000	160	150	140	135	125	125	110	110
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	160	150	140	135	125	125	110	110
5.0	Neleg. cementační oceli	<750	200	190	180	175	160	155	150	140
6.0	Legované cementační ocel	< 1000	185	175	170	160	150	145	135	130
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	185	175	170	160	150	145	135	130
7.0	Nitridační oceli	< 1000	120	115	110	105	100	–	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	120	115	110	105	100	–	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	185	175	170	160	150	145	135	130
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	185	175	140	135	125	125	110	110
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	120	115	110	105	100	–	–	–
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	45	40	40	35	35	–	–	–
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	45	40	40	35	35	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55-60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60-67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotřebení	1350	45	40	40	35	35	–	–	–
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotřebení	1800	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	120	115	110	105	100	–	–	–
13.0	Nerez oceli sřené	< 700	225	210	200	190	180	175	165	155
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	195	185	175	165	155	150	–	–
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	165	155	150	140	135	130	–	–
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	130	120	115	110	105	100	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	55	55	50	50	45	45	–	–
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	180	170	160	155	145	140	130	125
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	180	170	160	155	145	140	130	125
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	165	155	150	140	135	130	120	115
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	150	145	135	130	120	115	–	–
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	55	55	50	50	45	45	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	55	–	50	50	45	45	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	935	880	840	805	750	725	685	655
17.1	Hliníkové sřevárenské slitiny <10% Si	<600	935	880	840	805	750	725	685	655
17.2	Hliníkové sřevárenské slitiny >10% Si	< 600	755	715	680	650	605	585	555	530
18.0	Hořák, hořákové slitiny	< 280	935	880	840	805	750	725	685	655
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	935	880	840	805	750	725	685	655
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	935	880	840	805	750	725	685	655
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	755	715	680	650	605	585	555	530
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	935	880	840	805	750	725	685	655
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	935	880	840	805	750	725	685	655
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	755	715	680	650	605	585	555	530
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	755	715	680	650	605	585	555	530
20.0	Grafit		–	–	–	–	–	–	–	–
21.0	Duroplasty a termoplasty		–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–	–	–	–	–

	Typy																
	F40M								T60M								
	Posuv f_z [mm/Z]																
	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	
	Rezná rychlost v_c [m/min]																
	260	245	235	225	210	200	190	180	205	195	185	175	165	160	150	145	
	190	180	170	165	155	150	140	135	150	145	135	130	120	120	110	105	
	230	220	210	200	185	180	170	165	185	175	165	160	145	145	135	130	
	190	180	170	165	155	150	140	135	150	145	135	130	120	120	110	105	
	190	180	170	165	155	150	140	135	150	145	135	130	120	120	110	105	
	80	170	160	155	145	140	130	125	140	135	125	120	115	110	105	100	
	80	170	160	155	145	140	130	125	140	135	125	120	115	110	105	100	
	150	140	135	130	120	115	105	105	120	110	105	105	95	90	85	85	
	150	140	135	130	120	115	105	105	120	110	105	105	95	90	85	85	
	190	180	170	165	155	150	140	135	150	145	135	130	120	120	110	105	
	80	170	160	155	145	140	130	125	140	135	125	120	115	110	105	100	
	80	170	160	155	145	140	130	125	140	135	125	120	115	110	105	100	
	115	110	105	100	95	90	—	—	90	85	85	80	75	70	—	—	
	115	110	105	100	95	90	—	—	90	85	85	80	75	70	—	—	
	80	170	160	155	145	140	130	125	140	135	125	120	115	110	105	100	
	80	140	135	130	120	115	105	105	120	110	105	105	95	90	85	85	
	115	110	105	100	95	90	—	—	90	85	85	80	75	70	—	—	
	40	40	35	35	35	—	—	—	30	30	30	30	25	25	—	—	
	40	40	35	35	35	—	—	—	30	30	30	30	25	25	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	40	40	35	35	35	—	—	—	30	30	30	30	25	25	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	115	110	105	100	95	90	—	—	90	85	85	80	75	70	—	—	
	210	200	190	185	170	165	155	150	165	160	150	145	135	130	125	115	
	185	175	165	160	150	145	—	—	145	140	130	125	115	115	—	—	
	155	150	140	135	125	120	—	—	125	115	110	105	100	95	—	—	
	125	115	110	105	100	95	—	—	95	90	90	85	80	75	—	—	
	55	50	50	45	45	45	—	—	45	40	40	35	35	35	—	—	
	170	160	155	150	135	135	125	120	135	130	120	115	110	105	100	95	
	170	160	155	150	135	135	125	120	135	130	120	115	110	105	100	95	
	155	150	140	135	125	120	115	110	125	115	110	105	100	95	90	85	
	145	135	130	125	115	—	—	—	115	105	100	100	90	90	—	—	
	55	50	50	45	45	45	—	—	45	40	40	35	35	35	—	—	
	55	50	50	45	45	45	—	—	45	40	40	35	35	35	—	—	
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490	
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490	
	720	680	645	620	575	560	530	505	565	535	510	490	455	440	415	395	
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490	
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490	
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490	
	720	680	645	620	575	560	530	505	565	535	510	490	455	440	415	395	
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490	
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490	
	720	680	645	620	575	560	530	505	565	535	510	490	455	440	415	395	
	720	680	645	620	575	560	530	505	565	535	510	490	455	440	415	395	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	





Tabulka 8.33 SECO Minimaster (TK řezné hlavy) - kopírovací frézování - úhel 0° hrubování, předběžné dokončování, dokončování

Katalogové číslo 210100; 210140; 210220; 210240; 210260

Průměr řezné hlavy	Hloubka řezu a_p [mm]	Účinný průměr D_w [mm]	Radiální přísuv a_e [mm]					
			0,15	0,3	0,5	1,0	1,5	2,5
			Výška profilu H [mm]					
			0,001	0,003	0,008	0,031	0,071	0,200
Posuv na zub f_z [mm/Z]								
Ø 8	2,5	7,4	—	—	0,21	0,15	0,12	0,10
	1,0	5,3	—	—	0,28	0,20	0,17	0,14
	0,5	3,1	—	0,22	0,17	0,12	0,10	—
	0,3	3,0	0,08	0,25	0,2	0,14	0,1602	—
	0,1	1,8	0,08	0,08	0,12	—	—	—
	Faktor řezné rychlosti		1,70	1,55	1,45	1,30	1,30	1,20

Příklad:

Číslo jsou zvýrazněna červeně a tučně

Materiál:

Materiálová skupina 8.2
Nástrojová ocel

Obrábění:

Obrábění načisto
 $a_e = 0,5$ mm
 $a_p = 0,4$ mm

Cíl:

Výška profilu H = 0,005 mm

Nástroj:

Kopírovací fréza,
průměr řezné hlavy
12 mm,
2 břity,
typ F30M

z tabulky vlevo:

$s_{a_e} = 0,5$ mm a
 $a_p = 0,4$ mm plyne
 $f_z = 0,4$ mm/Z a
faktor $v_c = 1,5$
z čehož vyplývá pro
 $z = 2$

z tabulky vpravo:

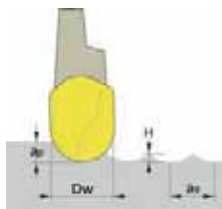
s obráběním načisto,
2 břity
typ F30M
Materiálová skupina 8.2:
 $v_c = 145$ m/min
s faktorem v_c z tabulky
vlevo plyne:
 $v_c = 145 \times 1,5 =$
217,7 m/min

Průměr řezné hlavy	Hloubka řezu a_p [mm]	Účinný průměr D_w [mm]	Radiální přísuv a_e [mm]					
			0,2	0,4	0,6	1,3	2,0	3,0
			Výška profilu H [mm]					
			0,001	0,004	0,009	0,042	0,101	0,230
			Posuv na zub f_z [mm/Z]					
Ø 10	3,0	9,2	—	—	0,29	0,20	0,16	0,14
	1,5	7,1	—	—	0,36	0,25	0,21	0,17
	0,6	4,7	—	0,29	0,23	0,16	0,14	—
	0,4	3,9	0,10	0,33	0,27	0,19	0,16	—
	0,2	2,8	0,10	0,19	0,16	—	—	—
	Faktor řezné rychlosti		1,65	1,55	1,45	1,30	1,20	1,20

Průměr řezné hlavy	Hloubka řezu a_p [mm]	Účinný průměr D_w [mm]	Radiální přísuv a_e [mm]					
			0,25	0,5	0,7	1,5	2,5	4,0
			Výška profilu H [mm]					
			0,001	0,005	0,010	0,047	0,132	0,343
			Posuv na zub f_z [mm/Z]					
Ø 12	3,5	10,9	—	—	0,37	0,26	0,20	0,16
	2,0	8,9	—	—	0,44	0,31	0,24	0,20
	0,7	5,6	—	0,35	0,30	0,21	0,17	0,15
	0,4	4,3	0,13	0,40	0,35	0,25	0,20	—
	0,2	3,1	0,13	0,24	0,20	—	—	—
	Faktor řezné rychlosti		1,65	1,50	1,45	1,30	1,20	1,15

Průměrné hlavy	Hloubka řezu a_p [mm]	Účinný průměr D_w [mm]	Radiální přísuv a_e [mm]					
			0,25	0,5	0,7	1,5	2,5	4,0
			Výška profilu H [mm]					
			0,001	0,004	0,009	0,040	0,013	0,292
			Posuv na zub f_z [mm/Z]					
Ø 14	3,5	12,1	—	—	0,42	0,29	0,23	0,19
	2,0	9,8	—	—	0,50	0,35	0,27	0,22
	0,7	6,1	—	0,40	0,34	0,24	0,19	—
	0,4	4,7	0,13	0,46	0,39	0,28	0,23	—
	0,2	3,3	0,13	0,27	0,23	—	—	—
	Faktor řezné rychlosti		1,70	1,55	1,50	1,35	1,25	1,20

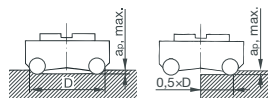
Průměrné hlavy	Hloubka řezu a_p [mm]	Účinný průměr D_w [mm]	Radiální přísuv a_e [mm]					
			0,25	0,5	0,7	1,5	2,5	4,0
			Výška profilu H [mm]					
			0,001	0,004	0,009	0,040	0,113	0,292
Posuv na zub f_z [mm/Z]								
Ø 16	5,0	14,8	—	—	0,50	0,35	0,29	0,23
	2,0	10,6	—	—	0,50	0,47	0,39	0,32
	1,0	7,7	—	0,50	0,40	0,29	0,24	—
	0,6	6,1	0,15	0,50	0,46	0,34	0,29	—
	0,2	3,6	0,15	0,30	0,32	—	—	—
	Faktor řezné rychlosti		1,70	1,55	1,45	1,30	1,25	1,15



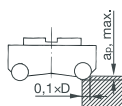
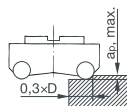
Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [Nm/mm ²]	Řezná rychlost v _c [m/min]			
			2 břity		3 břity	
			Typy			
			F30M		F40M	F30M
			Hrubování	Předběž. dokonč./ dokončování	Hrubování	Předběž. dokonč./ dokončování
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	170	220	180	240
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	170	220	180	240
2.0	Automatové oceli	< 850	170	220	180	240
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	170	220	180	240
3.0	Neleg. oceli k zúslachtění	<700	170	220	180	240
3.1	Neleg. oceli k zúslachtění	700 – 850	145	185	150	200
3.2	Neleg. oceli k zúslachtění	850 – 1000	145	185	150	200
4.0	Legovaná ocel k zúslachtění	850 – 1000	145	185	150	200
4.1	Legovaná ocel k zúslachtění	1000 – 1200	145	185	150	200
5.0	Neleg. cementační oceli	<750	170	220	180	240
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	145	185	150	200
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	110	145	120	160
7.0	Nitridační oceli	< 1000	150	190	160	210
7.1	Nitridační oceli	> 1000	150	190	160	210
8.0	Nástrojové oceli	< 850	145	185	150	200
8.1	Nástrojové oceli	850– 1100	145	185	150	200
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	110	145	120	160
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	110	145	120	160
10.0	Kalené oceli	48-55 HRC	45	50	45	50
10.1	Kalené oceli	55-60 HRC	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60-67 HRC	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotřebení	1350	110	145	120	160
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotřebení	1800	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	150	190	–	210
13.0	Nerez oceli sirené	< 700	200	250	210	260
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	200	250	210	260
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	150	190	–	210
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	150	190	–	210
14.0	Speciální slitiny	< 1200	45	50	45	50
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	150	190	160	210
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	110	145	120	155
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	150	145	160	210
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	110	190	115	155
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	40	45	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	40	45	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	850	1.000	860	1.200
17.1	Hliníkové slévarenské slitiny <10% Si	<600	850	1.000	860	1.200
17.2	Hliníkové slévarenské slitiny >10% Si	< 600	700	850	710	950
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	850	1.000	–	1.200
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	850	1.000	860	1.200
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	850	1.000	860	1.200
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	700	850	710	950
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	850	1.000	860	1.200
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	850	1.000	860	1.200
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	700	850	710	950
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	700	850	710	950
20.0	Grafit		–	–	–	–
21.0	Duroplasty a termoplasty		–	–	–	–
21.1	GFK a CFK		–	–	–	–


Tabulka 8.34 Rovinné a kopírovací frézy GARANT
(frézy s vyměnitelnými břitovými destičkami)

Katalogové číslo 214680 $a_p \text{ max} = 1,5 \text{ mm}$ 214710 $a_p \text{ max} = 4,0 \text{ mm}$
 214700 $a_p \text{ max} = 2,5 \text{ mm}$ 214730 $a_p \text{ max} = 5,0 \text{ mm}$



Materiálová skupina	Material - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezné materiály	$a_p/D = 0,5 \dots 1$								
				WPL Ø 7			WPL Ø 10/12			WPL Ø 16		
				v_c [m/min]	f_z [mm/z]	a_p [mm]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	a_p [mm]	v_c [m/min]	f_z [mm/z]	a_p [mm]
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	HB 7735 / HB 7720	250	0,12	1,5	220	0,18	2,5	180	0,32	4,0
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	HB 7735 / HB 7720	225	0,12	1,5	200	0,18	2,5	165	0,32	4,0
2.0	Automatové oceli	< 850	HB 7735 / HB 7720	290	0,12	1,5	260	0,18	2,5	220	0,32	4,0
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HB 7735 / HB 7720	225	0,12	1,5	200	0,18	2,5	165	0,32	4,0
3.0	Neleg. ocel k zušlechťení	< 700	HB 7735 / HB 7720	250	0,12	1,5	220	0,18	2,5	180	0,32	4,0
3.1	Neleg. ocel k zušlechťení	700 – 850	HB 7735 / HB 7720	225	0,12	1,5	200	0,18	2,5	165	0,32	4,0
3.2	Neleg. ocel k zušlechťení	850 – 1000	HB 7735 / HB 7720	190	0,12	1,5	170	0,18	2,5	140	0,32	4,0
4.0	Legovaná ocel k zušlechťení	850 – 1000	HB 7735 / HB 7720	170	0,12	1,5	150	0,18	2,5	130	0,32	4,0
4.1	Legovaná ocel k zušlechťení	1000 – 1200	HB 7735 / HB 7720	145	0,12	1,5	130	0,18	2,5	110	0,32	4,0
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	HB 7735 / HB 7720	250	0,12	1,5	220	0,18	2,5	180	0,32	4,0
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	HB 7735 / HB 7720	170	0,12	1,5	150	0,18	2,5	130	0,32	4,0
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	HB 7735 / HB 7720	145	0,12	1,5	130	0,18	2,5	110	0,32	4,0
7.0	Nitridační oceli	< 1000	HB 7735 / HB 7720	170	0,12	1,5	150	0,18	2,5	130	0,32	4,0
7.1	Nitridační oceli	> 1000	HB 7735 / HB 7720	145	0,12	1,5	130	0,18	2,5	110	0,32	4,0
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HB 7735 / HB 7720	170	0,12	1,5	150	0,18	2,5	130	0,32	4,0
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HB 7735 / HB 7720	145	0,12	1,5	130	0,18	2,5	110	0,32	4,0
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HB 7735 / HB 7720	120	0,08	1,5	100	0,13	2,5	80	0,23	4,0
9.0	Rychlořezný ocel	830 – 1200	HB 7735 / HB 7720	120	0,08	1,5	100	0,13	2,5	80	0,23	4,0
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	HB 7705	150	0,08	1,5	130	0,13	2,5	110	0,23	4,0
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	HB 7705	130	0,08	1,5	110	0,13	2,5	100	0,23	4,0
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	HB 7705	110	0,08	1,5	90	0,13	2,5	80	0,23	4,0
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1350	HB 7720 / HB 7730	120	0,08	1,5	100	0,13	2,5	80	0,23	4,0
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1800	HB 7720 / HB 7730	55	0,08	1,5	45	0,13	2,5	40	0,23	4,0
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HB 7735 / HB 7720	170	0,12	1,5	150	0,18	2,5	130	0,32	4,0
13.0	Nerez oceli síténé	< 700	HB 7735	225	0,12	1,5	200	0,18	2,5	165	0,32	4,0
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HB 7735	265	0,12	1,5	230	0,18	2,5	200	0,32	4,0
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HB 7735	230	0,12	1,5	210	0,18	2,5	175	0,32	4,0
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HB 7735	200	0,12	1,5	170	0,18	2,5	145	0,32	4,0
14.0	Speciální slitiny	< 1200	HB 7720 / HB 7730	45	0,08	1,5	40	0,13	2,5	30	0,23	4,0
15.0	Litiny	< 160 HB	HB 7705	235	0,12	1,5	210	0,18	2,5	170	0,32	4,0
15.1	Litiny	> 180 HB	HB 7705	220	0,12	1,5	190	0,18	2,5	150	0,32	4,0
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7705	200	0,12	1,5	175	0,18	2,5	140	0,32	4,0
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7705	160	0,12	1,5	140	0,18	2,5	120	0,32	4,0
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	HB 7720 / HB 7730	70	0,08	1,5	60	0,13	2,5	55	0,23	4,0
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	HB 7720 / HB 7730	55	0,08	1,5	45	0,13	2,5	40	0,23	4,0
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 400	HU 7710	1100	0,12	1,5	1000	0,18	2,5	950	0,32	4,0
17.1	Hliník slévárenské slitiny <10% Si	< 600	HU 7710 / HB 7735	600	0,12	1,5	500	0,18	2,5	400	0,32	4,0
17.2	Hliník slévárenské slitiny >10% Si	< 600	HU 7710 / HB 7735	400	0,12	1,5	320	0,18	2,5	280	0,32	4,0
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	HU 7710	1100	0,12	1,5	1000	0,18	2,5	950	0,32	4,0
19.0	Měď, nízko legovaná	< 350	HU 7710 / HB 7735	600	0,12	1,5	500	0,18	2,5	400	0,32	4,0
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	HU 7710 / HB 7735	500	0,12	1,5	400	0,18	2,5	350	0,32	4,0
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HU 7710 / HB 7735	500	0,12	1,5	400	0,18	2,5	350	0,32	4,0
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HU 7710 / HB 7735	500	0,12	1,5	400	0,18	2,5	350	0,32	4,0
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	HU 7710 / HB 7735	500	0,12	1,5	400	0,18	2,5	350	0,32	4,0
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HU 7710 / HB 7735	500	0,12	1,5	400	0,18	2,5	350	0,32	4,0
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HU 7710 / HB 7735	400	0,12	1,5	320	0,18	2,5	280	0,32	4,0
20.0	Grafit		HB 7705	235	0,12	1,5	210	0,18	2,5	170	0,32	4,0
21.0	Termoplasty a duroplasty			–	–	–	–	–	–	–	–	–
21.1	GFK a CFK			–	–	–	–	–	–	–	–	–



	a _p /D = 0,3									a _p /D = 0,1									KSS
	WPL Ø 7			WPL Ø 10/12			WPL Ø 16			WPL Ø 7			WPL Ø 10/12			WPL Ø 16			
	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	a _p [mm]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	a _p [mm]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	a _p [mm]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	a _p [mm]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	a _p [mm]	v _c [m/min]	f _z [mm/z]	a _p [mm]	
	310	0,18	1,5	275	0,22	2,5	235	0,40	4,0	350	0,22	1,5	310	0,27	2,5	250	0,55	4,0	bez
	280	0,18	1,5	250	0,22	2,5	215	0,40	4,0	315	0,22	1,5	280	0,27	2,5	230	0,55	4,0	bez
	360	0,18	1,5	325	0,22	2,5	285	0,40	4,0	410	0,22	1,5	365	0,27	2,5	310	0,55	4,0	bez
	280	0,18	1,5	250	0,22	2,5	215	0,40	4,0	315	0,22	1,5	280	0,27	2,5	230	0,55	4,0	bez
	310	0,18	1,5	275	0,22	2,5	235	0,40	4,0	350	0,22	1,5	310	0,27	2,5	250	0,55	4,0	bez
	280	0,18	1,5	250	0,22	2,5	215	0,40	4,0	315	0,22	1,5	280	0,27	2,5	230	0,55	4,0	bez
	240	0,18	1,5	210	0,22	2,5	180	0,40	4,0	265	0,22	1,5	240	0,27	2,5	195	0,55	4,0	bez
	210	0,18	1,5	185	0,22	2,5	170	0,40	4,0	240	0,22	1,5	210	0,27	2,5	180	0,55	4,0	bez
	180	0,18	1,5	160	0,22	2,5	145	0,40	4,0	205	0,22	1,5	180	0,27	2,5	155	0,55	4,0	Emulze
	310	0,18	1,5	275	0,22	2,5	235	0,40	4,0	350	0,22	1,5	310	0,27	2,5	250	0,55	4,0	bez
	210	0,18	1,5	185	0,22	2,5	170	0,40	4,0	240	0,22	1,5	210	0,27	2,5	180	0,55	4,0	bez
	180	0,18	1,5	160	0,22	2,5	145	0,40	4,0	205	0,22	1,5	180	0,27	2,5	155	0,55	4,0	Emulze
	210	0,18	1,5	185	0,22	2,5	170	0,40	4,0	240	0,22	1,5	210	0,27	2,5	180	0,55	4,0	bez
	145	0,18	1,5	130	0,22	2,5	145	0,40	4,0	145	0,22	1,5	130	0,27	2,5	110	0,55	4,0	Emulze
	210	0,18	1,5	185	0,22	2,5	170	0,40	4,0	240	0,22	1,5	210	0,27	2,5	180	0,55	4,0	bez
	180	0,18	1,5	160	0,22	2,5	145	0,40	4,0	205	0,22	1,5	180	0,27	2,5	155	0,55	4,0	Emulze
	150	0,13	1,5	125	0,16	2,5	105	0,30	4,0	170	0,16	1,5	140	0,19	2,5	110	0,38	4,0	Emulze
	150	0,13	1,5	125	0,16	2,5	105	0,30	4,0	170	0,16	1,5	140	0,19	2,5	110	0,38	4,0	Emulze
	185	0,13	1,5	155	0,16	2,5	140	0,30	4,0	235	0,16	1,5	180	0,19	2,5	155	0,38	4,0	bez
	165	0,13	1,5	140	0,16	2,5	130	0,30	4,0	180	0,16	1,5	155	0,19	2,5	140	0,38	4,0	bez
	140	0,13	1,5	110	0,16	2,5	100	0,30	4,0	155	0,16	1,5	125	0,19	2,5	110	0,38	4,0	bez
	150	0,13	1,5	125	0,16	2,5	105	0,30	4,0	170	0,16	1,5	140	0,19	2,5	110	0,38	4,0	Emulze
	70	0,13	1,5	55	0,16	2,5	50	0,30	4,0	75	0,16	1,5	65	0,19	2,5	55	0,38	4,0	Emulze
	210	0,18	1,5	185	0,22	2,5	170	0,40	4,0	240	0,22	1,5	210	0,27	2,5	180	0,55	4,0	bez
	280	0,18	1,5	250	0,22	2,5	215	0,40	4,0	315	0,22	1,5	280	0,27	2,5	230	0,55	4,0	bez
	330	0,18	1,5	290	0,22	2,5	230	0,40	4,0	370	0,22	1,5	320	0,27	2,5	280	0,55	4,0	bez
	285	0,18	1,5	260	0,22	2,5	190	0,40	4,0	320	0,22	1,5	295	0,27	2,5	245	0,55	4,0	Emulze
	250	0,18	1,5	210	0,22	2,5	155	0,40	4,0	280	0,22	1,5	240	0,27	2,5	200	0,55	4,0	Emulze
	55	0,13	1,5	50	0,16	2,5	37	0,30	4,0	63	0,16	1,5	55	0,19	2,5	56	0,38	4,0	Emulze
	295	0,18	1,5	265	0,22	2,5	220	0,40	4,0	330	0,22	1,5	295	0,27	2,5	240	0,55	4,0	bez
	275	0,18	1,5	240	0,22	2,5	195	0,40	4,0	310	0,22	1,5	260	0,27	2,5	210	0,55	4,0	bez
	250	0,18	1,5	220	0,22	2,5	180	0,40	4,0	280	0,22	1,5	245	0,27	2,5	195	0,55	4,0	bez
	200	0,18	1,5	175	0,22	2,5	155	0,40	4,0	220	0,22	1,5	190	0,27	2,5	165	0,55	4,0	Emulze
	90	0,13	1,5	75	0,16	2,5	70	0,30	4,0	100	0,16	1,5	85	0,19	2,5	75	0,38	4,0	Emulze
	70	0,13	1,5	55	0,16	2,5	50	0,30	4,0	75	0,16	1,5	65	0,19	2,5	55	0,38	4,0	Emulze
	1375	0,18	1,5	1250	0,22	2,5	1230	0,40	4,0	1540	0,22	1,5	1400	0,27	2,5	1330	0,55	4,0	Emulze
	750	0,18	1,5	630	0,22	2,5	500	0,40	4,0	840	0,22	1,5	700	0,27	2,5	560	0,55	4,0	Emulze
	500	0,18	1,5	400	0,22	2,5	360	0,40	4,0	560	0,22	1,5	450	0,27	2,5	390	0,55	4,0	Emulze
	1375	0,18	1,5	1250	0,22	2,5	1230	0,40	4,0	1540	0,22	1,5	1400	0,27	2,5	1330	0,55	4,0	Emulze
	750	0,18	1,5	630	0,22	2,5	500	0,40	4,0	840	0,22	1,5	700	0,27	2,5	560	0,55	4,0	Emulze
	625	0,18	1,5	500	0,22	2,5	450	0,40	4,0	700	0,22	1,5	560	0,27	2,5	490	0,55	4,0	bez
	625	0,18	1,5	500	0,22	2,5	450	0,40	4,0	700	0,22	1,5	560	0,27	2,5	490	0,55	4,0	bez
	625	0,18	1,5	500	0,22	2,5	450	0,40	4,0	700	0,22	1,5	560	0,27	2,5	490	0,55	4,0	bez
	625	0,18	1,5	500	0,22	2,5	450	0,40	4,0	700	0,22	1,5	560	0,27	2,5	490	0,55	4,0	bez
	500	0,18	1,5	400	0,22	2,5	360	0,40	4,0	560	0,22	1,5	450	0,27	2,5	390	0,55	4,0	Emulze
	295	0,18	1,5	265	0,22	2,5	220	0,40	4,0	330	0,22	1,5	295	0,27	2,5	240	0,55	4,0	bez
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

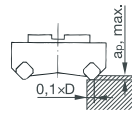
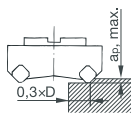
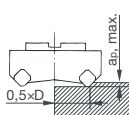
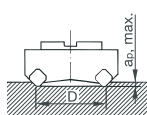


Tabulka 8.35 -75° rovinná frézovací hlava GARANT se čtverc. vyměnit. břit. destičkami

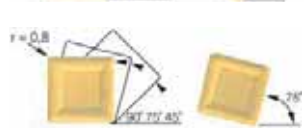
Katalogové číslo 213100

a_p max = 5 mm

Materiálová skupina	Označení materiálů	Pevnost [N/mm2]	Řezný materiál 1. Volba	Obrábění nasucho			Řezný materiál 1. Volba	Obrábění na mokro		
				min.	v_c [m/min] počátek max.			min.	v_c [m/min] počátek max.	
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	HB 7720	220	– 250	– 300	HB 7720	220	– 250	– 300
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	HB 7720	200	– 230	– 280	HB 7720	200	– 230	– 280
2.0	Automatové oceli	< 850	HB 7720	180	– 240	– 260	HB 7720	180	– 240	– 260
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HB 7720	160	– 180	– 220	HB 7720	160	– 180	– 220
3.0	Neleg. ocel k zesílení	<700	HB 7720	220	– 250	– 300	HB 7720	220	– 250	– 300
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	HB 7720	220	– 250	– 300	HB 7720	220	– 250	– 300
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7720	160	– 180	– 220	HB 7720	160	– 180	– 220
4.0	Legovaná ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7720	160	– 180	– 220	HB 7720	160	– 180	– 220
4.1	Legovaná ocel k zesílení	1000 – 1200	HB 7720	140	– 170	– 200	HB 7720	140	– 170	– 200
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HB 7720	220	– 250	– 300	HB 7720	220	– 250	– 300
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	HB 7720	140	– 170	– 200	HB 7720	140	– 170	– 200
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	HB 7720	120	– 140	– 180	HB 7720	120	– 140	– 180
7.0	Nitridační oceli	< 1000	HB 7720	140	– 170	– 200	HB 7720	140	– 170	– 200
7.1	Nitridační oceli	> 1000	HB 7720	120	– 140	– 180	HB 7720	120	– 140	– 180
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HB 7720	140	– 170	– 200	HB 7720	140	– 170	– 200
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HB 7720	110	– 140	– 160	HB 7720	110	– 140	– 160
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HB 7720	90	– 110	– 130	HB 7720	90	– 110	– 130
9.0	Rychlofrézová ocel	830 – 1200	HB 7720	90	– 110	– 130	HB 7720	90	– 110	– 130
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC			–				–	
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC			–				–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC			–				–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1350	HB 7720	40	– 60	– 80	HB 7720	40	– 60	– 80
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1800	HB 7720	30	– 50	– 70	HB 7720	30	– 50	– 70
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HB 7720	40	– 60	– 80	HB 7720	40	– 60	– 80
13.0	Nerez oceli siféne	< 700	HB 7720	220	– 250	– 300	HB 7720	90	– 110	– 130
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HB 7535	160	– 180	– 220	HB 7735	60	– 80	– 120
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HB 7535	100	– 120	– 140	HB 7735	60	– 70	– 80
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HB 7535	80	– 100	– 120	HB 7735	50	– 50	– 60
14.0	Speciální slitiny	< 1200			–				–	
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HB 7720	200	– 230	– 250	HB 7720	200	– 230	– 250
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HB 7720	180	– 200	– 230	HB 7720	180	– 200	– 230
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7720	180	– 200	– 230	HB 7720	180	– 200	– 230
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7720	120	– 160	– 200	HB 7720	120	– 160	– 200
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850			–				–	
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200			–				–	
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HB 7710	300	– 500	– 1000	HB 7710	300	– 500	– 1000
17.1	Hliník slevárenské slitiny <10% Si	< 600	HB 7710	300	– 500	– 850	HB 7710	300	– 500	– 850
17.2	Hliník slevárenské slitiny >10% Si	< 600	HB 7710	200	– 400	– 700	HB 7710	200	– 400	– 700
18.0	Horčík, hořčikové slitiny	< 280	HB 7710	300	– 500	– 1000	HB 7710	300	– 500	– 1000
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HB 7710	200	– 400	– 700	HB 7710	200	– 400	– 700
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	HB 7710	300	– 500	– 1000	HB 7710	300	– 500	– 1000
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HB 7710	300	– 500	– 1000	HB 7710	300	– 500	– 1000
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HB 7710	200	– 400	– 700	HB 7710	200	– 400	– 700
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	HB 7710	200	– 400	– 700	HB 7710	200	– 400	– 700
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HB 7710	200	– 400	– 700	HB 7710	200	– 400	– 700
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HB 7710	200	– 400	– 700	HB 7710	200	– 400	– 700
20.0	Grafit		HB 7710	200	– 400	– 700	HB 7710	200	– 400	– 700
21.0	Termoplasty a duroplasty				–				–	
21.1	GFK a CFK				–				–	



Posuv na zub f_z [mm/Z]						
do $a_p = (0,5 \dots 1) \times D$			do $a_p = 0,3 \times D$			do $a_p = 0,1 \times D$
min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min. počátek max.
0,15	– 0,20	– 0,22	0,20	– 0,24	– 0,26	0,26 – 0,30 – 0,35
0,14	– 0,18	– 0,20	0,20	– 0,23	– 0,26	0,24 – 0,29 – 0,32
0,14	– 0,18	– 0,20	0,20	– 0,23	– 0,26	0,24 – 0,29 – 0,32
0,14	– 0,17	– 0,19	0,20	– 0,22	– 0,26	0,24 – 0,27 – 0,32
0,15	– 0,20	– 0,22	0,20	– 0,24	– 0,26	0,26 – 0,30 – 0,35
0,15	– 0,20	– 0,22	0,20	– 0,24	– 0,26	0,26 – 0,30 – 0,35
0,14	– 0,17	– 0,19	0,20	– 0,22	– 0,26	0,24 – 0,27 – 0,32
0,14	– 0,17	– 0,19	0,20	– 0,22	– 0,26	0,24 – 0,27 – 0,32
0,13	– 0,15	– 0,18	0,18	– 0,21	– 0,24	0,22 – 0,26 – 0,30
0,15	– 0,20	– 0,22	0,20	– 0,24	– 0,26	0,26 – 0,30 – 0,35
0,13	– 0,15	– 0,18	0,18	– 0,21	– 0,24	0,22 – 0,26 – 0,30
0,12	– 0,14	– 0,17	0,17	– 0,19	– 0,23	0,20 – 0,24 – 0,28
0,13	– 0,15	– 0,18	0,18	– 0,21	– 0,24	0,22 – 0,26 – 0,30
0,12	– 0,14	– 0,17	0,17	– 0,19	– 0,23	0,20 – 0,24 – 0,28
0,13	– 0,15	– 0,18	0,18	– 0,21	– 0,24	0,22 – 0,26 – 0,30
0,12	– 0,14	– 0,17	0,17	– 0,19	– 0,23	0,20 – 0,24 – 0,28
0,11	– 0,13	– 0,16	0,15	– 0,18	– 0,22	0,18 – 0,22 – 0,26
0,11	– 0,13	– 0,16	0,15	– 0,18	– 0,22	0,18 – 0,22 – 0,26
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
0,10	– 0,13	– 0,15	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,13	– 0,15	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,13	– 0,15	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,13	– 0,15	– 0,18	0,18	– 0,21	– 0,24	0,20 – 0,24 – 0,28
0,13	– 0,15	– 0,18	0,18	– 0,21	– 0,24	0,20 – 0,24 – 0,28
0,12	– 0,14	– 0,16	0,17	– 0,19	– 0,22	0,18 – 0,22 – 0,26
0,10	– 0,12	– 0,15	0,14	– 0,16	– 0,19	0,17 – 0,20 – 0,24
–	–	–	–	–	–	–
0,14	– 0,16	– 0,18	0,18	– 0,21	– 0,24	0,24 – 0,26 – 0,30
0,13	– 0,15	– 0,17	0,18	– 0,21	– 0,24	0,20 – 0,24 – 0,26
0,14	– 0,16	– 0,18	0,18	– 0,21	– 0,24	0,24 – 0,26 – 0,30
0,13	– 0,15	– 0,17	0,18	– 0,21	– 0,24	0,20 – 0,24 – 0,26
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
0,10	– 0,13	– 0,15	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,13	– 0,15	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,13	– 0,15	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,13	– 0,15	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,12	– 0,14	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,13	– 0,15	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,13	– 0,15	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,12	– 0,14	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,12	– 0,14	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,12	– 0,14	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,12	– 0,14	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,12	– 0,14	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,12	– 0,14	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
0,10	– 0,12	– 0,14	0,14	– 0,17	– 0,20	0,17 – 0,20 – 0,24
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–



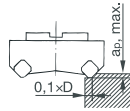
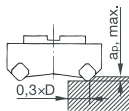
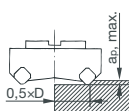
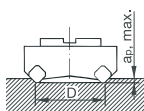


Tabulka 8.36 -45° rovinná frézovací hlava GARANT se čtverc. vyměnit. břit. destičkami

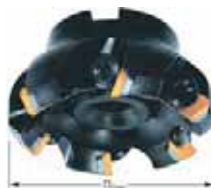
Katalogové číslo 213700; 213800; 214200

a_p max = 3,5 mm

Materiálová skupina	Označení materiálů	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál 1. Volba	Obrábění nasucho			Řezný materiál 1. Volba	Obrábění na mokro		
				min.	v _c [m/min]			min.	v _c [m/min]	
					počátek	max.			počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	HB 7720	220	– 235	– 250	HB 7720	200	– 215	– 230
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	HB 7525	250	– 275	– 300	HB 7525	200	– 215	– 230
2.0	Automatové oceli	< 850	HB 7525	230	– 250	– 270	HB 7525	230	– 250	– 270
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HB 7525	220	– 240	– 270	HB 7525	220	– 240	– 270
3.0	Neleg. ocel k zesílení	<700	HB 7525	200	– 230	– 260	HB 7525	200	– 230	– 260
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	HB 7535	190	– 220	– 250	HB 7535	190	– 220	– 250
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7535	150	– 175	– 200	HB 7535	150	– 175	– 200
4.0	Negovaná ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7735	190	– 220	– 250	HB 7735	190	– 220	– 250
4.1	Negovaná ocel k zesílení	1000 – 1200	HB 7735	150	– 175	– 200	HB 7735	150	– 175	– 200
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HB 7735	200	– 230	– 260	HB 7735	200	– 230	– 260
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	HB 7735	150	– 165	– 180	HB 7735	150	– 165	– 180
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	HB 7525	160	– 175	– 190	HB 7525	160	– 175	– 190
7.0	Nitridační oceli	< 1000	HB 7735	120	– 135	– 150	HB 7735	120	– 135	– 150
7.1	Nitridační oceli	> 1000	HB 7735	120	– 135	– 150	HB 7735	120	– 135	– 150
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HB 7735	120	– 135	– 150	HB 7735	120	– 105	– 115
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HB 7735	95	– 105	– 115	HB 7735	95	– 105	– 115
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HB 7735	95	– 105	– 115	HB 7735	95	– 105	– 115
9.0	Rychlofrézová ocel	830 – 1200	HB 7735	95	– 105	– 115	HB 7735	95	– 105	– 130
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC			–		HSS-TiN	6	– 8	– 10
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC			–				–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC			–				–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1350	HU 7730	40	– 50	– 60	HU 7730	40	– 50	– 60
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1800	HU 7730	25	– 30	– 35	HU 7730	25	– 30	– 35
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HB 7535	95	– 105	– 115	HB 7535	95	– 105	– 115
13.0	Nerez oceli siféne	< 700	HB 7535	170	– 190	– 210	HB 7535	60	– 80	– 100
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HB 7535	190	– 210	– 230	HB 7535	70	– 90	– 110
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HB 7535	150	– 170	– 190	HB 7535	60	– 80	– 100
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HB 7735	130	– 145	– 160	HB 7735	70	– 90	– 110
14.0	Speciální slitiny	< 1200			–		HU 7730	35	– 45	– 55
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HB 7735	220	– 235	– 250	HB 7735	220	– 235	– 250
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HB 7735	115	– 130	– 145	HB 7735	115	– 130	– 145
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7735	220	– 235	– 250	HB 7735	220	– 235	– 250
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7735	200	– 220	– 240	HB 7735	200	– 220	– 240
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850			–		HB 7525	65	– 80	– 95
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200			–		HB 7525	55	– 65	– 75
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HU 7710	600	– 725	– 850	HU 7710	600	– 725	– 850
17.1	Hliník slevárenské slitiny <10% Si	< 600	HU 7710	400	– 500	– 600	HU 7710	400	– 500	– 600
17.2	Hliník slevárenské slitiny >10% Si	< 600	HU 7710	250	– 350	– 500	HU 7710	250	– 350	– 500
18.0	Horčík, hořčíkové slitiny	< 280	HU 7710	600	– 725	– 850	HU 7710	600	– 725	– 850
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HU 7710	500	– 550	– 600	HU 7710	500	– 550	– 600
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	HU 7710	500	– 550	– 600	HU 7710	500	– 550	– 600
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HU 7710	500	– 550	– 600	HU 7710	500	– 550	– 600
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HU 7710	500	– 550	– 600	HU 7710	500	– 550	– 600
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	HU 7710	300	– 350	– 500	HU 7710	300	– 350	– 500
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HU 7710	300	– 350	– 500	HU 7710	300	– 350	– 500
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HU 7710	250	– 300	– 400	HU 7710	250	– 300	– 400
20.0	Grafit		CU 7725	80	– 110	– 140				
21.0	Termoplasty a duroplasty				–				–	
21.1	GFK a CFK				–				–	



Posuv na zub f_z [mm/Z]											
do $a_p = (0,5 \dots 1) \times D$				do $a_p = 0,3 \times D$				do $a_p = 0,1 \times D$			
min.	počátek	max.		min.	počátek	max.		min.	počátek	max.	
0,18	– 0,21	– 0,24		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,18	– 0,21	– 0,24		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,18	– 0,21	– 0,24		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,16	– 0,19	– 0,22		0,22	– 0,26	– 0,30		0,27	– 0,30	– 0,33	
0,17	– 0,20	– 0,23		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,16	– 0,19	– 0,22		0,22	– 0,26	– 0,30		0,27	– 0,30	– 0,33	
0,17	– 0,20	– 0,23		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,16	– 0,19	– 0,22		0,22	– 0,26	– 0,30		0,27	– 0,30	– 0,33	
0,17	– 0,20	– 0,23		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,17	– 0,20	– 0,23		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,16	– 0,19	– 0,22		0,22	– 0,26	– 0,30		0,27	– 0,30	– 0,33	
0,17	– 0,20	– 0,23		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,17	– 0,20	– 0,23		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,17	– 0,20	– 0,23		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,17	– 0,20	– 0,23		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,17	– 0,20	– 0,23		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,14	– 0,17	– 0,20		0,20	– 0,22	– 0,24		–	–	–	
–	–	–		–	–	–		–	–	–	
–	–	–		–	–	–		–	–	–	
0,15	– 0,20	– 0,25		0,18	– 0,23	– 0,28		–	–	–	
0,12	– 0,15	– 0,18		0,15	– 0,17	– 0,19		–	–	–	
0,16	– 0,19	– 0,22		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,16	– 0,19	– 0,22		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,16	– 0,19	– 0,22		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,16	– 0,19	– 0,22		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,16	– 0,19	– 0,22		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,13	– 0,16	– 0,19		0,19	– 0,22	– 0,25		0,24	– 0,28	– 0,32	
0,25	– 0,29	– 0,33		0,25	– 0,29	– 0,33		0,25	– 0,29	– 0,33	
0,18	– 0,21	– 0,24		0,18	– 0,21	– 0,24		0,18	– 0,21	– 0,24	
0,25	– 0,29	– 0,33		0,25	– 0,29	– 0,33		0,25	– 0,29	– 0,33	
0,18	– 0,21	– 0,24		0,18	– 0,21	– 0,24		0,18	– 0,21	– 0,24	
0,16	– 0,19	– 0,22		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,16	– 0,19	– 0,22		0,22	– 0,26	– 0,30		0,32	– 0,34	– 0,36	
0,20	– 0,23	– 0,26		0,29	– 0,33	– 0,37		0,38	– 0,42	– 0,46	
0,20	– 0,23	– 0,26		0,29	– 0,33	– 0,37		0,38	– 0,42	– 0,46	
0,20	– 0,23	– 0,26		0,29	– 0,33	– 0,37		0,38	– 0,42	– 0,46	
0,20	– 0,23	– 0,26		0,29	– 0,33	– 0,37		0,38	– 0,42	– 0,46	
0,20	– 0,23	– 0,26		0,29	– 0,33	– 0,37		0,38	– 0,42	– 0,46	
0,20	– 0,23	– 0,26		0,29	– 0,33	– 0,37		0,38	– 0,42	– 0,46	
0,20	– 0,23	– 0,26		0,29	– 0,33	– 0,37		0,38	– 0,42	– 0,46	
0,20	– 0,23	– 0,26		0,29	– 0,33	– 0,37		0,38	– 0,42	– 0,46	
0,20	– 0,23	– 0,26		0,29	– 0,33	– 0,37		0,38	– 0,42	– 0,46	
0,15	– 0,20	– 0,25		0,25	– 0,30	– 0,35		–	–	–	
–	–	–		–	–	–		–	–	–	
–	–	–		–	–	–		–	–	–	





Tabulka 8.37 -45° stopkové frézy a rovinná frézovací hlava GARANT se čtvercovými vyměnitelnými břitovými destičkami

Katalogové číslo 214400
 $a_p \text{ max} = 3 \text{ mm}$

Materiálová skupina	Označení materiálů	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál 1. Volba	Obrábění nasucho			Řezný materiál 1. Volba	Obrábění na mokro						
				v_c [m/min]	min.	počátek		max.	v_c [m/min]	min.	počátek	max.		
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	HB 7520	280	–	350	–	400	HB 7525	250	–	270	–	300
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	HB 7520	230	–	250	–	280	HB 7525	200	–	230	–	250
2.0	Automatové oceli	< 850	HB 7525	300	–	350	–	400	HB 7525	250	–	270	–	300
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HB 7525	220	–	235	–	250	HB 7525	220	–	235	–	250
3.0	Neleg. ocel k zesílení	<700	HB 7520	240	–	255	–	270	HB 7525	200	–	220	–	240
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	HB 7520	210	–	230	–	260	HB 7525	200	–	220	–	240
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7520	190	–	210	–	230	HB 7525	180	–	190	–	200
4.0	Legovaná ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7520	130	–	150	–	180	HB 7525	130	–	150	–	180
4.1	Legovaná ocel k zesílení	1000 – 1200	HB 7520	120	–	140	–	160	HB 7525	120	–	140	–	160
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HB 7520	240	–	255	–	270	HB 7525	200	–	220	–	240
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	HB 7520	180	–	205	–	230	HB 7525	160	–	180	–	200
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	HB 7525	140	–	160	–	180	HB 7525	120	–	140	–	160
7.0	Nitridační oceli	< 1000	HB 7520	120	–	140	–	160	HB 7525	110	–	130	–	150
7.1	Nitridační oceli	> 1000	HB 7520	100	–	125	–	150	HB 7525	80	–	105	–	135
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HB 7520	170	–	190	–	220	HB 7525	150	–	170	–	190
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HB 7520	150	–	180	–	210	HB 7525	130	–	150	–	170
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HB 7520	100	–	130	–	160	HB 7525	80	–	105	–	135
9.0	Rychlofrézová ocel	830 – 1200	HB 7520	95	–	115	–	140	HB 7525	70	–	95	–	120
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC				–						–		
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC				–						–		
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC				–						–		
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1350	HB 7520	80	–	90	–	100	HB 7525	60	–	70	–	80
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1800												
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HB 7520	100	–	130	–	160	HB 7535	80	–	100	–	120
13.0	Nerez oceli sifné	< 700	HB 7535	220	–	260	–	300	HB 7525	100	–	130	–	160
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HB 7535	160	–	195	–	230	HB 7525	60	–	90	–	120
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HB 7535	130	–	165	–	200	HB 7525	60	–	80	–	100
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HB 7735	110	–	130	–	150	HB 7525	80	–	100	–	120
14.0	Speciální slitiny	< 1200				–			HB 7525	40	–	50	–	65
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HB 7710	240	–	270	–	300	HB 7710	240	–	270	–	300
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HB 7710	200	–	235	–	270	HB 7710	200	–	235	–	270
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7710	180	–	215	–	250	HB 7525	180	–	215	–	250
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7710	120	–	150	–	180	HB 7525	120	–	150	–	180
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850				–			HB 7535	80	–	90	–	100
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200							HB 7535	40	–	50	–	65
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HU 7710	1000	–	1500	–	2000	HU 7710	1000	–	1500	–	2000
17.1	Hliník slevárenské slitiny <10% Si	<600	HU 7710	800	–	1000	–	2000	HU 7710	800	–	1000	–	2000
17.2	Hliník slevárenské slitiny >10% Si	< 600	HU 7710	200	–	500	–	800	HU 7710	200	–	500	–	800
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	HU 7710	1000	–	1500	–	2000	HU 7710	1000	–	1500	–	2000
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HU 7710	300	–	550	–	800	HU 7710	300	–	550	–	800
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	HU 7710	200	–	300	–	400	HU 7710	200	–	300	–	400
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HU 7710	200	–	300	–	400	HU 7710	200	–	300	–	400
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HU 7710	200	–	300	–	400	HU 7710	200	–	300	–	400
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	HU 7710	180	–	250	–	300	HU 7710	180	–	250	–	300
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HU 7710	150	–	220	–	280	HU 7710	150	–	220	–	280
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HU 7710	50	–	60	–	70	HU 7710	50	–	60	–	70
20.0	Grafit		HB 7710	240	–	270	–	300						
21.0	Termoplasty a duroplasty					–						–		
21.1	GFK a CFK					–						–		





Tabulka 8.38 -43° rovinná fréz. hlava GARANT s osmiúhlovými vyměnit. břit. destičkami

Katalogové číslo 213300

Využitelné hrany vyměnitelných břitových destiček 7:

$a_p \text{ max} = 3,5 \text{ mm}$

Využitelné hrany vyměnitelných břitových destiček 8:

$a_p \text{ max} = 2,2 \text{ mm}$

Materiálová skupina	Označení materiálů	Pevnost [Nm/mm ²]	Řezný materiál 1. Volba	Obrábění nasucho			Řezný materiál 1. Volba	Obrábění na mokro		
				v _c [m/min]				v _c [m/min]		
				min.	počátek	max.		min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	HB 7520	200	– 250	– 300	HB 7535	180	– 220	– 270
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	HB 7520	170	– 200	– 230	HB 7535	150	– 170	– 190
2.0	Automatové oceli	< 850	HB 7520	170	– 200	– 230	HB 7535	150	– 170	– 190
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HB 7520	150	– 180	– 220	HB 7535	140	– 160	– 180
3.0	Neleg. ocel k zesílení	<700	HB 7520	200	– 250	– 300	HB 7535	180	– 220	– 270
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	HB 7520	170	– 200	– 230	HB 7535	150	– 170	– 190
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7520	150	– 180	– 220	HB 7535	140	– 160	– 180
4.0	Legovaná ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7520	140	– 170	– 200	HB 7535	120	– 150	– 180
4.1	Legovaná ocel k zesílení	1000 – 1200	HB 7520	110	– 135	– 160	HB 7535	100	– 120	– 140
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HB 7520	200	– 250	– 300	HB 7535	180	– 220	– 270
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	HB 7520	140	– 170	– 200	HB 7535	120	– 150	– 180
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	HB 7520	110	– 135	– 160	HB 7535	100	– 120	– 140
7.0	Nitridační oceli	< 1000	HB 7520	120	– 135	– 150	HB 7535	120	– 135	– 150
7.1	Nitridační oceli	> 1000	HB 7520	110	– 135	– 160	HB 7535	100	– 120	– 140
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HB 7520	140	– 170	– 200	HB 7535	120	– 150	– 180
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HB 7520	110	– 135	– 160	HB 7535	100	– 120	– 140
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HB 7520	95	– 105	– 115	HB 7535	95	– 105	– 115
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	HB 7520	95	– 105	– 115	HB 7535	95	– 105	– 115
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC			–				–	
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC			–				–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC			–				–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1350			–		HB 7535	40	– 50	– 60
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1800			–		HB 7535	25	– 30	– 35
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HB 7520	110	– 135	– 160	HB 7535	100	– 120	– 140
13.0	Nerez oceli sifné	< 700	HB 7535	200	– 220	– 240	HB 7535	70	– 90	– 100
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HB 7535	200	– 220	– 240	HB 7535	70	– 90	– 100
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HB 7535	140	– 160	– 180	HB 7535	60	– 75	– 90
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HB 7535	130	– 145	– 160	HB 7535	60	– 70	– 80
14.0	Speciální slitiny	< 1200			–		HB 7535	30	– 40	– 50
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HB 7520	180	– 190	– 200	HB 7520	160	– 170	– 180
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HB 7520	160	– 170	– 180	HB 7520	160	– 170	– 180
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7520	130	– 145	– 160	HB 7520	120	– 135	– 150
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7520	120	– 135	– 150	HB 7520	120	– 135	– 150
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850			–		HB 7535	60	– 70	– 80
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200			–		HB 7535	40	– 50	– 60
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HB 7510	1200	– 1350	– 1500	HB 7510	1200	– 1350	– 1500
17.1	Hliník slevárenské slitiny <10% Si	<600	HB 7510	1000	– 1150	– 1300	HB 7510	1000	– 1150	– 1300
17.2	Hliník slevárenské slitiny >10% Si	< 600	HB 7510	600	– 700	– 800	HB 7510	600	– 700	– 800
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	HB 7510	1200	– 1350	– 1500	HB 7510	1200	– 1350	– 1500
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HB 7510	500	– 550	– 600	HB 7510	500	– 550	– 600
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	HB 7510	500	– 550	– 600	HB 7510	500	– 550	– 600
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HB 7510	500	– 550	– 600	HB 7510	500	– 550	– 600
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HB 7510	500	– 550	– 600	HB 7510	500	– 550	– 600
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	HB 7510	300	– 350	– 500	HB 7510	300	– 350	– 500
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HB 7510	300	– 350	– 500	HB 7510	300	– 350	– 500
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HB 7510	250	– 300	– 400	HB 7510	250	– 300	– 400
20.0	Grafit		HB 7520	180	– 190	– 200			–	
21.0	Termoplasty a duroplasty				–				–	
21.1	GFK a CFK				–				–	

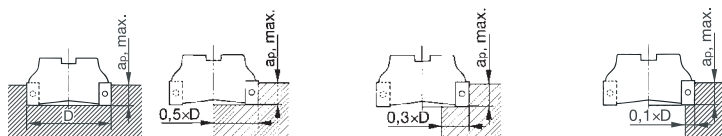
481

**Tabulka 8.39 -90° rohová frézovací hlava GARANT s vyměn. břit. destičkou SOMT 09T3**

Katalogové číslo 215050

 $a_p \text{ max} = 5 \text{ mm}$

Materiálová skupina	Označení materiálů	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál 1. Volba	Obrábění nasucho			Řezný materiál 1. Volba	Obrábění na mokro		
				v_c [m/min]	v_c [m/min]	v_c [m/min]		v_c [m/min]	v_c [m/min]	v_c [m/min]
				min.	počátek	max.		min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	HB 7520	220	– 250	– 300	HB 7520	220	– 250	– 300
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	HB 7520	160	– 180	– 220	HB 7520	160	– 180	– 220
2.0	Automatové oceli	< 850	HB 7520	180	– 240	– 260	HB 7520	180	– 240	– 260
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HB 7520	180	– 240	– 260	HB 7520	180	– 240	– 260
3.0	Neleg. ocel k zesílení	< 700	HB 7520	140	– 170	– 200	HB 7520	140	– 170	– 200
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	HB 7520	140	– 170	– 200	HB 7520	140	– 170	– 200
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7520	140	– 170	– 200	HB 7520	140	– 170	– 200
4.0	Legovaná ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7520	140	– 170	– 200	HB 7520	140	– 170	– 200
4.1	Legovaná ocel k zesílení	1000 – 1200	HB 7520	140	– 170	– 200	HB 7520	140	– 170	– 200
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	HB 7520	160	– 180	– 220	HB 7520	160	– 180	– 220
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	HB 7520	140	– 170	– 200	HB 7520	140	– 170	– 200
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	HB 7520	120	– 140	– 180	HB 7520	120	– 140	– 180
7.0	Nitridační oceli	< 1000	HB 7520	140	– 170	– 200	HB 7520	140	– 170	– 200
7.1	Nitridační oceli	> 1000	HB 7520	120	– 140	– 180	HB 7520	120	– 140	– 180
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HB 7520	140	– 170	– 200	HB 7520	140	– 170	– 200
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HB 7520	90	– 110	– 130	HB 7520	90	– 110	– 130
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HB 7520	90	– 110	– 130	HB 7520	90	– 110	– 130
9.0	Rychlofrézová ocel	830 – 1200	HB 7520	90	– 110	– 130	HB 7520	90	– 110	– 130
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC			–				–	
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC			–				–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC			–				–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1350	HB 7520	40	– 60	– 80	HB 7520	40	– 60	– 80
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1800	HB 7520	30	– 50	– 70	HB 7520	30	– 50	– 70
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HB 7520	40	– 60	– 80	HB 7520	40	– 60	– 80
13.0	Nerez oceli sifné	< 700	HB 7520	220	– 250	– 300	HB 7520	90	– 110	– 130
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HB 7520	160	– 180	– 220	HB 7520	60	– 80	– 120
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HB 7520	100	– 120	– 140	HB 7520	60	– 70	– 80
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HB 7520	80	– 100	– 120	HB 7520	40	– 50	– 60
14.0	Speciální slitiny	< 1200			–				–	
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HB 7520	200	– 230	– 250	HB 7520	200	– 230	– 250
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HB 7520	180	– 200	– 230	HB 7520	180	– 200	– 230
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7520	200	– 230	– 250	HB 7520	200	– 230	– 250
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7520	180	– 200	– 230	HB 7520	180	– 200	– 230
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850			–				–	
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200			–				–	
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HB 7520	300	– 600	– 1000	HB 7520	300	– 600	– 1000
17.1	Hliník slevárenské slitiny <10% Si	< 600	HB 7520	200	– 500	– 900	HB 7520	200	– 500	– 900
17.2	Hliník slevárenské slitiny >10% Si	< 600	HB 7520	200	– 400	– 700	HB 7520	200	– 400	– 700
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	HB 7520	300	– 600	– 1000	HB 7520	300	– 600	– 1000
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HB 7520	200	– 450	– 800	HB 7520	200	– 450	– 800
19.1	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HB 7520	200	– 400	– 700	HB 7520	200	– 400	– 700
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HB 7520	200	– 400	– 700	HB 7520	200	– 400	– 700
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HB 7520	200	– 400	– 700	HB 7520	200	– 400	– 700
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	HB 7520	200	– 400	– 700	HB 7520	200	– 400	– 700
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HB 7520	200	– 400	– 700	HB 7520	200	– 400	– 700
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HB 7520	200	– 400	– 700	HB 7520	200	– 400	– 700
20.0	Grafit		HB 7520	180	– 200	– 230			–	
21.0	Termoplasty a duroplasty				–				–	
21.1	GFK a CFK				–				–	

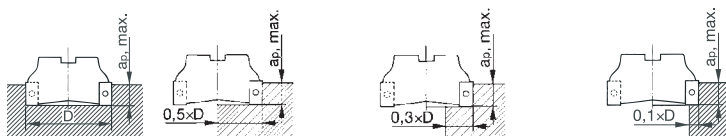


**Tabulka 8.40** -90° rohová frézovací hlava GARANT s vyměnit. břit. destičkou APKT 1604

Katalogové číslo 215100

 $a_p \text{ max} = 7 \text{ mm}$

Materiálová skupina	Označení materiálů	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál 1. Volba	Obrábění nasucho			Řezný materiál 1. Volba	Obrábění na mokro		
				min.	v_c [m/min]	max.		min.	v_c [m/min]	max.
					počátek				počátek	
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	HB 7525	225	– 250	– 275	HB 7525	225	– 250	– 275
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	HB 7525	200	– 220	– 240	HB 7525	200	– 220	– 240
2.0	Automatové oceli	< 850	HB 7525	200	– 220	– 240	HB 7525	200	– 220	– 240
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HB 7525	200	– 220	– 240	HB 7525	200	– 220	– 240
3.0	Neleg. ocel k zesílení	<700	HB 7525	165	– 185	– 200	HB 7525	165	– 185	– 200
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	HB 7525	165	– 185	– 200	HB 7525	165	– 185	– 200
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7525	155	– 175	– 190	HB 7525	155	– 175	– 190
4.0	Legované ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7525	155	– 175	– 190	HB 7525	155	– 175	– 190
4.1	Legované ocel k zesílení	1000 – 1200	HB 7525	155	– 175	– 190	HB 7525	155	– 175	– 190
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HB 7525	225	– 250	– 275	HB 7525	225	– 250	– 275
6.0	Legované cementační ocel	< 1000	HB 7525	155	– 175	– 190	HB 7525	155	– 175	– 190
6.1	Legované cementační ocel	> 1000	HB 7525	155	– 175	– 190	HB 7525	155	– 175	– 190
7.0	Nitridační oceli	< 1000	HB 7525	155	– 175	– 190	HB 7525	155	– 175	– 190
7.1	Nitridační oceli	> 1000	HB 7525	120	– 140	– 160	HB 7525	120	– 140	– 160
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HB 7525	155	– 175	– 190	HB 7525	155	– 175	– 190
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HB 7525	120	– 140	– 160	HB 7525	120	– 140	– 160
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HB 7525	90	– 110	– 125	HB 7525	90	– 110	– 125
9.0	Rychlofrézová ocel	830 – 1200	HB 7525	90	– 110	– 125	HB 7525	90	– 110	– 125
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC			–				–	
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC			–				–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC			–				–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1350	HB 7525	30	– 40	– 45	HB 7525	30	– 40	– 45
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1800	HB 7525	25	– 35	– 45	HB 7525	25	– 35	– 45
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HB 7525	30	– 40	– 45	HB 7525	30	– 40	– 45
13.0	Nerez oceli sifné	< 700	HB 7535	120	– 140	– 160	HB 7525	120	– 140	– 160
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HB 7535	120	– 140	– 160	HB 7525	120	– 140	– 160
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HB 7535	120	– 140	– 160	HB 7525	120	– 140	– 160
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HB 7535	120	– 140	– 160	HB 7525	120	– 140	– 160
14.0	Speciální slitiny	< 1200	HB 7535	30	– 40	– 45	HB 7535	30	– 40	– 45
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HB 7720	220	– 240	– 260	HB 7720	220	– 240	– 260
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HB 7720	120	– 140	– 160	HB 7720	120	– 140	– 160
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7720	220	– 240	– 260	HB 7720	220	– 240	– 260
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7720	120	– 140	– 160	HB 7720	120	– 140	– 160
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	HB 7525	30	– 40	– 45	HB 7525	30	– 40	– 45
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	HB 7525	25	– 35	– 45	HB 7525	25	– 35	– 45
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HU 7710	600	– 700	– 800	HU 7710	600	– 700	– 800
17.1	Hliník slevárenské slitiny <10% Si	< 600	HB 7510	400	– 500	– 700	HB 7510	400	– 500	– 700
17.2	Hliník slevárenské slitiny >10% Si	< 600	HB 7510	200	– 350	– 500	HB 7510	200	– 350	– 500
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	HU 7710	600	– 700	– 800	HU 7710	600	– 700	– 800
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HU 7710	400	– 500	– 700	HB 7710	400	– 500	– 700
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	HU 7710	500	– 600	– 700	HU 7710	500	– 600	– 700
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HU 7710	500	– 600	– 700	HU 7710	500	– 600	– 700
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HU 7710	500	– 600	– 700	HU 7710	500	– 600	– 700
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	HU 7710	500	– 600	– 700	HU 7710	500	– 600	– 700
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HB 7510	300	– 400	– 500	HB 7510	300	– 400	– 500
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HB 7510	300	– 400	– 500	HB 7510	300	– 400	– 500
20.0	Grafit		HB 7510	300	– 400	– 500				
21.0	Termoplasty a duroplasty				–				–	
21.1	GFK a CFK				–				–	

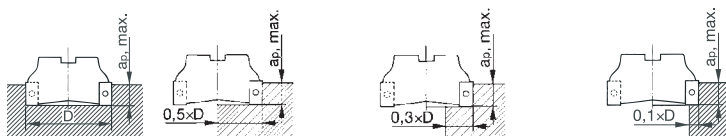



Tabulka 8.41 -90° rohová fréz. hlava GARANT Softcut s vym. břit. destičkou ANGT 1606

Katalogové číslo 215180

 $a_p \max = 6 \text{ mm}$

Materiálová skupina	Označení materiálů	Pevnost [Nm/mm ²]	Řezný materiál 1. Volba	Obrábění nasucho			Řezný materiál 1. Volba	Obrábění na mokro		
				v_c [m/min]	min.	počátek	v_c [m/min]	min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	HB 7735	310	–	330	HB 7835	310	–	350
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	HB 7735	210	–	250	HB 7835	210	–	290
2.0	Automatové oceli	< 850	HB 7735	300	–	320	HB 7835	300	–	340
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HB 7735	300	–	320	HB 7835	300	–	340
3.0	Neleg. ocel k zesílení	< 700	HB 7735	250	–	270	HB 7835	250	–	290
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	HB 7735	220	–	250	HB 7835	220	–	280
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7735	220	–	250	HB 7835	220	–	280
4.0	Legované ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7735	220	–	240	HB 7835	220	–	260
4.1	Legované ocel k zesílení	1000 – 1200	HB 7735	220	–	240	HB 7835	220	–	260
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	HB 7735	330	–	350	HB 7835	330	–	370
6.0	Legované cementační ocel	< 1000	HB 7735	130	–	160	HB 7835	130	–	190
6.1	Legované cementační ocel	> 1000	HB 7735	130	–	160	HB 7835	130	–	190
7.0	Nitridační oceli	< 1000	HB 7735	140	–	180	HB 7835	140	–	220
7.1	Nitridační oceli	> 1000	HB 7735	130	–	160	HB 7835	130	–	190
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HB 7735	140	–	180	HB 7835	140	–	220
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HB 7735	130	–	160	HB 7835	130	–	190
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HB 7735	110	–	130	HB 7835	110	–	150
9.0	Rychlofréz. ocel	830 – 1200	HB 7735	110	–	130	HB 7835	110	–	150
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	HB 7735	40	–	50	HB 7835	40	–	60
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC			–				–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC			–				–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1350	HB 7735	40	–	50	HB 7835	40	–	60
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1800	HB 7735	20	–	30	HB 7835	20	–	40
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HB 7735	110	–	130	HB 7835	110	–	150
13.0	Nerez oceli sifné	< 700	HB 7735	140	–	160	HB 7835	90	–	105
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HB 7735	180	–	220	HB 7835	120	–	170
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HB 7735	120	–	150	HB 7835	80	–	100
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HB 7735	90	–	120	HB 7835	60	–	80
14.0	Speciální slitiny	< 1200	HB 7735	30	–	40	HB 7535	35	–	45
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HB 7735	280	–	310	HB 7520	280	–	340
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HB 7735	250	–	280	HB 7835	250	–	310
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7735	220	–	240	HB 7520	220	–	280
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7735	120	–	180	HB 7835	120	–	240
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850			–		HB 7835	65	–	85
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200			–		HB 7835	65	–	85
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HU 7710	900	–	1000	HU 7710	900	–	1100
17.1	Hliník slevárenské slitiny <10% Si	< 600	HB 7710	600	–	700	HB 7710	600	–	700
17.2	Hliník slevárenské slitiny >10% Si	< 600	HB 7710	400	–	600	HB 7710	400	–	750
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	HU 7710	900	–	1000	HU 7710	900	–	1100
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HU 7710	750	–	850	HB 7710	750	–	950
19.1	Mosaz, tvůrčí krátké třísky	< 600	HU 7710	750	–	850	HU 7710	750	–	950
19.2	Mosaz, tvůrčí dlouhé třísky	< 600	HU 7710	750	–	850	HU 7710	750	–	950
19.3	Bronz, tvůrčí krátké třísky	< 600	HU 7710	750	–	850	HU 7710	750	–	950
19.4	Bronz, tvůrčí dlouhé třísky	650 – 850	HU 7710	650	–	700	HU 7710	650	–	750
19.5	Bronz, tvůrčí dlouhé třísky	< 850	HB 7710	650	–	700	HB 7710	650	–	750
19.6	Bronz, tvůrčí dlouhé třísky	850 – 1200	HB 7710	650	–	700	HB 7710	650	–	700
20.0	Grafit		HB 7735	75	–	100				
21.0	Termoplasty a duroplasty				–				–	
21.1	GFK a CFK				–				–	



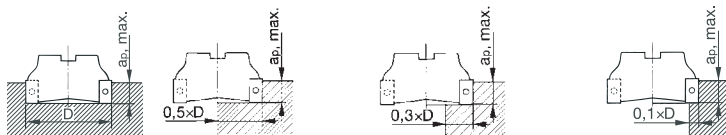

Tabulka 8.42 -90° rohová fréz. hlava GARANT Softcut s vym. břit. destičkou APKT 1003

Katalogové číslo 215800, 215870

 $a_p \max = 4,8 \text{ mm}$

Materiálová skupina	Označení materiálů	Pevnost [N/mm ²]	Řezný materiál 1. Volba	Obrábění nasucho			Řezný materiál 1. Volba	Obrábění na mokro		
				min.	v _c [m/min]			min.	v _c [m/min]	
					počátek	max.			počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	HB 7520	260	– 300	– 330	HB 7535	160	– 180	– 220
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	HB 7520	220	– 250	– 270	HB 7535	140	– 160	– 180
2.0	Automatové oceli	< 850	HB 7520	260	– 300	– 330	HB 7535	160	– 180	– 220
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HB 7520	180	– 200	– 230	HB 7535	140	– 160	– 180
3.0	Neleg. ocel k zesílení	<700	HB 7520	240	– 250	– 270	HB 7520	140	– 160	– 180
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	HB 7520	210	– 240	– 260	HB 7520	130	– 150	– 170
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7520	190	– 210	– 230	HB 7520	120	– 140	– 160
4.0	Legovaná ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7520	140	– 160	– 200	HB 7520	120	– 140	– 160
4.1	Legovaná ocel k zesílení	1000 – 1200	HB 7520	120	– 140	– 170	HB 7520	110	– 130	– 150
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HB 7520	240	– 250	– 270	HB 7520	140	– 160	– 180
6.0	legovaná cementační ocel	< 1000	HB 7520	140	– 160	– 200	HB 7520	120	– 140	– 160
6.1	legovaná cementační ocel	> 1000	HB 7520	120	– 140	– 170	HB 7520	110	– 130	– 150
7.0	Nitridační oceli	< 1000	HB 7520	120	– 140	– 170	HB 7520	110	– 130	– 150
7.1	Nitridační oceli	> 1000	HB 7520	110	– 130	– 150	HB 7520	110	– 125	– 140
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HB 7520	170	– 190	– 220	HB 7520	120	– 140	– 160
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HB 7520	140	– 160	– 200	HB 7520	110	– 130	– 150
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HB 7520	100	– 125	– 150	HB 7520	90	– 110	– 130
9.0	Rychlofrézna ocel	830 – 1200	HB 7520	90	– 120	– 140	HB 7520	80	– 100	– 120
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC			–				–	
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC			–				–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC			–				–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřeben	1350			–		HB 7520	60	– 80	– 100
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřeben	1800			–		HB 7520	30	– 40	– 60
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HB 7520	100	– 125	– 150	HB 7520	110	– 130	– 150
13.0	Nerez oceli sifné	< 700	HB 7535	200	– 240	– 260	HB 7535	100	– 120	– 140
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HB 7535	160	– 180	– 230	HB 7535	60	– 90	– 110
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HB 7535	120	– 140	– 180	HB 7535	60	– 80	– 100
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HB 7535	120	– 140	– 170	HB 7535	80	– 100	– 140
14.0	Speciální slitiny	< 1200					HB 7535	35	– 45	– 55
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HB 7520	230	– 250	– 280	HB 7520	230	– 250	– 280
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HB 7520	200	– 220	– 250	HB 7520	200	– 220	– 250
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7520	180	– 200	– 220	HB 7520	180	– 200	– 220
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7520	120	– 150	– 180	HB 7520	120	– 150	– 180
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	HB 7535	60	– 70	– 100	HB 7535	60	– 70	– 100
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	HB 7535	40	– 50	– 70	HB 7535	40	– 50	– 70
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HU 7710	500	– 700	– 1300	HU 7710	500	– 700	– 1300
17.1	Hliník slevárenské slitiny <10% Si	< 600	HU 7710	300	– 600	– 1000	HU 7710	300	– 600	– 1000
17.2	Hliník slevárenské slitiny >10% Si	< 600	HU 7710	300	– 400	– 800	HU 7710	300	– 400	– 800
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	HU 7710	500	– 700	– 1300	HU 7710	500	– 700	– 1300
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HU 7710	300	– 400	– 800	HU 7710	300	– 400	– 800
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	HB 7520	300	– 400	– 800	HB 7520	300	– 400	– 800
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HB 7535	200	– 300	– 600	HB 7535	200	– 300	– 600
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HB 7520	200	– 300	– 600	HB 7520	200	– 300	– 600
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	HB 7520	160	– 200	– 240	HB 7520	160	– 200	– 240
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HB 7535	160	– 200	– 240	HB 7535	160	– 200	– 240
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HB 7520	60	– 70	– 100	HB 7520	60	– 70	– 100
20.0	Grafit		HB 7520	160	– 200	– 240			–	
21.0	Termoplasty a duroplasty				–				–	
21.1	GFK a CFK				–				–	

Upozornění: Viz též tabulka dlabacích kruhových fréz

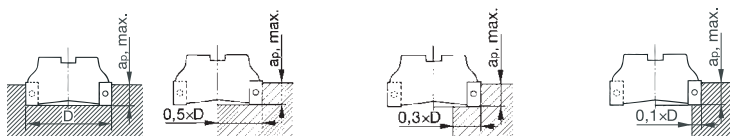



Tabulka 8.43 -90° rohová fréz. hlava GARANT Softcut s vym. břit. destičkou ANMT 1003

Katalogové číslo 215380; 215400

 $a_p \text{ max} = 4,2 \text{ mm}$

Materiálová skupina	Označení materiálů	Pevnost [Nm/mm ²]	Řezný materiál 1. Volba	Obrábění nasucho			Řezný materiál 1. Volba	Obrábění na mokro		
				min.	v_c [m/min] počátek	max.		min.	v_c [m/min] počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	HB 7835	250	– 260	– 280	HB 7835	250	– 260	– 280
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	HB 7835	170	– 200	– 230	HB 7835	170	– 200	– 230
2.0	Automatové oceli	< 850	HB 7835	240	– 260	– 270	HB 7835	240	– 260	– 270
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HB 7835	240	– 260	– 270	HB 7835	240	– 260	– 270
3.0	Neleg. ocel k zesílení	< 700	HB 7835	200	– 210	– 230	HB 7835	200	– 210	– 230
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	HB 7835	170	– 200	– 220	HB 7835	170	– 200	– 220
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7835	170	– 200	– 220	HB 7835	170	– 200	– 220
4.0	Legované ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7835	170	– 190	– 210	HB 7835	170	– 190	– 210
4.1	Legované ocel k zesílení	1000 – 1200	HB 7835	170	– 190	– 210	HB 7835	170	– 190	– 210
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	HB 7835	260	– 280	– 300	HB 7835	260	– 280	– 300
6.0	Legované cementační ocel	< 1000	HB 7835	110	– 130	– 150	HB 7835	110	– 130	– 150
6.1	Legované cementační ocel	> 1000	HB 7835	110	– 130	– 150	HB 7835	110	– 130	– 150
7.0	Nitridační oceli	< 1000	HB 7835	110	– 140	– 170	HB 7835	110	– 140	– 170
7.1	Nitridační oceli	> 1000	HB 7835	110	– 130	– 150	HB 7835	110	– 130	– 150
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HB 7835	110	– 150	– 180	HB 7835	110	– 150	– 180
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HB 7835	90	– 110	– 152	HB 7835	90	– 110	– 152
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HB 7835	110	– 150	– 180	HB 7835	110	– 150	– 180
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	HB 7835	90	– 110	– 120	HB 7835	90	– 110	– 120
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC			–				–	
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC			–				–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC			–				–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1350	HB 7835	30	– 40	– 50	HB 7835	30	– 40	– 50
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1800	HB 7835	20	– 30	– 40	HB 7835	20	– 30	– 40
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HB 7835	70	– 90	– 120	HB 7835	70	– 90	– 100
13.0	Nerez oceli siféné	< 700	HB 7835	150	– 180	– 210	HB 7835	100	– 120	– 140
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HB 7835	110	– 130	– 150	HB 7835	70	– 85	– 100
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HB 7835	90	– 120	– 150	HB 7835	60	– 80	– 95
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HB 7835	70	– 100	– 120	HB 7835	45	– 65	– 80
14.0	Speciální slitiny	< 1200			–				–	
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HB 7735	220	– 250	– 270	HB 7735	220	– 250	– 270
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HB 7735	200	– 230	– 250	HB 7735	200	– 230	– 250
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7735	180	– 190	– 230	HB 7735	180	– 190	– 230
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7735	100	– 150	– 190	HB 7735	100	– 150	– 190
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850			–		HB 7835	50	– 60	– 70
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200			–		HB 7835	40	– 50	– 60
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HU 7710	700	– 800	– 1100	HU 7710	700	– 800	– 1100
17.1	Hliník slevárenské slitiny <10% Si	< 600	HU 7710	450	– 550	– 700	HU 7710	450	– 550	– 700
17.2	Hliník slevárenské slitiny >10% Si	< 600	HU 7710	300	– 500	– 600	HU 7710	300	– 500	– 600
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	HU 7710	700	– 800	– 1100	HU 7710	700	– 800	– 1100
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HU 7710	600	– 700	– 800	HU 7710	600	– 700	– 800
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	HU 7710	600	– 700	– 800	HU 7710	600	– 700	– 800
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HU 7710	600	– 700	– 800	HU 7710	600	– 700	– 800
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HU 7710	600	– 700	– 800	HU 7710	600	– 700	– 800
19.4	Bronz, tvořící dlouhé třísky	650 – 850	HU 7710	500	– 550	– 600	HU 7710	500	– 550	– 600
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HU 7710	500	– 550	– 600	HU 7710	500	– 550	– 600
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HU 7710	450	– 500	– 550	HU 7710	450	– 500	– 550
20.0	Grafit		HB 7835	70	– 90	– 110			–	
21.0	Termoplasty a duroplasty				–				–	
21.1	GFK a CFK				–				–	



	Posuv na zub f_z [mm/Z]								
	do $a_g = (0,5 \dots 1) \times D$			do $a_g = 0,3 \times D$			do $a_g = 0,1 \times D$		
	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,12	– 0,15	– 0,17	0,15	– 0,17	– 0,19
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,12	– 0,15	– 0,17	0,15	– 0,17	– 0,19
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,12	– 0,15	– 0,17	0,15	– 0,17	– 0,19
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	– 0,15	– 0,18
	0,08	– 0,10	– 0,12	0,11	– 0,13	– 0,15	0,13	–	



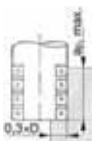
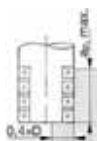


Tabulka 8.44 Hrubovací (ježková) fréza GARANT Softcut s WPL ANGT 1606

Katalogové číslo 215240

Materiálová skupina	Označení materiálu	Pevnost [Nm/mm ²]	Řezný materiál 1. Volba	Obrábění nasucho			Řezný materiál 1. Volba	Obrábění na mokro		
				min.	v_c [m/min] počátek	max.		min.	v_c [m/min] počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	HB 7735	260	– 280	– 300	HB 7835	260	– 280	– 300
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	HB 7735	160	– 200	– 240	HB 7835	160	– 200	– 240
2.0	Automatové oceli	< 850	HB 7735	250	– 270	– 290	HB 7835	250	– 270	– 290
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HB 7735	250	– 270	– 290	HB 7835	250	– 270	– 290
3.0	Neleg. ocel k zesílení	< 700	HB 7735	200	– 220	– 240	HB 7835	200	– 220	– 240
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	HB 7735	170	– 200	– 230	HB 7835	170	– 200	– 230
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7735	170	– 200	– 230	HB 7835	170	– 200	– 230
4.0	Legované ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7735	170	– 200	– 230	HB 7835	170	– 200	– 230
4.1	Legované ocel k zesílení	1000 – 1200	HB 7735	170	– 200	– 230	HB 7835	170	– 200	– 230
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	HB 7735	260	– 280	– 300	HB 7835	260	– 280	– 300
6.0	Legované cementační ocel	< 1000	HB 7735	130	– 160	– 190	HB 7835	130	– 160	– 190
6.1	Legované cementační ocel	> 1000	HB 7735	130	– 160	– 190	HB 7835	130	– 160	– 190
7.0	Nitridační oceli	< 1000	HB 7735	140	– 180	– 220	HB 7835	140	– 180	– 220
7.1	Nitridační oceli	> 1000	HB 7735	130	– 160	– 190	HB 7835	130	– 160	– 190
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HB 7735	140	– 180	– 220	HB 7835	140	– 180	– 220
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HB 7735	130	– 160	– 190	HB 7835	130	– 160	– 190
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HB 7735	110	– 130	– 150	HB 7835	110	– 130	– 150
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	HB 7735	110	– 130	– 150	HB 7835	110	– 130	– 150
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC			–				–	
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC			–				–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC			–				–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1350	HB 7735	40	– 50	– 60	HB 7835	40	– 50	– 60
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1800	HB 7735	20	– 30	– 40	HB 7835	20	– 30	– 40
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HB 7735	130	– 160	– 190	HB 7835	130	– 160	– 190
13.0	Nerez oceli siféné	< 700	HB 7735	140	– 160	– 180	HB 7835	60	– 80	– 100
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HB 7735	180	– 220	– 260	HB 7835	70	– 90	– 110
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HB 7735	120	– 150	– 180	HB 7835	60	– 80	– 100
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HB 7735	90	– 120	– 150	HB 7835	70	– 90	– 110
14.0	Speciální slitiny	< 1200	HB 7735	30	– 40	– 50	HB 7835	38	– 48	– 58
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HB 7735	200	– 220	– 240	HB 7835	200	– 220	– 240
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HB 7735	140	– 160	– 180	HB 7835	140	– 160	– 180
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7735	140	– 160	– 180	HB 7835	140	– 160	– 180
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7735	100	– 140	– 160	HB 7835	100	– 140	– 160
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850			–				–	
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200			–				–	
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	HU 7710	900	– 1000	– 1100	HU 7710	900	– 1000	– 1100
17.1	Hliník slevárenské slitiny <10% Si	< 600	HU 7710	600	– 700	– 900	HU 7710	600	– 700	– 900
17.2	Hliník slevárenské slitiny >10% Si	< 600	HU 7710	400	– 600	– 750	HU 7710	400	– 600	– 750
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	HU 7710	900	– 1000	– 1100	HU 7710	900	– 1000	– 1100
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	HU 7710	750	– 850	– 950	HU 7710	750	– 850	– 950
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	HU 7710	750	– 850	– 950	HU 7710	750	– 850	– 950
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HU 7710	750	– 850	– 950	HU 7710	750	– 850	– 950
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	HU 7710	750	– 850	– 950	HU 7710	750	– 850	– 950
19.4	Bronz, tvořící dlouhé třísky	650 – 850	HU 7710	650	– 700	– 750	HU 7710	650	– 700	– 750
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	HU 7710	650	– 700	– 750	HU 7710	650	– 700	– 750
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	HU 7710	600	– 650	– 700	HU 7710	600	– 650	– 700
20.0	Grafit		HB 7735	75	– 100	– 125				
21.0	Termoplasty a duroplasty				–				–	
21.1	GFK a CFK				–				–	

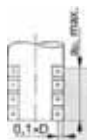
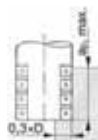
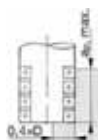
Pozor: Nezapomeňte na dostatečný výkon stroje (viz. též kapitola "Frézování", odstavec 3)!




Tabulka 8.45 Hrubovací (ježková) fréza GARANT s vyměnit. břit. destičkou APKT 1003
Katalogové číslo 215860

Materiálová skupina	Označení materiálů	Pevnost [Nm/mm ²]	Řezný materiál 1. Volba	Obrábění nasucho			Řezný materiál 1. Volba	Obrábění na mokro		
				min.	v_c [m/min]	max.		min.	v_c [m/min]	max.
					počátek					
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	HB 7520	180	– 200	– 220	HB 7535	160	– 180	– 200
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	HB 7520	160	– 180	– 200	HB 7535	140	– 160	– 180
2.0	Automatové oceli	< 850	HB 7520	180	– 200	– 220	HB 7535	160	– 180	– 200
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	HB 7520	160	– 180	– 200	HB 7535	140	– 160	– 180
3.0	Neleg. ocel k zesílení	<700	HB 7520	170	– 190	– 210	HB 7520	140	– 160	– 180
3.1	Neleg. ocel k zesílení	700 – 850	HB 7520	160	– 180	– 200	HB 7535	130	– 150	– 170
3.2	Neleg. ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7520	140	– 160	– 180	HB 7520	120	– 140	– 160
4.0	Legovaná ocel k zesílení	850 – 1000	HB 7520	120	– 140	– 160	HB 7520	120	– 140	– 160
4.1	Legovaná ocel k zesílení	1000 – 1200	HB 7520	110	– 130	– 150	HB 7520	110	– 130	– 150
5.0	Neleg. cementační ocel	<750	HB 7520	170	– 190	– 210	HB 7520	140	– 160	– 180
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	HB 7520	160	– 180	– 200	HB 7535	140	– 160	– 180
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	HB 7520	140	– 160	– 180	HB 7520	120	– 140	– 160
7.0	Nitridační oceli	< 1000	HB 7520	110	– 130	– 150	HB 7520	120	– 140	– 170
7.1	Nitridační oceli	> 1000	HB 7520	90	– 111	– 130	HB 7520	110	– 125	– 140
8.0	Nástrojové oceli	< 850	HB 7520	130	– 150	– 170	HB 7520	120	– 140	– 160
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	HB 7520	120	– 140	– 160	HB 7520	110	– 130	– 150
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	HB 7520	90	– 110	– 130	HB 7520	110	– 130	– 150
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	HB 7520	80	– 100	– 120	HB 7520	60	– 90	– 110
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC			–				–	
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC			–				–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC			–				–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřeben	1350	HB 7520	60	– 80	– 100			–	
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřeben	1800			–				–	
12.0	Pružinové oceli	< 1500	HB 7520	90	– 110	– 130	HB 7520	90	– 110	– 130
13.0	Nerez oceli sifné	< 700	HB 7520	140	– 160	– 180	HB 7535	80	– 100	– 130
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	HB 7520	120	– 140	– 160	HB 7535	70	– 90	– 120
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	HB 7520	100	– 120	– 140	HB 7535	60	– 80	– 100
13.3	Nerez oceli martensitické	< 1100	HB 7520	100	– 120	– 140	HB 7535	60	– 80	– 100
14.0	Speciální slitiny	< 1200	HB 7520	25	– 40	– 60			–	
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	HB 7520	170	– 190	– 210	HB 7520	170	– 190	– 210
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	HB 7520	140	– 160	– 180	HB 7520	140	– 160	– 180
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7520	130	– 150	– 170	HB 7520	130	– 150	– 170
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7520	110	– 130	– 150	HB 7520	110	– 130	– 150
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850			–				–	
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200			–				–	
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530			–		HU 7710	250	– 280	– 300
17.1	Hliník slévárenské slitiny <10% Si	<600	HU 7710	250	– 280	– 300	HU 7710	250	– 280	– 300
17.2	Hliník slévárenské slitiny >10% Si	< 600	HU 7710	220	– 240	– 270	HB 7535	220	– 240	– 270
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280			–		HU 7710	250	– 280	– 300
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400			–		HU 7710	200	– 220	– 250
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600			–				–	
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	HB 7535	300	– 320	– 350	HB 7535	300	– 320	– 350
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600			–				–	
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850			–				–	
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850			–		HU 7710	200	– 220	– 250
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200			–				–	
20.0	Grafit				–				–	
21.0	Termoplasty a duroplasty				–				–	
21.1	GFK a CFK				–				–	

Pozor: Nezapomeňte na dostatečný výkon stroje (viz. též kapitola "Frézování", odstavec 3) !



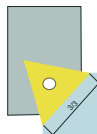
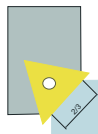
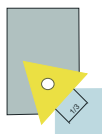
Posuv na zub f_z [mm/Z]								
do $a_\phi = 0,4xD$			do $a_\phi = 0,3xD$			do $a_\phi = 0,1xD$		
min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
0,07	- 0,08	- 0,09	0,10	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
0,07	- 0,08	- 0,09	0,10	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
0,07	- 0,08	- 0,09	0,10	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
0,07	- 0,08	- 0,09	0,10	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
0,07	- 0,08	- 0,09	0,10	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
0,07	- 0,08	- 0,09	0,10	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
0,07	- 0,08	- 0,09	0,10	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
0,07	- 0,08	- 0,09	0,10	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
0,07	- 0,08	- 0,09	0,10	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	0,11	- 0,12	- 0,13
-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,07	- 0,08	- 0,09	0,09	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
0,07	- 0,08	- 0,09	0,09	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
0,07	- 0,08	- 0,09	0,09	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
0,07	- 0,08	- 0,09	0,09	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
0,07	- 0,08	- 0,09	0,09	- 0,10	- 0,11	0,11	- 0,12	- 0,13
-	-	-	-	-	-	0,09	- 0,10	- 0,11
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
0,09	- 0,10	- 0,01	0,10	- 0,12	- 0,13	0,12	- 0,13	- 0,15
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,11	- 0,12	- 0,13	0,13	- 0,14	- 0,15	0,15	- 0,16	- 0,17
0,11	- 0,12	- 0,13	0,13	- 0,14	- 0,15	0,15	- 0,16	- 0,17
0,11	- 0,12	- 0,13	0,13	- 0,14	- 0,15	0,15	- 0,16	- 0,17
0,11	- 0,12	- 0,13	0,13	- 0,14	- 0,15	0,15	- 0,16	- 0,17
0,11	- 0,12	- 0,13	0,13	- 0,14	- 0,15	0,15	- 0,16	- 0,17
-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,11	- 0,12	- 0,13	0,13	- 0,14	- 0,15	0,15	- 0,16	- 0,17
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,11	- 0,12	- 0,13	0,13	- 0,14	- 0,15	0,15	- 0,16	- 0,17
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-



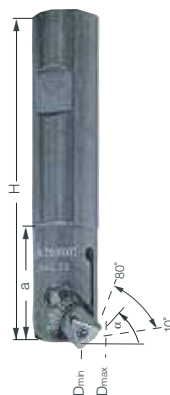
**Tabulka 8.46** Nastavitelný záhlubník s vyměnitelnými břit. destičkami (10°-80°)

Katalogové číslo 216620

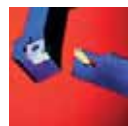
Materiálová skupina	Označení materiálů	Pevnost [N/mm ²]	KOMET Řezný materiál 1. Volba	Obrábění nasucho			KOMET Řezný materiál 1. Volba	Obrábění na mokro		
				min.	v_c [m/min] počátek	max.		min.	v_c [m/min] počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	BK 84	225	– 250	– 275	BK 84	225	– 250	– 275
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	BK 84	200	– 220	– 240	BK 84	200	– 220	– 240
2.0	Automatové oceli	< 850	BK 84	200	– 220	– 240	BK 84	200	– 220	– 240
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	BK 84	200	– 220	– 240	BK 84	200	– 220	– 240
3.0	Neleg. Ocel k zúšlechťení	< 700	BK 84	165	– 185	– 200	BK 84	165	– 185	– 200
3.1	Neleg. Ocel k zúšlechťení	700 – 850	BK 84	165	– 185	– 200	BK 84	165	– 185	– 200
3.2	Neleg. Ocel k zúšlechťení	850 – 1000	BK 84	155	– 175	– 190	BK 84	155	– 175	– 190
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	BK 84	155	– 175	– 190	BK 84	155	– 175	– 190
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	BK 84	155	– 175	– 190	BK 84	155	– 175	– 190
5.0	Neleg. cementační ocel	< 750	BK 84	225	– 250	– 275	BK 84	225	– 250	– 275
6.0	Legovaná cementační ocel	< 1000	BK 84	155	– 175	– 190	BK 84	155	– 175	– 190
6.1	Legovaná cementační ocel	> 1000	BK 84	155	– 175	– 190	BK 84	155	– 175	– 190
7.0	Nitridační oceli	< 1000	BK 84	155	– 175	– 190	BK 84	155	– 175	– 190
7.1	Nitridační oceli	> 1000	BK 84	120	– 140	– 160	BK 84	120	– 140	– 160
8.0	Nástrojové oceli	< 850	BK 84	155	– 175	– 190	BK 84	155	– 175	– 190
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	BK 84	120	– 140	– 160	BK 84	120	– 140	– 160
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	BK 84	90	– 110	– 125	BK 84	90	– 110	– 125
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	BK 84	90	– 110	– 125	BK 84	90	– 110	– 125
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC								
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC			–				–	
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC			–				–	
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1350	BK 84	30	– 40	– 45	BK 84	30	– 40	– 45
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřebení	1800	BK 84	25	– 35	– 45	BK 84	25	– 35	– 45
12.0	Pružinové oceli	< 1500	BK 84	30	– 40	– 45	BK 84	30	– 40	– 45
13.0	Nerez oceli siféné	< 700	BK 84	120	– 140	– 160	BK 84	120	– 140	– 160
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	BK 84	120	– 140	– 160	BK 84	120	– 140	– 160
13.2	Nerez oceli austenitické	< 850	BK 84	120	– 140	– 160	BK 84	120	– 140	– 160
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	BK 84	120	– 140	– 160	BK 84	120	– 140	– 160
14.0	Speciální slitiny	< 1200	BK 84	30	– 40	– 45	BK 84	30	– 40	– 45
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	BK 84	200	– 220	– 240	BK 84	200	– 220	– 240
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	BK 84	140	– 160	– 180	BK 84	140	– 160	– 180
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	BK 84	140	– 160	– 180	BK 84	140	– 160	– 180
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	BK 84	100	– 140	– 160	BK 84	100	– 140	– 160
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	BK 84	30	– 40	– 45	BK 84	30	– 40	– 45
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	BK 84	25	– 35	– 45	BK 84	25	– 35	– 45
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	K10/P25M	220	– 240	– 260	K10/P25M	220	– 240	– 260
17.1	Hliník slevárenské slitiny <10% Si	< 600	K10/P25M	400	– 500	– 700	K10/P25M	400	– 500	– 700
17.2	Hliník slevárenské slitiny >10% Si	< 600	K10/P25M	200	– 350	– 500	K10/P25M	200	– 350	– 500
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	K10/P25M	600	– 700	– 800	K10/P25M	600	– 700	– 800
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	K10/P25M	400	– 500	– 700	K10/P25M	400	– 500	– 700
19.1	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	K10/P25M	500	– 600	– 700	K10/P25M	500	– 600	– 700
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	K10/P25M	500	– 600	– 700	K10/P25M	500	– 600	– 700
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	K10/P25M	500	– 600	– 700	K10/P25M	500	– 600	– 700
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	K10/P25M	400	– 500	– 700	K10/P25M	400	– 500	– 700
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	BK 84	300	– 400	– 500	BK 84	300	– 400	– 500
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	BK 84	300	– 400	– 500	BK 84	300	– 400	– 500
20.0	Grafit		BK 84	300	– 400	– 500				
21.0	Termoplasty a duroplasty				–				–	
21.1	GFK a CFK				–				–	



Posuv na zub f_z [mm/Z]								
do $a_e = \frac{1}{3}$			do $a_e = \frac{2}{3}$			bis $a_e = \frac{3}{3}$		
min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,08	– 0,12	– 0,16	0,10	– 0,15	– 0,20	0,14	– 0,21	– 0,28
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,08	– 0,12	– 0,16	0,10	– 0,15	– 0,20	0,14	– 0,21	– 0,28
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,08	– 0,12	– 0,16	0,10	– 0,15	– 0,20	0,14	– 0,21	– 0,28
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,08	– 0,12	– 0,16	0,10	– 0,15	– 0,20	0,14	– 0,21	– 0,28
0,08	– 0,11	– 0,14	0,10	– 0,14	– 0,18	0,14	– 0,19	– 0,24
0,08	– 0,11	– 0,14	0,10	– 0,14	– 0,18	0,14	– 0,19	– 0,24
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,08	– 0,10	– 0,12	0,10	– 0,13	– 0,16	0,14	– 0,17	– 0,20
0,08	– 0,10	– 0,12	0,10	– 0,13	– 0,16	0,14	– 0,17	– 0,20
0,08	– 0,10	– 0,12	0,10	– 0,13	– 0,16	0,14	– 0,17	– 0,20
0,10	– 0,13	– 0,16	0,13	– 0,17	– 0,21	0,17	– 0,22	– 0,28
0,10	– 0,13	– 0,16	0,13	– 0,17	– 0,21	0,17	– 0,22	– 0,28
0,09	– 0,12	– 0,14	0,13	– 0,16	– 0,19	0,17	– 0,21	– 0,25
0,09	– 0,11	– 0,12	0,12	– 0,14	– 0,15	0,17	– 0,19	– 0,21
0,06	– 0,08	– 0,10	0,08	– 0,10	– 0,12	0,10	– 0,14	– 0,18
0,08	– 0,13	– 0,18	0,10	– 0,17	– 0,24	0,14	– 0,23	– 0,32
0,08	– 0,13	– 0,18	0,10	– 0,17	– 0,24	0,14	– 0,23	– 0,32
0,08	– 0,13	– 0,18	0,10	– 0,17	– 0,24	0,14	– 0,23	– 0,32
0,08	– 0,13	– 0,18	0,10	– 0,17	– 0,24	0,14	– 0,23	– 0,32
0,08	– 0,10	– 0,12	0,10	– 0,13	– 0,16	0,14	– 0,17	– 0,20
0,08	– 0,10	– 0,12	0,10	– 0,13	– 0,16	0,14	– 0,17	– 0,20
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
0,10	– 0,14	– 0,18	0,13	– 0,18	– 0,23	0,17	– 0,24	– 0,31
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–



Rozměr α	Stopka \varnothing			
	20 mm		25 mm	
	D min [mm]	D min [mm]	D min [mm]	D min [mm]
10°	5	26	5	32
20°	8	27	6	33
30°	10	27	7	34
40°	13	27	10	33
45°	14	27	11	33
50°	15	27	13	32
60°	17	26	16	31
70°	19	25	19	29
80°	20	24	23	27



Obsah

Seznam tabulek - řezné podmínky soustružení a rýhování	499
Přehled nástrojů pro soustružení, soustružení závitů a zapichování	500
1 Způsoby soustružení	501
2 Parametry řezu a třísek při soustružení	502
3 Síly a potřebný výkon při soustružení	503
4 Výpočet času obrábění při soustružení	504
4.1 Čas obrábění při podélném soustružení	504
4.2 Čas obrábění při soustružení čelních ploch	505
4.3 Čas obrábění při soustružení závitů	506
5 Soustružnické nástroje	507
5.1 Jednodílné soustružnické nástroje	507
5.1.1 Soustružnické nože z rychlořezné oceli (HSS)	507
5.1.2 Soustružnické nože s břity z tvrdokovu	507
5.1.3 Vyobrazení řezných hlav	507
5.2 Držáky a vyměnitelné břitové destičky	508
5.2.1 Držáky	508
5.2.2 Vyměnitelné břitové destičky	510
5.2.2.1 Kód ISO vyměnitelných břitových destiček	511
5.2.2.2 Velikost vyměnitelných břitových destiček	512
5.2.2.3 Vyměnitelné břitové destičky SECO-Wiper	513
5.2.3 Lámače a utvářeče třísky	514
6 Vnitřní soustružení	517
6.1 Protáčení	518
6.2 Protáčení s jemně stavitelnými hlavami	519
7 Soustružení závitů	520
7.1 Volba správné obráběcí metody a podložky	521
7.2 Volba přísuvu	523
7.2.1 Radiální přísuv	523
7.2.2 Přísuv podél boku	524
7.2.3 Střídavý přísuv	524
7.2.4 Počet řezů (průchodů) a přísuv na řez	524
8 Upichování a zapichování	525
8.1 Upichování	525
8.2 Zapichovací soustružení	527
9 Jemné soustružení	530
10 Řešení problémů	531
10.1 Řešení problémů při soustružení	531
10.2 Řešení problémů při soustružení Seco-MDT	532
10.3 Řešení problémů při soustružení závitů	533
10.4 Řešení problémů při soustružení závitů a zapichování	534



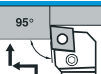
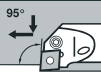
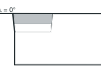

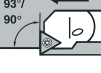
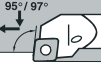
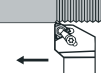


11	Použití soustružnických nástrojů GARANT	535
11.1	VA soustružení	535
11.2	Soustružení závitů	536
11.3	Zápichování	537
11.4	Jemné soustružení	538
12	Rýhování	539
12.1	Normování rýhování a rýhovaných profilů	539
12.2	Metody rýhování	541
12.2.1	Rýhování tvářením	541
12.2.2	Rýhování frézováním	543
13	Hodnoty používané pro soustružení a rýhování	545

Seznam tabulek - hodnoty pro použití při soustružení a rýhování

Soustružení	Obrábění		Č. tab.	Strana
Vnější soustružení (0° a 7°)				
	Nejjemnější hlazení		9.12	546
	Obrábění načisto		9.13	550
	Střední obrábění		9.14	554
	Obrábění nahrubo		9.15	558
	Těžké obrábění		9.16	562
Vnitřní soustružení (0° a 7°)				
	L / D < 3	Velmi jemné soustružení a soustružení načisto	9.17	566
		Střední obrábění	9.18	570
	L / D = 3 ... 4	Velmi jemné soustružení a soustružení načisto	9.19	574
		Střední obrábění	9.20	576
Jemné soustružení s vyměnitelnými břitovými destičkami 7° a 15°			9.21	578
Velmi jemné soustružení s UniTurn			9.22	580
Soustružení závitů			9.23	582
Upichování			9.24	584
Rozpichování			9.25	586
Rýhování frézováním			9.26	588



Přehled nástrojů pro soustružení, soustruž. závitů a zapichování

Garant		Skupina	Str.	SECO		Skupina	Str.
	Druhy pro soustružení Geometrie pro soustružení	25	332 – 333	Druhy pro soustružení Geometrie pro soustružení	28	371 – 373	
	Vyměnitelné břitové destičky ISO 0° CNMG 09T3.. / CNMG 1204.. / CNMG 1606.. DNMG 1104.. / DNMG 1504 / DNMM 1504.. KNMG 1604.. / SNMG 1204.. / TNMG 1604.. WNMG 06T3.. / WNMG 0804.. Tvrdé obrábění (CBN) ..CNMA 1204.. / ..DNMA 1504.. ..VNMA 1604.. Tvrdé obrábění a litina (keramika) CNGA 1204.. / DNGA 1506.. / SNGA 1204.. TNGA 1604.. / VNGA 1604..	25	334 – 339 340 341	Vyměnitelné břitové destičky ISO 0° CNMG 09T3.. / CNMG 1204.. / CNMG 1606.. DNMG 1204.. Wiper DNMG 1104.. / DNMG 1104.. Wiper DNMG 1506.. / DNMM 1506.. DNMG 1506.. Wiper SNMG 1204.. / TNMG 1604.. WNMG 0604.. / WNMG 0804.. Jiná provedení produktů z programu pro soustružení SECO k dodání v krátkých lhůtách	28	383 – 389	
	Soustružnický držák ISO 0° PCLN.. / DCLN.. / PDJN.. DDJN.. / PTJN.. / PSSN.. MVJN.. / PWLN.. / MWLN..	25	342 – 345				
	Vyvrátací tyče ISO 0° (ocel s vnitř.chl.) A..PCLN.. / A..PDUN.. A..MWLN.. Náhradní díly pro držáky 0° a vyvrt. tyče	25	345 – 347				
	Vyměnitelné břitové destičky ISO 7° CCMT 0602.. / CCGT 0602.. / CCMT 09T3.. CGGT 09T3.. / CCMT 1204.. / CCGT 1204.. DCMT 0702.. / DCGT 0702.. / DCMT 11T3.. DCGT 11T3.. / TCMT 1102.. / TCGT 1102.. TCMT 16T3.. / TCGT 16T3.. / VCGT 1103.. VCGT 1103.. / VCGT 1604.. Tvrdé obrábění (CBN): M-CCGW 0602.. / M-CCGW 09T3.. M-DCGW 0702.. / M-DCGW 11T3..	26	348 – 351 352	Vyměnitelné břitové destičky ISO 7° CCMT 0602.. / CCMT 0602.. Wiper CCMT 09T3.. / CCMT 09T3.. Wiper CCMT 1204.. / CCMT 1204.. Wiper DCMT 0702.. / DCMT 11T3.. TCMT 1102.. / TCMT 16T3.. Jiná provedení produktů z programu pro soustružení SECO k dodání v krátkých lhůtách	28	390 – 392	
	Soustružnický držák ISO 7° SCLC.. / SDHC.. / SDJC.. SVHC.. / SVJC..	26	353 – 355				
	Vyvrátací tyče ISO 7° (ocel a TK s vnitř.chl.) A..PCLN.. / A..PDUN.. A..MWLN..	26	355 – 359				
	7°/15°-ISO program pro jemné soustružení Vyměnitelné břit. destičky a vyvrátací tyče (ocel a TK) od Ø 4,6 Náhradní díly pro držáky a vyvrátací tyče 7°/15°	26	360 – 363				
	Soustružení závitů (vyměnitelné břitové destičky a držáky)	27	364 – 369				
	Upichování (vyměnitelné břitové destičky a držáky)	27	370	Upichování (vyměnitelné břitové destičky a držáky)	27	382	
				Zapichování MDT 16 a MDT 13 (vyměnitelné břitové destičky a držáky)	27	374 – 381	
Směrné hodnoty pro použití viz Příručka pro třískové obrábění č. 083950							

Směrné hodnoty pro použití viz Příručka pro třískové obrábění č. 083950

Uvedená čísla stránek se vztahují k hlavnímu katalogu č. 34.

1 Způsoby soustružení

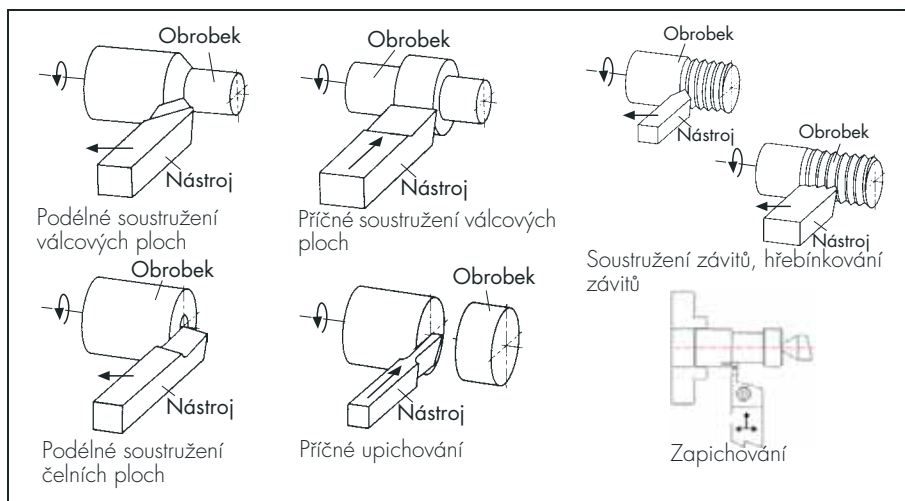
Způsoby soustružení se dají rozdělit podle DIN 8589 část 1 z následujících hledisek

- vytvářený povrch
- tvar nástroje
- kinematika obráběcího procesu

takto:

- podle polohy místa obrábění:
 - vnější soustružení
 - vnitřní soustružení
- podle vytvářené obrobené plochy:
 - soustružení válcových ploch
 - soustružení čelních ploch
 - šroubové soustružení
 - soustružení neválcových ploch
 - profilové soustružení
 - tvárové soustružení
- podle směru posuvu:
 - podélné soustružení
 - příčné soustružení

Přitom se dále rozlišuje podle jakosti povrchu soustružení nahrubo, soustružení načisto, jemné soustružení a nejjemnější soustružení. Na *obr. 9.1* je znázorněno několik způsobů soustružení podle normy 8589.



Obr. 9.1 Způsoby soustružení (příklady) podle DIN 8589, část 1

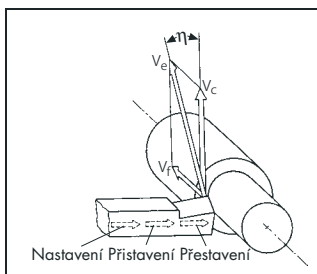


2 Parametry řezu a třísek při soustružení

Řezná rychlost v_c je zajišťována otáčením obrobku s počtem otáček n . Řezná rychlost je dosahována v bodě řezu ve vzdálenosti $d/2$ od osy soustružení. Není stejná na celém obrobku. Směrem ke středu obrobku se s klesajícím průměrem snižuje (nezapomeňte především při soustružení čelních ploch). Má-li řezná rychlost zůstat konstantní, musí se odpovídajícím způsobem měnit (regulovat) počet otáček n .

$$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

v_c řezná rychlost [m/min] (rov. 9.1)
 D průměr obrobku [mm]
 n počet otáček [ot./min]



v_c řezná rychlost
 v_f rychlost posuvu
 v_e výsledná řezná rychlost
 η úhel směru obrábění

Obr. 9.2 Rychlost hlavního a vedlejších pohybů při soustružení

Pro **rychlost posuvu v_f** platí následující vztah:

$$v_f = f_z \cdot n$$

v_f rychlost posuvu [mm/min] (rov. 9.2)
 f posuv [mm/ot.]
 n počet otáček [ot./min]

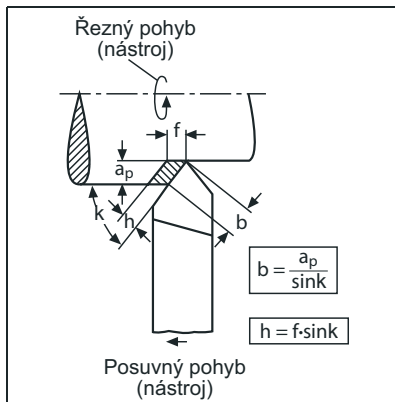


Obr. 9.3 Soustružení tvrdých materiálů

Obr. 9.4 znázorňuje **průřez třísky A**. Ten představuje průřez materiálu, který je odstraněn jedním řezem. Přitom jsou parametry nastavení stroje (a_p a f) a technologické parametry (b a h) vzájemně propojeny úhlem nastavení κ (viz. též rov. 3,3 až 3,5).

$$A = f \cdot a_p = b \cdot h$$

f posuv (rov. 9.3)
 a_p hloubka řezu
 b šířka třísky
 h tloušťka třísky



Obr. 9.4 Podmínky záběru při podél. soustružení válcových ploch

Dále platí následující vztahy:

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa}$$

b šířka třísky [mm] (rov. 9.4)
 a_p hloubka řezu [mm]
 κ úhel záběru

$$h = f \cdot \sin \kappa$$

h tloušťka třísky [mm] (rov. 9.5)
 f posuv [mm]

3 Síly a potřebný výkon při soustružení

Výpočet síly třískového obrábění a příslušná výkonová kritéria naleznete v kapitole "Základy", odstavec 1.4.



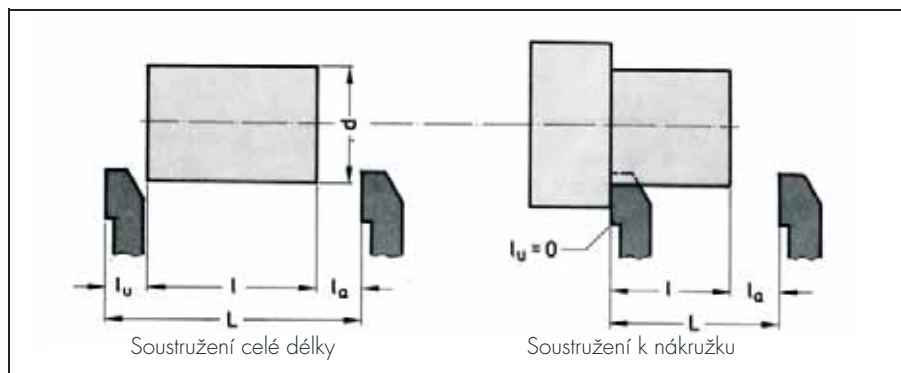
4 Výpočet času obrábění při soustružení

Pro určení času obrábění t_h obecně platí:

$$t_h = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$$

t_h	čas obrábění [min]	(rov. 9.6)
L	celková dráha nástroje [mm]	
i	počet řezů	
f	posuv [mm/ot.]	
n	počet otáček [min^{-1}]	

4.1 Čas obrábění při podélném soustružení



Obr. 9.5 Dráhy při podélném soustružení válcových ploch

Pro **celkovou dráhu** L pak platí:

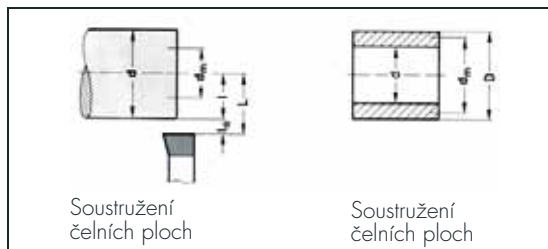
$$L = l + l_a + l_u$$

l	délka obrobku [mm]	(rov. 9.7)
l_a	dráha náběhu [mm]	
l_u	dráha přeběhu [mm]	

Platí:

$$l_a \approx l_u \approx 2 \text{ mm}$$

4.2 Čas obrábění při soustružení čelních ploch



Obr. 9.6
Dráhy a střední
průměr při soustružení čelních ploch

Pro soustružení čelních ploch u plného válce platí:

S

$$l = \frac{D}{2}$$

je

$$L = l_a + l = l_a + \frac{D}{2}$$

L celková dráha nástroje [mm]

l délka obrobku [mm]

l_a dráha náběhu [mm]

D vnější průměr obrobku [mm]

(rov. 9.8)

Pro soustružení čelních ploch prstenců (duté válce) platí:

S

$$l = \frac{D-d}{2}$$

je

$$L = l_a + l + l_u = l_a + \frac{D-d}{2} + l_u$$

D vnější průměr obrobku [mm]

d vnitřní průměr obrobku [mm]

l_a dráha náběhu [mm]

l_u dráha přeběhu [mm]

(rov. 9.9)

Při výpočtu počtu otáček n pro soustružení čelních ploch se vychází ze **středního průměru obrobku d_m** . Platí tedy pro:

plný válec:

$$d_m = \frac{D}{2}$$

dutý válec:

$$d_m = \frac{D+d}{2}$$

a tedy pro počet otáček n :

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d_m \cdot \pi}$$

n počet otáček [ot./min]

v_c řezná rychlost [m/min]

d_m střední průměr obrobku [mm]

(rov. 9.10)



4.3 Čas obrábění při soustružení závitů

Soustružení závitů je podélné soustružení s tvarovým nožem, jehož posuv odpovídá stoupání vyráběného závitu. Pouze u vícechodých závitů se bere v úvahu ještě počet chodů závitu. Čas obrábění t_h plyne ze vzorce:

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

t_h čas obrábění [min]
 L celková dráha nástroje [mm]
 i počet řezů
 p stoupání závitu [mm]
 n počet otáček [min^{-1}]
 g počet chodů závitu

(rov. 9.11)

Počet řezů i se dá vypočítat z hloubky závitu t a hloubky řezu a_p .

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

t hloubka závitu [mm]
 a_p hloubka řezu [mm]

(rov. 9.12)

Příslušné hodnoty pro **hloubku závitu t** můžete nalézt v *tabulce 9.1* a pro **hloubku řezu a_p** v *tabulce 9.2*.

Závit	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Hloubka závitu t [mm]	0,81	0,97	1,13	1,29	1,62	1,95	1,95	2,27

Tabulka 9.1 Hloubky závitu t u metrických závitů podle DIN 13

Obrábění	Metrický a Whitworthův závit	Lichoběžníkový závit
Obrábění nahrubo	$a_p = 0,1 \dots 0,2 \text{ mm}$	$a_p = 0,05 \dots 0,1 \text{ mm}$
Obrábění načisto	$a_p = 0,05 \text{ mm}$	$a_p = 0,03 \dots 0,05 \text{ mm}$
Přibližně platí	$a_p = \sqrt{\frac{d}{40}} \text{ [mm]}$	d vnější průměr závitu

Tabulka 9.2 Hloubky řezu a_p při soustružení závitů nahrubo a načisto

5 Soustružnické nástroje

Tento odstavec se zabývá soustružnickými nástroji ze všeobecných hledisek. Speciální informace, např. o závitových a upichovacích nožích, naleznete v následujících odstavcích pro příslušné metody soustružení.

5.1 Jednodílné soustružnické nástroje

5.1.1 Soustružnické nože z rychlořezné oceli (HSS)

Soustružnické nože z rychlořezné oceli sestávají z jediného kusu. Liší se stopkou, tělesem nástroje a ostřím.

Stopka je čtvercová nebo obdélníková pro vnější obrábění a kulatá nebo čtyřhranná pro vnitřní obrábění.



Obr. 9.7
GARANT, Soustružnický nůž z HSS/E vyhnutý

Řešení **ostří** závisí na použití k podélnému soustružení, příčnému soustružení čelních ploch, soustružení rohů, řezání závitů, upichování nebo vnitřnímu soustružení. Řezná část je tepelně zušlechťena.

5.1.2 Soustružnické nože s břity z tvrdokovu

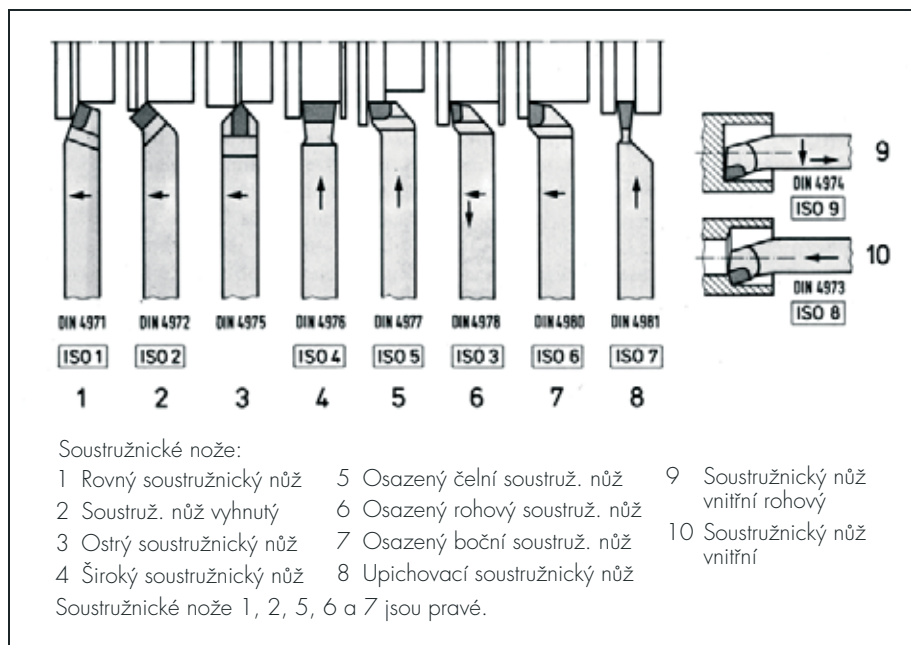


Podobné tvary jako soustružnické nože z HSS mají soustružnické nástroje s připájenými břity z tvrdokovu.

Obr. 9.8 Soustružnický nůž z tvrdokovu GARANT, rovný

5.1.3 Vyobrazení řezných hlav

Podle toho, jaká je poloha řezné hlavy ke stopce soustružnického nože, se rozlišují **rovné**, **vyhnuté** a **osazené** soustružnické nože (viz. obr. 9.9). Dalším rozlišovacím rysem je směr obrábění. Soustružnický nůž, který pracuje zprava doleva, se označuje jako **pravý soustružnický nůž**, protože obrábí pravou stranu obrobku (při pohledu na hrot nástroje je hlavní břit soustružnického nože vpravo). Obr. 9.9 znázorňuje nejdůležitější tvary soustružnických nožů. Příslušné průřezy stopkek jsou stanoveny normou DIN 770.



Obr. 9.9 Tvary soustružnických nožů

5.2 Držáky a vyměnitelné břitové destičky

5.2.1 Držáky

Při použití vyměnitelných břitových destiček např. z tvrdokovu se často používají soustružnické nástroje s **upínačem** pro ostří. Ty se liší od jednoduchých nástrojů v podstatě tvarováním tělesa nástroje, které obsahuje upínací konstrukci. Jejich rozdělení podle normy DIN 4984 vychází ze základního tvaru vyměnitelné břitové destičky a jejího geometrického uspořádání, a tedy též z možného směru řezu. Na *obr. 9.10* je znázorněn kód ISO pro soustružnické držáky a na *obr. 9.11* kód ISO pro vyvrtávací tyče.



C		C		V		A		F		K		S		C	
M		D		W		B		G		L		T		E	
P		S		R		D		H		N		V		N	
S		T				E		J		Q		X		P	
Systém upínání		Tvar VBD				Typ nástroje								Úhel hřbetu VBD	

Soustružnický držák

? P C L N R 25 25 M 16

Směr obrábění	Průřez stopky Výška (h) a šířka (b)	Délka nástroje (mm)	Velikost vyměnitelné břitové destičky
R		D 60 N 160	Průměr vnější kruž. (mm)
L		E 70 P 170	08 4,76
N		F 80 R 200	09 5,56
		H 100 S 250	11 6,35
		K 125 T 300	13 7,94
		M 150 U 350	16 9,525
			22 12,7
			27 15,875
			33 19,05
			44 25,4

Obr. 9.10 Kódování ISO pro soustružnické držáky

A	• Držák s vnř. přív. chladi. kap. • Očalová stopka		M	
C	• Turbokovová stopka		P	
E	• Držák s vnř. přív. chladi. kap. • Turbokovová stopka		S	
S	• Očalová stopka			
Provedení stopky		Průměr nástroje $\varnothing d$ (mm)	Systém upínání	

Vrtváč. tyče

? A 16 M S C L C R 09

Tvar VBD	Typ nástroje	Úhel hřbetu VBD	Velikost VBD
C	F	C	C
D	K	E	D
S	L	N	S
T	Q	P	T
V	U		V
W	Z		W
Směr obrábění			Vnitřní průřez nože (mm)
R			3,97
L			4,76
			5,56
			6,35
			9,525
			12,70
			15,875
			19,05

Obr. 9.11 Kódování ISO pro vrtváčací tyče

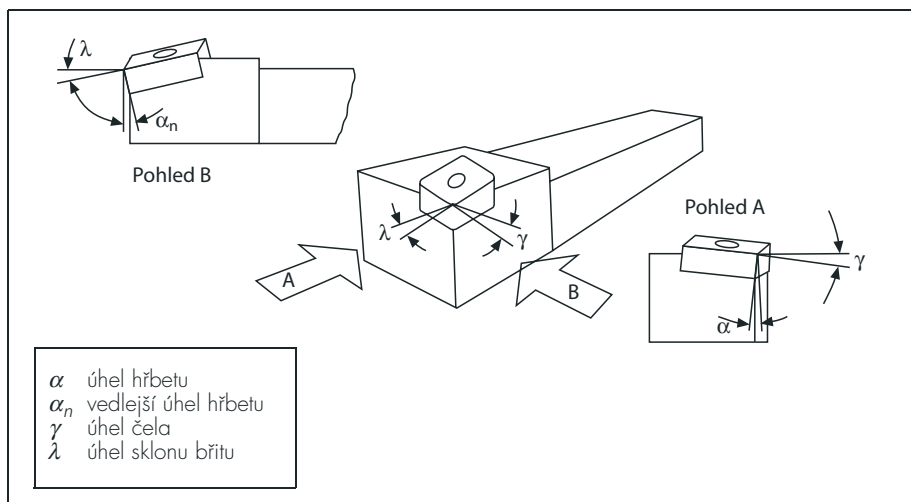


5.2.2 Vyměnitelné břitové destičky


















Ekonomicky výhodného využití řezných materiálů se dosahuje zavedením vyměnitelných břitových destiček. Základní tvary jsou rozmanité a upravené podle požadovaného použití. Na *obr. 9.13* je znázorněno rozdělení vyměnitelných břitových destiček podle kódu ISO (soustružení a frézování).

V příčném řezu mají vyměnitelné břitové destičky šikmé nebo kolmo k základní ploše uspořádané boční plochy. Tak se získávají břitové destičky s různými úhly hřbetu α . U kolmo uspořádaných stran je úhel hřbetu α roven 0° . Tyto břitové destičky musí být pro realizaci příznivých obráběcích podmínek upnuty šikmo v držáku, aby vznikly kladné úhly hřbetu na hlavním a vedlejším břitu (viz. *obr. 9.12*).

Při správném tvarování nástroje se zároveň dosahuje záporného úhlu čela γ a záporného úhlu sklonu břitu λ . Úhel hřbetu α na hlavním břitu a vedlejší úhel hřbetu α_n na vedlejším břitu jsou kladné díky vhodnému upnutí vyměnitelné břitové destičky.



Obr. 9.12 Držák pro záporný úhel čela a sklonu břitu

H	Sestíhran	
O	Osmíhran	
P	Pětihran	
S	Čtyřhran	
T	Trojhran	
C	Kosodélník 80°	
D	Kosodélník 55°	
E	Kosodélník 75°	
F	Kosodélník 50°	
M	Kosodélník 86°	
V	Kosodélník 35°	
W	Sestíhran	
L	Pravoúhelník	
A	Rovnoběžník 85°	
B	Rovnoběžník 82°	
K	Rovnoběžník 55°	
R	Kulatý	
Tvar		

	Tolerance bez polarizace n (mm)	Vnitřní tolerance \varnothing d (mm)	Tloušťka, tolerance S (mm)
A	$\pm 0,005$		$\pm 0,025$
F	$\pm 0,005$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$
C	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$
H	$\pm 0,013$	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$
E	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$
G	$\pm 0,025$	$\pm 0,025$	$\pm 0,13$
J	$\pm 0,005$	$\pm 0,05 \pm 0,13$	$\pm 0,025$
K*	$\pm 0,013$	$\pm 0,05 \pm 0,13$	$\pm 0,025$
L*	$\pm 0,025$	$\pm 0,05 \pm 0,13$	$\pm 0,025$
M*	$\pm 0,08 \pm 0,16$	$\pm 0,05 \pm 0,13$	$\pm 0,13$
N*	$\pm 0,08 \pm 0,16$	$\pm 0,05 \pm 0,13$	$\pm 0,025$
U*	$\pm 0,13 \pm 0,39$	$\pm 0,08 \pm 0,25$	$\pm 0,13$

Tolerance

Metrická	Otvor	Konfig. otv. figurací	Lamač tliská	Typ destičky	Rohový rádius (mm)
T	S otvor	Valcový otvor	žádný		00
W	S otvor	Záhlubní (40-60)	jednostranný		00
Q	S otvor	Valcový otvor	žádný		02
U	S otvor	Záhlubní (40-60)	dvoustanný		04
B	S otvor	Valcový otvor	žádný		04
H	S otvor	Záhlubní (70-90)	jednostranný		08
C	S otvor	Valcový otvor	žádný		12
J	S otvor	Záhlubní (70-90)	dvoustanný		16
A	S otvor	Valcový otvor	žádný		16
M	S otvor	Valcový otvor	jednostranný		20
G	S otvor	Valcový otvor	dvoustanný		24
N	bez otvor	-	žádný		24
R	dlhé otvory	-	jednostranný		28
F	dlhé otvory	-	dvoustanný		32
X	-	-	-	Speciální design	32

* Obecně platí totéž pro slinuté VRD, částečně závislé na velikosti

Upevnění a/nebo lamač třísek

Rohový rádius



C

N

M

G

13

0

03

(N

S

Frézování

S

E

K

N








12




0


A


T

N

Velikost vyměnitelné břítové destičky							
							Vnitřní kruh (mm)
	02		04	03	03	06	3,97
	S3		05	04	04	08	4,76
	03		06	05	05	09	5,56
06							6,00
	04	11	07	06	06	11	6,35
	05		09	08	07	13	7,94
08							8,00
09	06	16	11	09	09	16	9,525
10							10,00
12							12,00
12	08	19	15	12	12	22	12,70
	10		19	16	15	27	15,875
16							16,00
19	13		23	19	19	33	19,05
20							20,00
			27	22	22	38	22,225
25							25,00
25			31	25	25	44	25,40
31			38	32	31	55	31,75
32							32,00

Tloušťka	
	
	
	
Metrické	Tloušťka (mm)
O1	1,59
O2	2,38
T2	2,78
O3	3,18
T3	3,97
O4	4,76
O6	6,35
O7	7,94
O9	9,52

Úhel nastavení	
	
A	45°
E	75°
P	90°

Standardní úhel hřbetu širokých zarávnů, fazetek	
	
D	15°
E	20°
F	25°
N	0°
P	11°

Směr obrábění		
R	pravé	
L	levé	
N	neutrální	

Provedení rezyňch hran		
F	ostrý hranný	
E	zaoblené	
T	sraž. hr.	
S	sražena, hrana z zaobleny	

Označení výrobce








Uphuti
olamov.

Obr. 9.13 Kódování ISO pro vyměnitelné břitové destičky (soustružení a frézování)



5.2.2.2 Velikost vyměnitelných břitových destiček

Tvar a velikost vyměnitelné břitové destičky (a tedy i maximální možná hloubka řezu) jsou dány volbou držáku. Následující tabulka obsahuje tyto vztahy.

Tvar vyměnitelných břitových destiček		Velikost ot. břit. d.	Max. hloubka řezu a_p (mm)															
C		04																
		06																
		09																
		12																
		16																
		19																
		25																
D		07																
		11																
		15																
R		06																
		08																
		10																
		12																
		15																
		18																
		19																
		20																
		25																
		32																
S		09																
		12																
		15																
		19																
		25																
		31																
		38																
T		06																
		11																
		16																
		22																
		27																
		33																
V		11																
		16																
		22																
W		06																
		08																

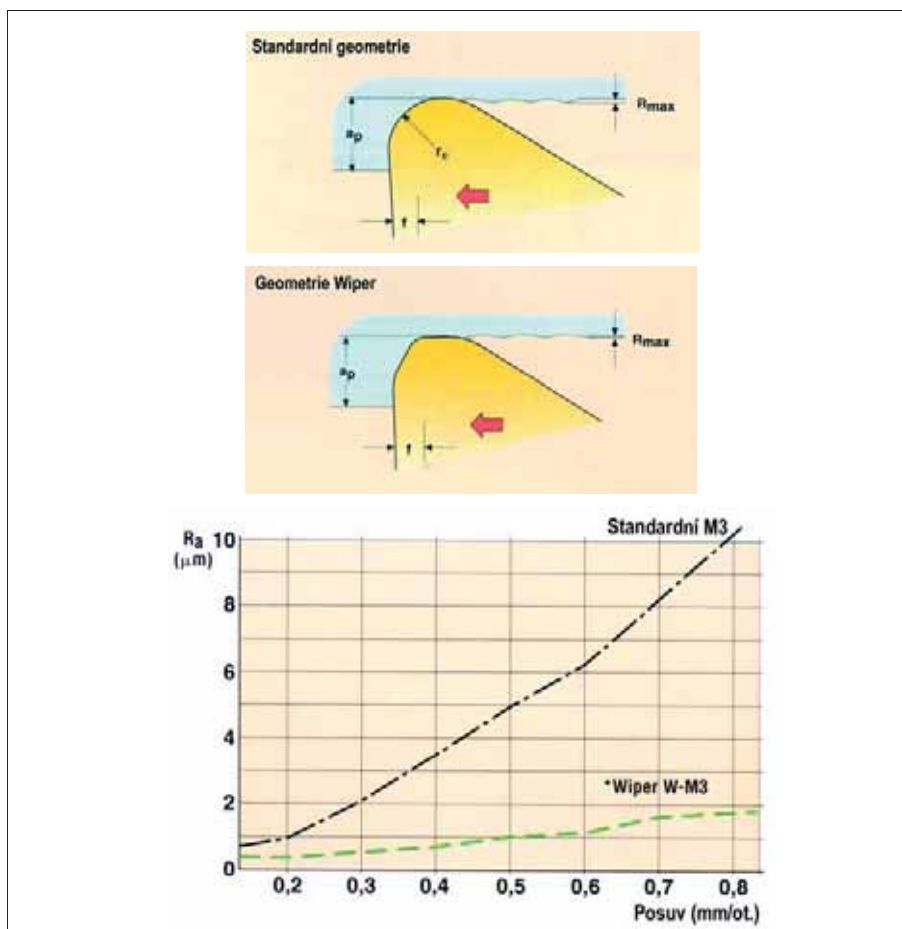
Tabulka 9.3 Vztah mezi tvarem a velikostí vyměnit. břitové destičky a maximální hloubkou řezu

5.2.2.3 Vyměnitelné břitové destičky SECO-Wiper

Vyměnitelné břitové destičky Wiper od firmy Seco (viz. *obr. 9.14*) jsou určeny pouze pro malé hloubky řezu a nabízejí za této podmínky následující výhody oproti standardním geometriím:

- Malé drsnosti povrchu při normálních až vyšších posuvech
- Často lze vynechat dodatečné broušení

V horní části *obrázku 9.14* jsou znázorněny podmínky záběru geometrie Wiper ve srovnání se standardní geometrií. Graf ukazuje zlepšení drsnosti povrchu při použití geometrie Wiper při soustružení oceli (CNMG120408, CVD povlakovaný tvrdokov, úhel nastavení $\kappa = 95^\circ$, hloubka řezu $a_p = 1 \text{ mm}$).



Obr. 9.14 Zmenšená drsnost povrchu při použití vyměnitelné břitové destičky Wiper



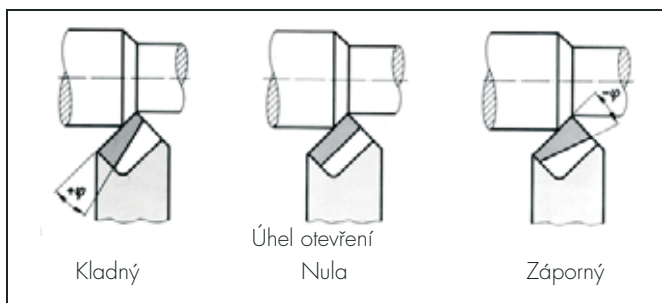
5.2.3 Lámače a utvářeče třísky

Především při vnitřním soustružení je nutné usilovat o krátké, kapkovité třísky. Ty se dají dobře odvádět a zatěžují osť v akceptovatelné míře. Tvrdý **lom třísky**, tzn. vytváření krátkých třísek však může vést k silnějšímu sklonu soustružnických nožů k vibracím. Dlouhé třísky naproti tomu ohrožují hladké odvádění (viz. též kapitola "Základy", odstavec 1.1). Lom třísky se dá ovlivnit řadou faktorů, jako např.

- geometrie destiček,
- poloměr zaoblení hrany r_E ,
- úhel nastavení κ ,
- hloubka řezu a_p ,
- posuv f a
- řezná rychlost v_c .

Poloměr křivosti třísky se dá ovlivnit tvarem **utvářeče třísky**, přičemž především formy opotřebení vymílání a tvorba nárustků mohou působit jako přídavné lámače třísky (viz. též kapitola "Základy", odstavec 1.1). Směr odchodu třísek a intenzita jejich spirálovitého otáčení jsou dány úhlem nastavení κ nebo kombinací hloubky řezu a_p a poloměru zaoblení hrany r_E .

Utvářeče třísky mají za úkol ovlivňovat tvar a odchod třísek tak, aby z hlediska nástroje a obrobku existovaly optimální obráběcí podmínky. Přitom může mít utvářeč třísky různé úhly otevření (paralelní nebo šikmé vůči hlavnímu břitu - viz. *obr. 9.15*).



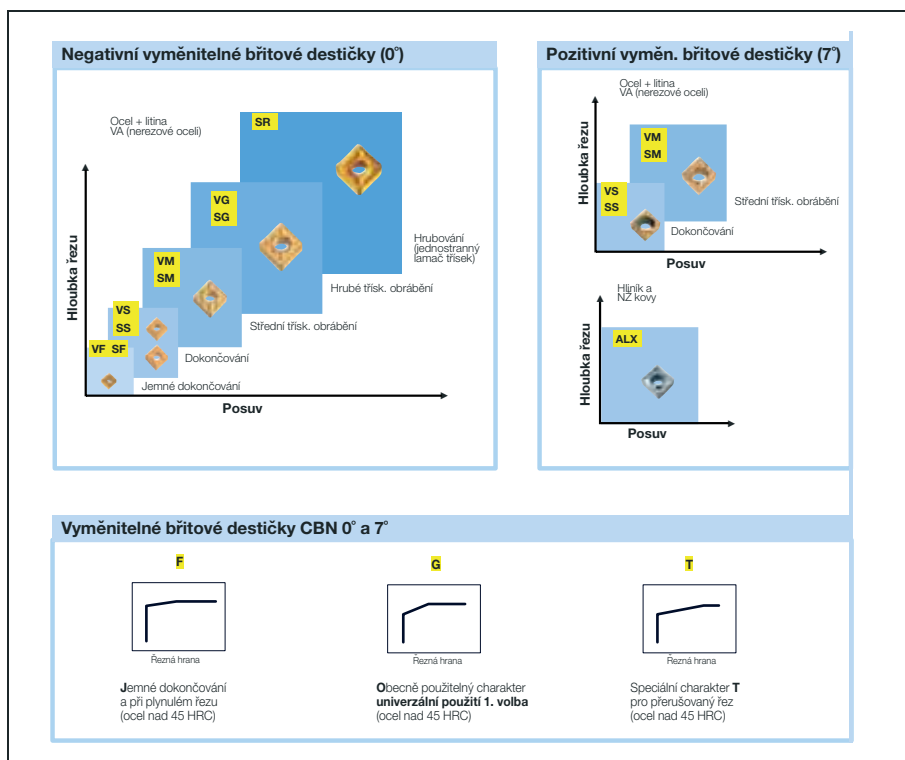
Obr. 9.15 Možné úhly otevření utvářeče třísky

Kladné úhly otevření (obr. 9.15 vlevo) se používají při obrábění načisto, protože odvádějí třísky z povrchu obrobku. Tak nedochází k žádnému poškození vytvořeného povrchu. Nevýhodou však je, že se tím komplikuje lámání třísek.

Paralelní utvářeč třísky (**úhel otevření roven nule** - obr. 9.15 uprostřed) se snadno vyrábí, ale vede třísky proti řezné ploše, která se tím může poškodit.

Záporné úhly otevření (obr. 9.15 vpravo) se používají pro hrubovací řezy. Třísky se snáze lámou a navíc je díky podřadné roli jakosti povrchu při obrábění nahrubo možné tolerovat poškrábání soustruženého povrchu třískami, které se pohybují směrem k obrobku.

Při použití držáků s vyměnitelnými břitovými destičkami se v závislosti na hloubce řezu, posuvu a obráběném materiálu instalují na břitové destičky **lámače třísek s různými geometriemi**. Na obr. 9.16 jsou znázorněny různé geometrie pro obrábění oceli, resp. litiny. Při obrábění neželezných materiálů se používají vyměnitelné břitové destičky s extrémně kladnou geometrií (ALX).



Obr. 9.16 Oblasti použití geometrií GARANT pro třískové obrábění oceli, litiny a hliníku stejně jako jiných neželezných kovů



Fasety řezné hrany zesilují řezný klín (jak na čelních tak i na hřbetních plochách). Malé (až záporné) úhly faset tak zmenšují nebezpečí vylovení břitů.

Břítové destičky GARANT s fasetami čelních ploch se dodávají především pro CBN soustružení tvrdých materiálů s kladnou i zápornou geometrií (viz. obr. 9.16).

K rychlému a bezpečnému výběru nejlepší kombinace geometrie a typu slouží aplikační tabulky znázorněné na následujícím obrázku.

Garant 0° Otočné vyměnitelné břítové destičky		P Ocel		M Inox/Nerez		K* Litina		N NŽ kovy		S Ti		H* > 48 HRC	
		Utvařec	Druh	Utvařec	Druh	Utvařec	Druh	Utvařec	Druh	Utvařec	Druh	Utvařec	Druh
	Jemný	SF (SS)	CU 7033	VS (VF)	HB 7010 (CU7033)							F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální výběr	Střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135 (HB7120)	SM	HB 7005	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			G	CBN 725
	Hrubý	SG	HB 7010	VG	HB 7135	SG	HB 7010					T	CBN 725
	Surový	SR	HB 7035										

* Použit event. rovněž keramiku.

Garant 7° Otočné vyměnitelné břítové destičky		P Ocel		M Inox/Nerez		K Litina		N NŽ kovy		S Ti		H NŽ kovy	
		Utvařec	Druh	Utvařec	Druh	Utvařec	Druh	Utvařec	Druh	Utvařec	Druh	Utvařec	Druh
	Jemný	SS	HB 7010 (HB 7035)	SS	HB 7035			ALX	HU 70AL	(ALX)	(HU 70AL)	F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální výběr	Střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135	SM	HB 7010	ALX	HU 70AL			G (T)	CBN 725

Garant 7°/15° Program pro jemné soustružení		P Ocel		M Inox/Nerez		K Litina		N NŽ kovy		S Ti		H > 48 HRC	
		Utvařec	Druh	Utvařec	Druh	Utvařec	Druh	Utvařec	Druh	Utvařec	Druh	Utvařec	Druh
Univerzální výběr	Střední	SS	HB 7135	SS	HB 7135	SS	HB 7135	SS	HB 7135				

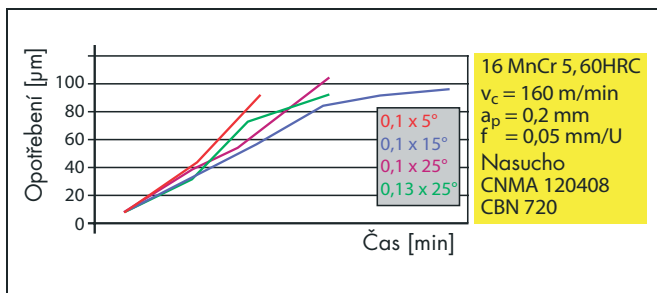
Obr. 9.17 Kombinace geometrie a typu pro různé břítové destičky

Šířka fasety čelní plochy b_{fy} nesmí být příliš velká, protože by jinak nemohly odcházet třísky na čelní ploše. Pro úhel nastavení κ mezi 60° a 90° lze přibližně určit šířku fasety čelní plochy b_{fy} následujícím způsobem:

$$b_{fy} = 0,8 \cdot f$$

$$\begin{matrix} b_{fy} & \text{šířka fasety čelní plochy [mm]} \\ f & \text{posuv [mm/ot.]} \end{matrix} \quad (\text{rov. 9.13})$$

Obr. 9.18
Chování při použití
různých faset řezných
hran při soustružení



6 Vnitřní soustružení

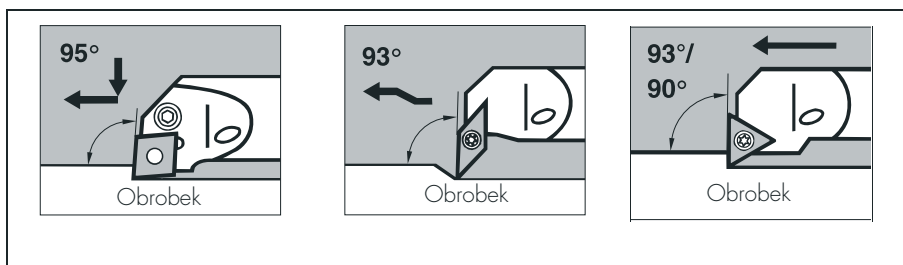


Obr. 9.19 Vyrvtávací tyč GARANT z tvrdokovu s vnitřním chlazením a s tlumením vibrací

Pro **vnitřní obrábění** je kvůli tvarové rozmanitosti obrobků zapotřebí právě tolik tvarů nástrojů jako pro vnější obrábění. Na obr. 9.20 jsou znázorněny různé tvary soustružnických nástrojů. Špičaté tvary nástrojů jsou zapotřebí pro zápichy, čela a dutá zaoblení. Pro výrobu pravouhlých okrajů jsou zapotřebí úhly nastavení κ 90° a víc.

Pro těžko přístupná místa obrábění musí být stopka často dlouhá a štíhlá. To může vyvolávat nežádoucí **vibrace**. Vibrace drasticky zkracují životnost nástroje kvůli vyламování řezných hran a vedou ke špatným povrchům na obrobku. Vyvolávání vibrací se dá redukovat zmenšením řezné síly (posuv a hloubka řezu) (viz. též odstavec 11, Řešení problémů při soustružení).

Obzvlášť náchylné k vibracím jsou **vnitřní upichovací nože** (viz. též odstavec 9 v této kapitole). Působíště síly leží silně mimo střed (velké rameno síly).



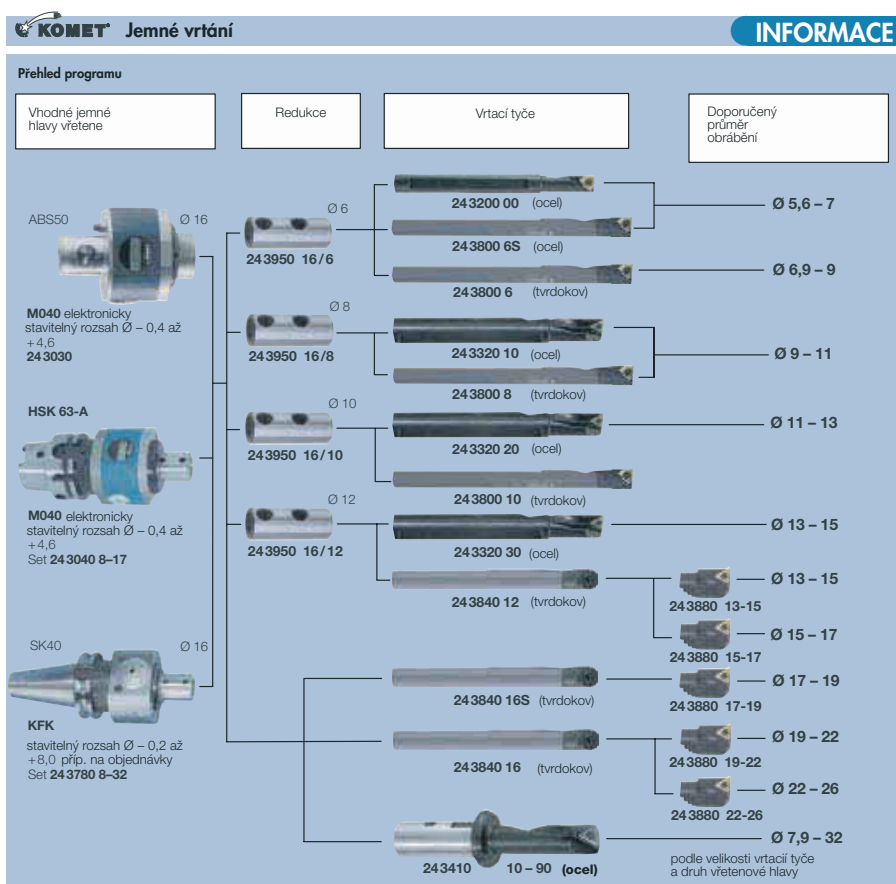
Obr. 9.20 Tvary vnitřních soustružnických nožů



6.1 Protáčení

Přesné otvory se převážně vyrábějí vystružováním a vyvrtáváním (protáčení). Přitom se tyto metody ve svých oblastech použití doplňují a překrývají. Protáčení představuje produktivní alternativu k vystružování při výrobě jednotlivých otvorů, zatímco vystružováním lze obrábět větší počet otvorů v řadě v rámci daného tolerančního pole vrtání.

Na následujícím obrázku je znázorněn přehled programu jemného vrtání.







Obr. 9.21 Přehled programu jemného vrtání KOMET

6.2 Protáčení s jemně stavitelnými hlavami

V odvětví obráběcí výroby se objevují stále rostoucí nároky ohledně realizovaných jakostí povrchu a dodržování čím dál menších tolerancí, při současném požadavku na kratší časy obrábění a tedy vyšší řezné rychlosti.

Kapitolu Vrtání, odstavec 8.2.2 "Dvoubřité vyvrtávání" doplňuje následující tabulka, která obsahuje srovnání různých jemně stavitelných hlav pro výrobu přesných otvorů.

Nastavitelná hlava	Rozsah průměrů [mm]	Jakosti lícování	Přesnost přísuvu [$\mu\text{m v } \varnothing$]	Komfort přísuvu	High Speed
KFK 	5,6 - 32	do IT 7	20 nad Nonius 2	+	-
M 040 	5,6 - 32	lepší než IT 7	1 Digitální	+++	-
B 301 	29,5 - 200	do IT 7	20 přes Nonius 2	+	-
M 03 Speed 	24,5 - 103	lepší než IT7	2	++	✓
Legenda	+nízký - nevhodné	++střední	+++ ✓	vysoký vhodné	

Tabulka 9.4 Jemně stavitelné hlavy KOMET

Kratší časy obrábění ale většinou také vyžadují vyšší řezné rychlosti, jaké jsou obvyklé při vysokorychlostním obrábění (HSC) (viz. též kapitola "Základy").

Přitom jsou na rotující nástroje kladeny kvůli vyšším otáčkám a odstředivým silám maximální nároky z hlediska vyvážení. Na pružných obráběcích nástrojích, u nichž se při změnách polohy ostří přesunuje hmota, dochází k nevyváženosti, které obzvlášť při vyšších otáčkách musí být kompenzována (viz. též kapitola "Upnutí").

Např. u jemně nastavitelné hlavy M03-Speed se tato kompenzace provádí automaticky pomocí úhlopříčně posuvatelých vyrovnávacích závaží. Zvláštní výhodou přitom je, že se vyrovnává nevyvážení v rovině, čímž se dosahuje nejen statické, ale také dynamické kompenzace nevyvážení. Tato jemně stavitelná hlava je proto mimořádně vhodná pro řezné parametry vysokorychlostního obrábění.



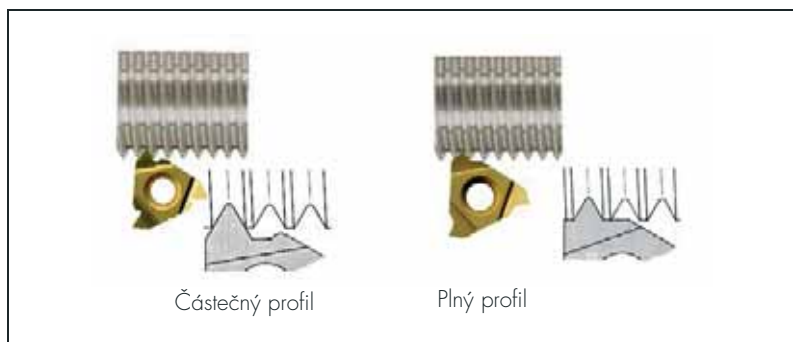
7 Soustružení závitů

Závity se mohou vyrábět různými obráběcími postupy. V kapitole "Závit" jsou blíže vysvětleny metody řezání, tváření a frézování závitů stejně jako potřebné nástroje.

Při **soustružení vnějších závitů** se většinou používají špičaté soustružnické nože podle DIN 4975, u nichž úhel špičky bříty odpovídá vrcholovému úhlu vyráběného závitu. Úhel stoupání závitu se nastavuje pomocí otočného držáku nástroje. Při **soustružení vnitřních závitů** se většinou používají držáky se speciálními profilovými destičkami pro závit.

Při výrobě závitů se často používají **břitové destičky s plným profilem** (obr. 9.22). Ty vyřezávají kompletní profil závitu včetně jeho vrcholu. Pro každý profil a pro každé stoupání je zapotřebí samostatná břitová destička.

Břitové destičky s částečným profilem naproti tomu pokrývají velký rozsah různých stoupání.



Obr. 9.22 Použití břitových destiček s plným, resp. částečným profilem

Břitové destičky zaručují správné výšky profilů a správný poloměr na patě a vrcholu závitu. Polotovár se před soustružením závitu nemusí předvrtávat na přesný průměr. Po vysoustružení závitu není nutné žádné odstraňování ořepů. Pamatujte si, že při obrábění např. nerezových ocelí s příliš malými hloubkami přísluvu může dojít k problémům.

7.1 Volba správné obráběcí metody a podložky

Na volbu vhodné obráběcí metody mají vliv různé faktory. K nejdůležitějším faktorům patří:

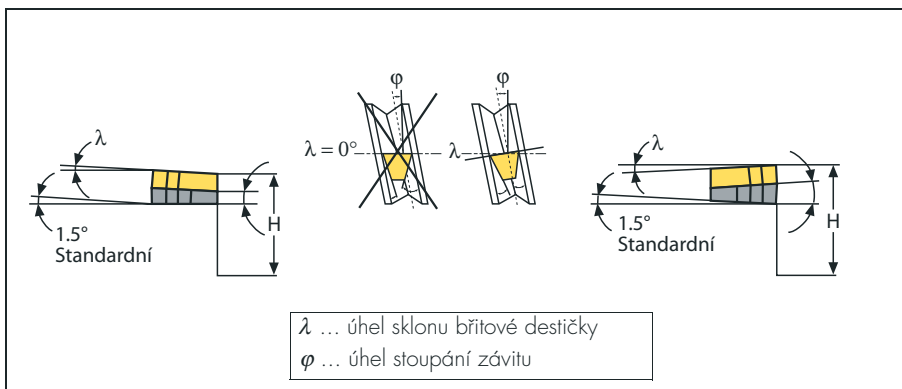
- Tvar součástky
- Dostupné nástroje
- Typ stroje a jeho provozní parametry
- Právý nebo levý závit

Všeobecným cílem musí být vždy **odvedení řezných sil** pomocí usazení destičky a držáku nástroje do základu stroje. To je obzvlášť důležité při vyšších řezných silách, které vznikají např. při vysokém stoupání. Při středních a malých stoupáních může naproti tomu ležet těžiště blíž u toku třísek a zajišťovat vysokou stabilitu.

Pro dosažení maximální profilové přesnosti jakož i stejnoměrného opotřebení vyměnitelné břitové destičky a tedy i delší životnosti a lepšího povrchu musí být úhel stoupání φ závitů s maximální možnou přesností stejný jako úhel sklonu λ břitové destičky. Vztahy mezi úhlem stoupání a podložkou jsou znázorněny v grafu na obr. 9.24.

Principiálně jsou možné následující **metody soustružení závitů**:

- Vřetenno se může otáčet ve směru a proti směru hodinových ručiček.
- Nástroj se může pohybovat směrem k upínacímu pouzdru nebo od něho.
- Nástroj může být upnutý "normálně" nebo nad hlavou.



Obr. 9.23 Vztah mezi úhlem stoupání závitů a úhlem sklonu nástroje

Držáky GARANT se standardně dodávají s podložkami s výsledným úhlem stoupání $1,5^\circ$. Tato podložka pokrývá více než 85% aplikací. Rozměr H zůstává pro všechny podložky a kombinace břitových destiček konstantní.



Nožové držáky **GARANT** se standardně dodávají s podložkou 1,5°. Tato podložka je vhodná pro 85% případů použití.

Pro závitý mimo standardní rozměry můžete vhodnou podložku vybrat s pomocí diagramu.

ER = External-Right
IR = Internal-Right
EL = External-Left
IL = Internal-Left
() = zvláštní provedení

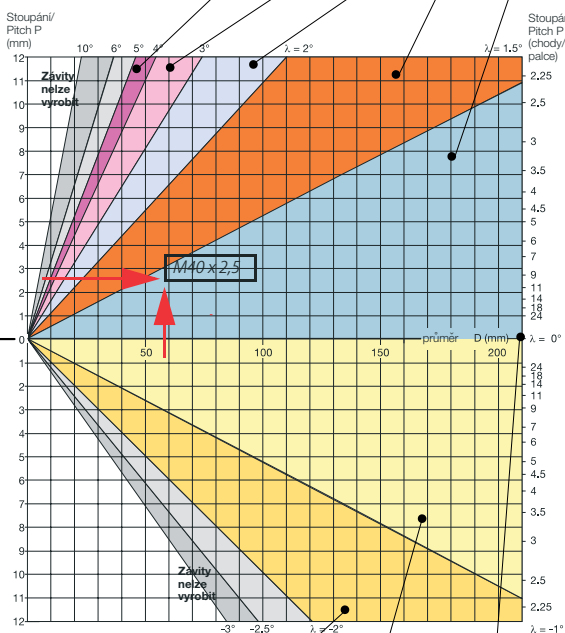
Závit (Barový závit)	Posuv	Držák	Závit, třít, destička
R	Posuv ve směru skidóla	ER	ER
		IR	IR
L	Posuv ve směru soustředného hrotu	EL	EL
		IL	IL
L	Posuv ve směru soustředného hrotu	ER	ER
		IR	IR
R	Posuv ve směru soustředného hrotu	EL	EL
		IL	IL



platí i pro držáky vsazené nad hlavou



Pro vel. destiček	Pro nožový držák	Podložka Hoffmann obj. č. 27 2600 velikost:				
1/4" / 11	–	Nelze / není třeba použít podložku				
3/8" / 16	ER / (IL) (EL) / IR	16 E4,5 16 I4,5	16 E3,5 16 I3,5	16 E2,5 16 I2,5	16 E1,5 16 I1,5	16 E0,5 16 I0,5
1/2" / 22	ER / (IL) (EL) / IR	22 E4,5 (22 I4,5)	22 E3,5 (22 I3,5)	22 E2,5 (22 I2,5)	22 E1,5 (22 I1,5)	22 E0,5 (22 I0,5)
Výsledný úhel stoupání		4,5°	3,5°	2,5°	(standardní souř. dodávky) 1,5°	0,5°



Výsledný úhel stoupání		–1,5°	–0,5°	–0°
1/4" / 11	–	Nelze / není třeba použít podložku		
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 I0
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 I0)
Pro vel. destiček	Pro nožový držák	Podložka Hoffmann obj. č. 27 2600 velikost:		

Obr. 9.24 Graf závislosti mezi úhlem stoupání a podložkami

Příklad:

Vnější pravý závit M40x2,5
 Posuv ve směru upínacího pouzdra

Pro tento příklad je ideální standardní podložka (1,5°) (viz. obr. 9.23)

Obrábění **vnitřních závitů** je obtížnější a komplexnější než obrábění vnějších závitů, což je dáno především vlivem třísek na obráběcí proces. Obráběcí proces mohou navíc ovlivňovat ještě další faktory jako např. délka vyložení, slepé otvory nebo těžko obrobitelné materiály. Mimořádně důležité jsou správné přísuvy. Přísv na průchod musí být v rozsahu od 0,06 mm maximálně do 0,2 mm. Jestliže se vnitřní soustružnický nástroj při obrábění příliš prohýbá, může být zapotřebí korekce nastavením výšky středu.

7.2 Volba přísuvu

Volba přísuvu může mít značný **vliv** na obráběcí proces. Na volbě přísuvu jsou závislé především následující faktory:

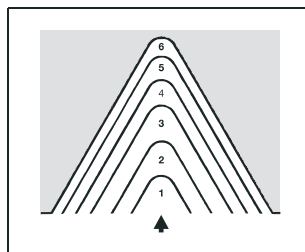
- tvoření třísek
- opotřebením břitů
- jakost závitů
- dosažitelná životnost.

Volba **typu přísuvu** závisí v praxi na následujících faktorech:

- obráběcí stroj
- geometrie břitů
- obráběný materiál
- stoupání závitů
- samotný proces řezání závitů.

7.2.1 Radiální přísuv

Radiální přísuv je nejjednodušší a nejčastěji používanou metodou. Přísv probíhá kolmo k ose soustružení. Radiální přísuv vytváří třísku tvaru V a zajišťuje stejnoměrné opotřebením břitů na obou bocích.



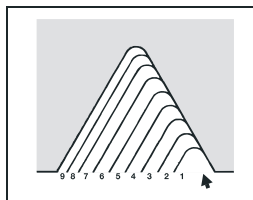
Radiální přísuv se doporučuje v následujících případech:

- stoupání menší než 1,5 mm
- materiály zpevněné za studena (obzvláště vhodný pro austenitické nerezové oceli)
- materiály tvořící krátké třísky

Obr. 9.25 Radiální přísuv



7.2.2 Přisuv podél boku

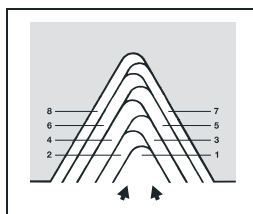


Na tuto metodu je předprogramována většina CNC soustruhů. Tato metoda **se doporučuje** v následujících případech:

- stoupání větší než 1,5 mm
- jako nápravné opatření při vibracích

Obr. 9.26 Přisuv podél boku

7.2.3 Obousměrný přísuv



Tato metoda zaručuje stejnoměrné opotřebení bříty a dlouhou životnost nástroje. Tato metoda **se doporučuje** v následujících případech:

- velmi vysoká stoupání
- materiály tvořící dlouhé třísky

Obr. 9.27 Obousměrný přísuv

7.2.4 Počet řezů (průchodů) a přísuv na řez

V *tabulce 9.5* jsou uvedeny hodnoty pro počet průchodů při soustružení závitů. Často je počet dán již cyklem stroje (soustružení závitů). Přitom je třeba **dodržovat** následující pokyny:

- Při 1. řezu je nutné zvolit hloubky řezu menší než 0,5 mm, aby nedošlo k vylamování bříty.
- Počet řezů se musí zvýšit o 2 až 3 v následujících případech
 - řezání vnitřních závitů
 - nerezové oceli
 - použití cermetu.
- Po posledním přísuvu je třeba provést 2 prázdné řezy (bez přísuvu) pro vyčištění závitu od třísek.

Stoupání [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
Stoupání [GZ]	48	32	24	20	16	14	12	10	8	7	6	5,5	5
Počet průchodů	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

Tabulka 9.5 Počet řezů (průchodů)

8 Upichování a zapichování

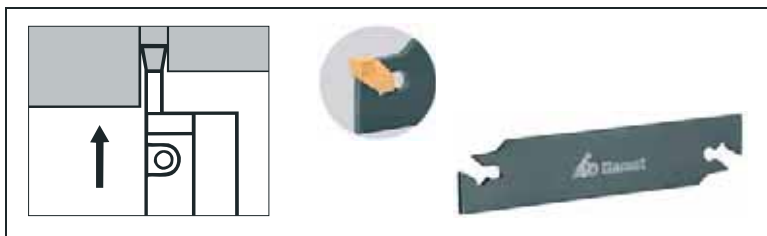
Při **radiálním zapichování** nebo **upichování** se nástroj pohybuje jako při soustružení čelních ploch od vnějšího průměru obrobku směrem k jeho středu (lineární posuvný pohyb), přičemž ve směru ke středu klesá řezná rychlost až na nulu.

Naproti tomu při **axiálním zapichování** nebo zapichování čelní plochy jede nástroj axiálně proti čelní ploše obrobku. Přitom pracuje pouze čelní břit nástroje.

8.1 Upichování

Posouvání soustružnického nože až ke středu obrobku vede k oddělení součástky. Při upichování plných těles vznikají podobné podmínky jako při soustružení čelních ploch kotouče. Čím hlouběji pronikne soustružnický nůž do obrobku, tím menší je obráběný průměr, takže při konstantním počtu otáček klesá řezná rychlost na nulu. V takovém případě hrozí poměrně velké nebezpečí lomu nástroje.

K radiálnímu zapichování drážek, resp. k upichování tyčí slouží **upichovací soustružnické nože**. Vzhledem k tomu, že místo pro upevnění vyměnitelných břitových destiček je často velmi malé, používají se převážně upínací konstrukce (viz. obr. 9.28).



Obr. 9.28 Upichovací soustružnický nůž



Při upichování je velice důležité, aby se nůž nacházel přesně uprostřed. Pokud je nastaven příliš vysoko, tlačí krátce před koncem úpichu na obrobek pouze hřbetní plochou. Pak nelze zaručit žádnou řeznou práci. Je-li soustružnický nůž nastaven příliš nízko, pak rovněž nemůže obrábět až ke středu obrobku a zůstává po něm zbytkový materiál. Kromě toho existuje možnost, že bude nůž náhle zatažen pod obrobek a praskne.

Navzdory správnému upnutí soustružnického nože zůstává na upíchnutém obrobku téměř vždy tzv. **hrot po upíchnutí**, který se však dá ovlivnit geometrií bříty, posuvem nebo podepřením odpadávajícího obrobku. Následující pracovní operace je rozhodující pro to, zda je výhodnější nechat hrot po upíchnutí na části upnuté ve stroji nebo na odpadávající části.

Upíchnutí s "neutrálními" bříty (úhel nastavení $\kappa = 0^\circ$) vede k tomu, že hrot po upíchnutí zůstane na odpadávající části. Pokud vyberete nástroj tak, aby hrot po upíchnutí zůstal na obrobku upnutém ve stroji, můžete ho jednoduše odstranit najetím nástroje nad střed obrobku.

Volba upichovacího nástroje se musí provádět podle následujících **kritérií**:

1. Hloubka zápichu

Hloubka úpichu nesmí překročit 8-násobek šířky destičky. Hloubka úpichu má přitom vliv i na volbu držáku.

2. Šířka destičky

Cílem je použití co možná nejmenší šířky destičky (obzvlášť u vysoce kvalitních, drahých materiálů). Minimální šířka destičky je však omezena potřebnou hloubkou zápichu, jak je popsáno výše.

3. Úhel nastavení

Při použití "neutrálních" břitových destiček (úhel nastavení na čelní straně $\kappa = 0^\circ$) lze realizovat přísnější tolerance, pokud jde o jakost povrchu a pravouhlost. Zároveň je možné realizovat vyšší posuvy ve srovnání s nástroji, jejichž úhel nastavení na čelní straně $\kappa > 0^\circ$. Proto je nutné při akceptování tvorby ořepů nebo hrotů po upíchnutí pracovat s neutrálními bříty.

4. Rohový rádius

Menší poloměry zaoblení zaručují menší hroty po upíchnutí a lepší kontrolu třísek při nižších posuvech. Větší poloměry zaoblení naproti tomu umožňují obrábět s vyššími posuvy.

8.2 Zapichování

Při obrábění komplexních geometrií obrobků je možné pracovat stejně efektivně s jediným rozpichovacím nožem. Při podélném a tvarovém soustružení je obrobek vystaven axiálními řeznými silám, které ho uvádějí do šikmé, resp. vychýlené polohy.

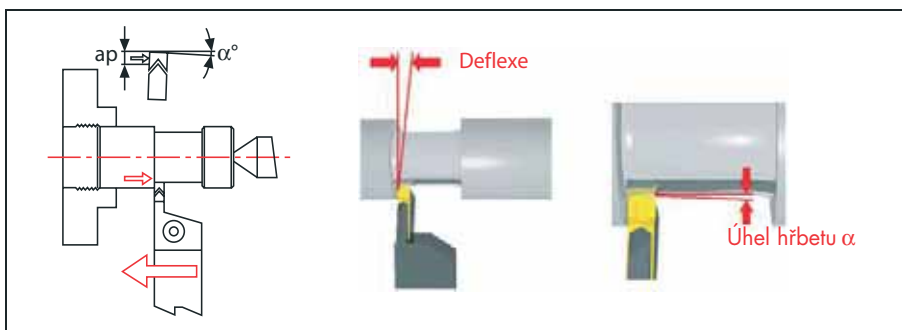
Při kontrolované deformaci systému nástroje (**deflexe**) lze vytvořit na břitové destičce úhel hřbetu α (viz. obr. 9.30).



Obr. 9.29 Zapichování

Deflexe se dá ovlivnit následujícími faktory:

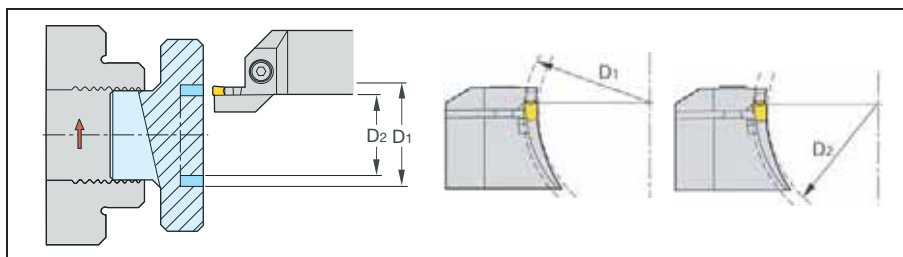
- posuv f
- hloubka řezu a_p
- šířka úpichu
- šířka bříty
- řezná rychlost v_c
- materiál
- stroj



Obr. 9.30 Deflexe MDT

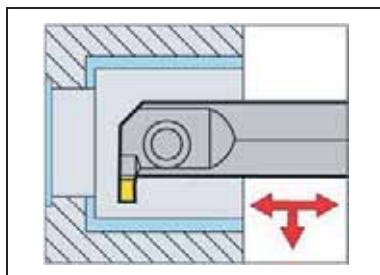


Axiální pojezd směrem k čelní straně obrobku při **zapichování čelních ploch** (axiální zapichování) má za následek, že musí být nástroj přizpůsoben poloměru zakřivení drážky. Vnější průměr držáku břitu D_1 (viz. obr. 9.31) je roven maximálnímu a vnitřní průměr držáku břitu D_2 minimálnímu průměru rozpichování při 1. zápichu. Není-li daný průměr zápichu zohledněn, dojde ke kolizi držáku břitu s kruhovým zápichem. Nebezpečí kolize vzniká i v případě, zapichuje-li se nebo čelně soustruží až do středu obrobku.



Obr. 9.31 Podmínky záběru při zapichování čelních ploch

Obecně se pro **vnitřní zapichování** používá stejný postup jako při vnějším obrábění. Hlavní problém však představuje odvod třísek. Především při obrábění malých průměrů hrozí velké nebezpečí lomu nástroje následkem ucpání třískami. Náprava vyžaduje přerušení posuvu během obrábění, aby došlo k lomu třísky (krátké třísky). Při obrábění slepých otvorů je kvůli prevenci ucpávání třískami nutné postupovat vždy zevnitř ven.



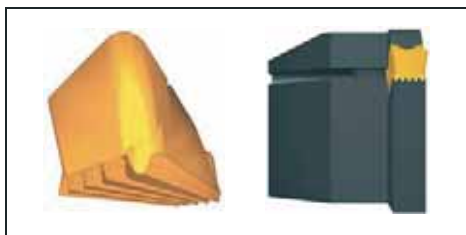
Obr. 9.32 Vnitřní zapichování

Dalším problémem při vnitřním zapichování jsou často také vibrace. Stabilní podmínky závisejí na délce vyložení nástroje L . Jako orientační hodnota platí pro vnitřní obrábění:

$$L \leq (2 \dots 2,5) \cdot D$$

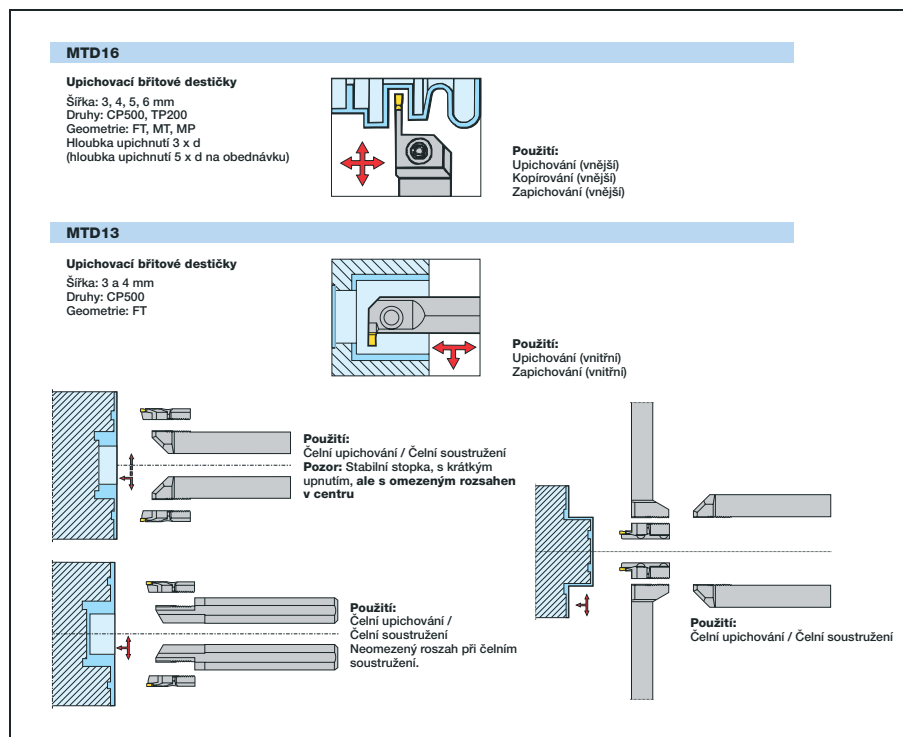
$$(\text{rov. 9.14})$$

Aby nedocházelo k problémům, musí být nástroje provedeny stabilně. Extrémně tuhého spojení vyměnitelné břitové destičky a držáku se dosahuje pomocí ozubení (vyměnitelná břitová destička dole) spolu s hranolovým upnutím (nástroj nahoře). To zaručuje nejvyšší přesnost polohování a také maximální odpor proti axiálním a radiálním silám při obrábění (obr. 9.33).



Obr. 9.33
Vyměnitelná břitová destička MDT a držák

Níže je na obr. 9.34 znázorněn přehled rozpichovacího systému MDT.



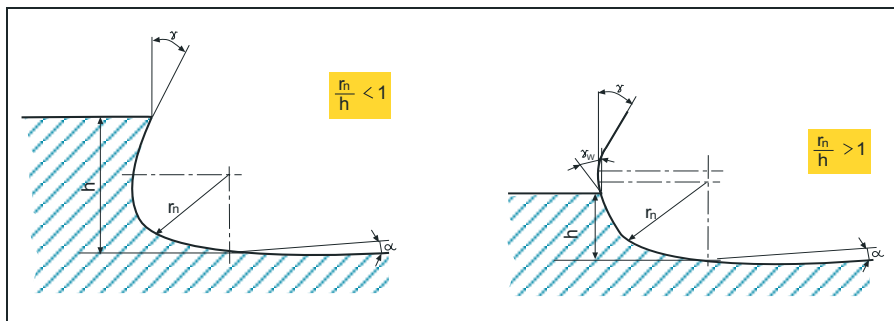
Obr. 9.34 Rozpichovací destičky MDT



9 Jemné soustružení

Cílem **jemného soustružení** je v první řadě zlepšit tvarovou, rozměrovou a polohovou přesnost a také jakost povrchu. Analogicky k soustružení obecně se i při jemném soustružení obrábějí vnější a vnitřní plochy stejně jako čelní a tvarové plochy. Pro jemné soustružení je charakteristické používání vysokých řezných rychlostí, nízkých posuvů a malých hloubek řezu.

V oblasti typických malých tloušťek třísky h má průběh řezné síly význam pro jakost vyráběného povrchu. Pokud tloušťka třísky h klesá při konstantním poloměru řezné hrany r_n , dosahuje své mezní hodnoty, tzv. **minimální tloušťky třísky**. Je-li tloušťka třísky h menší než poloměr řezné hrany r_n , není účinný úhel čela γ_w již roven úhlu čela γ na břit, ale silně zápornému úhlu, vytvořenému kruhovým obloukem řezné hrany. V této oblasti silně roste řezná síla F_c , resp. vůbec neprobíhá vlastní obrábění, ale drcení materiálu (vysoké teploty obrábění a výrazná deformace materiálu), což má za následek špatnou jakost povrchu (viz. obr. 9.35).



Obr. 9.35 Minimální tloušťka třísky

Podstatný vliv na dosažitelnou hloubku drsnosti povrchu obrobku má rovněž posuv. Tyto vztahy jsou popsány v kapitole "Základy", odstavec 1.5.

10 Řešení problémů při soustružení

10.1 Řešení problémů při soustružení

Porucha		Možné příčiny												
1	Rozměry nejsou konstantní v toleranci	Špatná kombinace řezného materiálu a lámače třísky												
2	Rozměry nejsou konstantní v toleranci	Nízká pevnost obrodku a nástroje												
3	Přehřívání nástroje vede k rozměrovým nepřesnostem a zvýšenému opotřebení	Nevhodné řezné podmínky												
4	Přehřívání nástroje vede k rozměrovým nepřesnostem a zvýšenému opotřebení	Nevhodný nástroj nebo tvar řezné hrany												
5	Extrémní opotřebení hříbetní plochy	Nevhodný řezný materiál												
6	Extrémní vymílání	Nevhodný řezný materiál												
7	Vylamování řezné hrany	Vibrace												
8	Lom řezné hrany	Nepříznivé řezné podmínky a nevhodný typ řezného materiálu												
9	Vytváření hřebenových trhlin na řezné hraně	Nepříznivé řezné podmínky a nevhodný typ řezného materiálu												
10	Deformace poloměru špičky	Nepříznivé řezné podmínky a nevhodná tvrdost materiálu												
11	Vytváření plynulé třísky	Nevhodné řezné podmínky												
12	Vytváření plynulé třísky	Nevhodná řezná geometrie												
13	Nárůstek	Nevhodné řezné podmínky, řezný materiál nebo lámač třísky												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Náprava	
													Vyberte tvrdší řezný materiál	
													Vyberte houževnatější řezný materiál	
													Vyberte typ řezného materiálu méně citlivý vůči kolísání teplot	
													Vyberte typ řezného materiálu s menším třecím odporem	
													Snižte řeznou rychlost	
													Snižte posuv	
													Zmenšete hloubku řezu	
													Zvyšte řeznou rychlost	
													Zvyšte posuv	
													Zvětšete hloubku řezu	
													Nepoužívejte chladicí kapaliny rozpustné ve vodě	
													Zkontrolujte využití chladicí a mazací kapaliny	
													Zkontrolujte klasifikaci vyměnitelné břitové destičky	
													Zkontrolujte volbu lámače třísky	
													Zvětšete úhel hříbetu	
													Upravte poloměr špičky	
													Zmenšete fasetu a zaoblení řezné hrany	
													Zvětšete fasetu a zaoblení řezné hrany	
													Vyberte stroj s vyšším výkonem a tuhostí	

Tabulka 9.6 Poruchy, příčiny a odstraňování chyb při soustružení



10.2 Řešení problémů při soustružení Seco-MDT

Porucha																
1	Zlomení ostří															
2	Opořebení hříbetní plochy															
3	Vymílání															
4	Vylomení															
5	Vroubkování															
6	Plastická deformace															
7	Nárůstek															
8	Hříbenové trhliny															
9	Problémy s lámáním třísky při soustružení															
10	Problémy s lámáním třísky při rozpichování															
11	Vibrace															
12	Špatný povrch															
13	Průměr mimo toleranci															
14	Vibrace průměru															
15	Odchylky na osazení															
16	Problémy s přesností opakování															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Náprava
																Vyberte řezné mat. s větší odolností proti opotř.
																Vyberte houževnatější řezný materiál
																Vyberte rozpichovací destičku s větším poloměrem.
																Vyberte rozpichovací destičku s menším poloměrem
																Použijte užší destičku s menším poloměrem
																Snižte řeznou rychlost
																Snižte posuv
																Zmenšete hloubku řezu
																Zvyšte řeznou rychlost
																Zvyšte posuv
																Přerušte posuv
																Zvětšete hloubku řezu
																Použijte chladicí kapalinu
																Nepoužívejte chladicí kapalinu
																Zlepšete stabilitu nástroje a obrobku
																Zkontrolujte opravu vychýlení (deflexe)
																Po skončení zapichování dále zpracujte obrobek s odpovídajícím kompenzačním faktorem
																Při soustružení udržujte konst. řezné parametry
																Poslední řez při soustružení čelních ploch musí být proveden zvenku směrem ke středu
																Zkontrolujte opotřebení

Tabulka 9.7 Poruchy, příčiny a odstraňování chyb při soustružení MDT

10.3 Řešení problémů při soustružení závitů

Porucha								
1	Zlomení ostří							
2	Opořebení hříbetní plochy							
3	Vylomení							
4	Plastická deformace							
5	Nárůstek							
6	Vibrace							
7	Špatný povrch							
8	Špatný lom třísky							
1	2	3	4	5	6	7	8	Náprava
								Vyberte řezné materiály s větší odolností proti opotřebení
								Vyberte houževnatější řezný materiál
								Zmenšete počet průchodů
								Zvětšete počet průchodů
								Zkontrolujte výšku hrotů
								Zvolte radiální přísuv
								Zvolte modifikovaný boční přísuv
								Snižte řeznou rychlost
								Zvyšte řeznou rychlost
								Zlepšete přívod chladicí kapaliny
								Zvětšete množství chladicí kapaliny
								Nepoužívejte chladicí kapalinu
								Zlepšete stabilitu
								Zvětšete přísuv na průchod
								Zkontrolujte, zda je podložka správná
								Zkontrolujte průměr obrobku
								Zvolte povlakovaný typ řezného materiálu
								Zkontrolujte volbu podložky

Tabulka 9.8 Poruchy, příčiny a odstraňování chyb při soustružení závitů



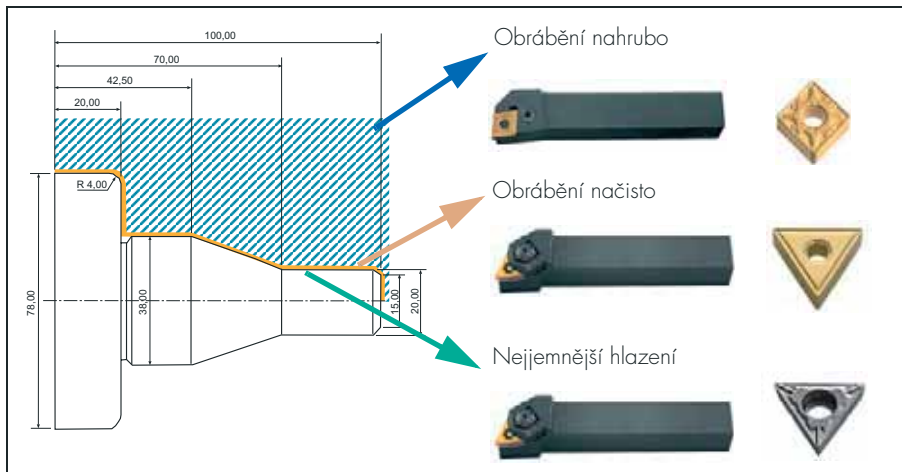
10.4 Řešení problémů při soustružení zápichů a upichování

Porucha								
1	Zlomení ostří							
2	Opoťobení hřbetní plochy							
3	Vymílání							
4	Hřbenové trhliny							
5	Vylomení							
6	Plastická deformace							
7	Nárůstek							
8	Špatný povrch							
1	2	3	4	5	6	7	8	Náprava
								Vyberte řezné materiály s větší odolností proti opotřebení
								Vyberte houževnatější řezný materiál
								Zvyšte řeznou rychlost
								Zvyšte posuv
								Snižte řeznou rychlost
								Snižte posuv
								Zvěšete množství chladicí kapaliny
								Použijte chladicí kapalinu
								Nepoužívejte chladicí kapalinu (při přerušování řezu)
								Zlepšete stabilitu
								Zkontrolujte, zda je upichovací nástroj nastaven v úhlu 90° ke směru posuvu
								Zkontrolujte upnutí obrobku

Tabulka 9.9 Poruchy, příčiny a odstraňování chyb při soustružení zápichů a upichování

11 Použití soustružnických nástrojů GARANT

11.1 VA soustružení



Příklad použití:

Zadání úkolu: Soustružení kontury

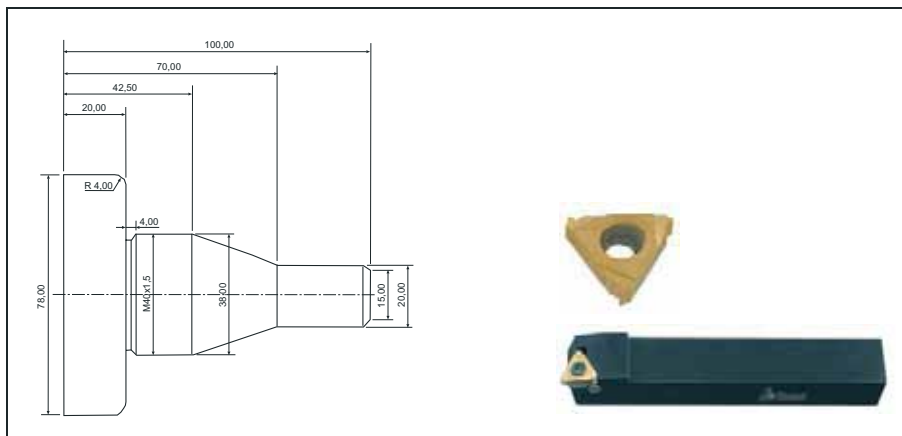
Použitelné parametry:

Materiál: X10CrNiMoTi1810 (1,4571)
(materiálová skupina GARANT 13.2, kapitola "Materiály", odstavec 1)

	Obrábění nahrubo	Obrábění načisto	Nejjemnější hlazení
Nožový držák	PCLN R 2525M12	MTJNR 2525M16	MTJNR 2525M16
Vyměnitelná destička	CNMG 120408 VG HB7135	TNMG 160408 VS HB7120	TNMG 160408 VS CU7033
Řezná rychlost v_c	120 m/min	220 m/min	240 m/min
Posuv f	0,5 mm/ot.	0,2 mm/ot.	0,07 mm/ot.
Hloubka řezu a_p	5 mm	1 mm	0,5 mm
Chlazení	Emulze	Emulze	Emulze



11.2 Soustružení závitů



Příklad použití:

Zadání úkolu: Závítování

Použitelné parametry:

Materiál: X6 CrNiMoTi 17 12 (1,4571) VA
(materiálová skupina GARANT 13,2, kapitola "Materiály", odstavec 1)

Nástroj: Držák vnější pravý, sk. 25

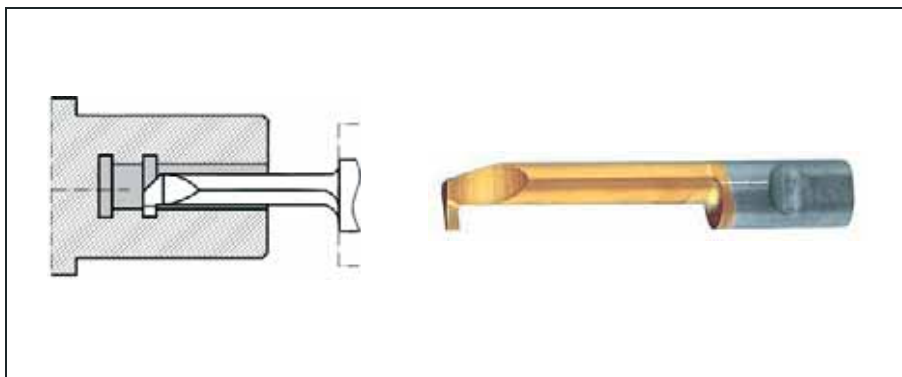
Břítová destička: Závítová břítová destička s plným profilem, sk. 60/1,5, HB 7135

Řezné parametry: Řezná rychlost $v_c = 80 \text{ m/min}$

Posuv $f = 0,2 \text{ mm/ot.}$

Chlazení: Emulze

11.3 Upichování



Příklad použití:

Zadání úkolu: Výroba zápichů mazací drážky o hloubce 2,5 mm

Použitelné parametry:

Materiál: GG 25 (0,6025)
(materiálová skupina GARANT 15.1, kapitola "Materiály", odstavec 1)

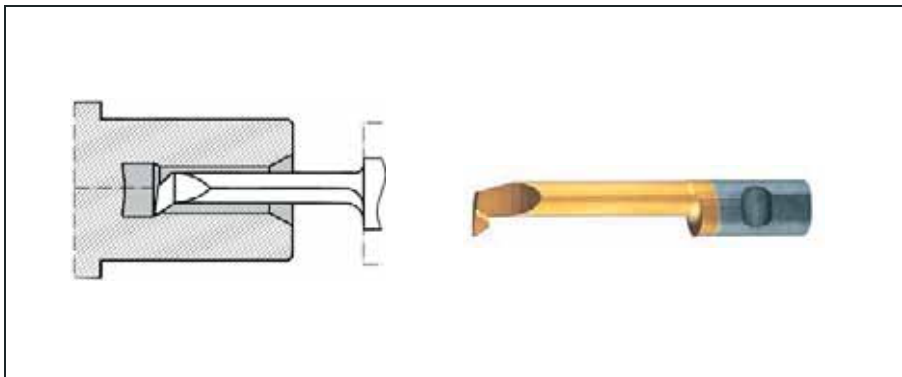
Nástroj: Zapichovací soustružnický nůž z tvrdokovu s nejjemnějším zrnem
Délka vyložení 100 mm

Břit: Šířka 3 mm

Řezné parametry: Řezná rychlost $v_c = 50 \text{ m/min}$
Posuv $f = 0,15 \text{ mm/ot.}$



11.4 Jemné soustružení



Příklad použití:

Zadání úkolu: Kopírování, vysoustružení a fasetování profilu

Průměr otvoru 20 mm

Použitelné parametry:

Materiál: GG25 (0,6025)

(materiálová skupina GARANT 15.1, kapitola "Materiály", odstavec 1)

Nástroj:

Nůž na vnitřní soustružení Uni-Turn z tvrdokovu s nejjemnějším zrnem

Délka vyložení 80 mm

Řezné parametry:

Řezná rychlost

$v_c = 50 \text{ m/min}$

Posuv

$f = 0,02 \text{ mm/ot.}$

Hloubka řezu

$a_p = 0,05 \text{ mm}$

12 Rýhování

Pomocí rýhování se např. zlepšuje úchop ručně ovládaných válcových součástek. Rýhy mohou sloužit jako tzv. viditelné rýhy nebo jen ke zvýšení pevnosti spojení (především při lití vstřikováním).

Rýhování lze obrábět téměř všechny materiály. Důležitými faktory obzvláště při rýhování vytlačováním jsou pevnost a mez průtažnosti (přechod od elastické k plastické deformaci) materiálu. Čím menší tažnost, tím hůř se dá materiál tvářet.

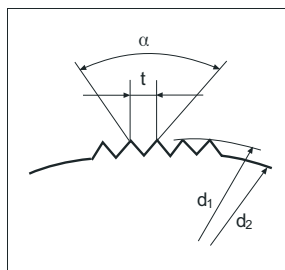
Nejvhodnějšími materiály pro rýhování jsou:

- Všechny železné materiály s pevností max. 1700 N/mm^2 a tažností nejméně 4-5%.
- Barevné kovy
- Tvrdá dřeva
- Plasty, které vyhovují požadavkům na tažnost a pevnost v tahu

12.1 Normování rýhování a rýhovaných profilů

Rýhování jsou normována podle DIN 82.

Zde je stanoveno, že rýhování musí mít vrcholový úhel α 90° , ve výjimečných případech 105° (viz. obr. 9.35).



- α vrcholový úhel
 t rozteč
 d_1 konečný průměr
 d_2 průměr soustružení

Obr. 9.36 Rýhování podle DIN 82

Stejně tak jsou normovány rozteče. V rýhovací technice se používají mimo jiné následující normované rozteče:

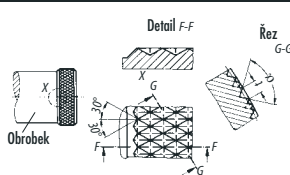

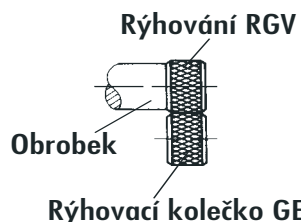


Normovaná rozteč t [mm]	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6
---------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----



Podle DIN 82 jsou normovány následující profily rýhování na obrobku:

Rýhování na obrobku	Profil rýhování na obrobku	Možnosti
Rýhování s rýhami rovnoběžnými s osou		
	RAA 	
Levé rýhování		
	RBL 	
Pravé rýhování		
	RBR 	
Levopravé rýhování, konvexní		
	RGE 	

Tabulka 9.10 Normované profily rýhování

Levoprávé rýhování, konkávní			
	<p>RGV</p> 		
Křížové rýhování			
<p>Konvexní RKE</p> 		<p>Konkávní RKV</p> 	

Tabulka 9.10 Normované profily rýhování - pokračování

12.2 Metody rýhování

V rýhovací technice se rozlišují dvě metody:

- rýhování vytlačováním, tzn. probíhá deformace materiálu
- rýhování frézováním, kde se provádí třískové obrábění materiálu.

12.2.1 Rýhování tvářením

Při beztřískovém rýhování (vytlačováním) se do povrchu obrobku vtláčuje odvalující se nástroj opatřený určitým rýhovacím profilem (rýhovací kolečko). Přitom probíhá tváření za studena v povrchu obrobku. Při tomto tváření je materiál vytlačován ven a následkem toho se zvyšuje průměr obrobku.

Jako empirická hodnota pro větší výchozí průměry se bere zvětšení průměru cca o 40% použité rozteče rýhování (viz též *tabulka 9.7*). Počáteční průměr se dá vypočítat podle následujícího vzorce:

$$d_2 = d_1 - (X \cdot t)$$

d_2	počáteční průměr (průměr soustružení) [mm]	
d_1	konečný průměr [mm]	
X	hodnota z <i>tabulky 9.11</i>	(rov. 9.15)
t	rozteč	



Obr. 9.37 Rýhování



Tvar rýhování **	Hodnota X
Rovnoběžné s osou, tvar AA	0,5
Levé rýhování, tvar BL	0,5
Pravé rýhování, tvar BR	0,5
Křížové rýhování, konvexní, tvar KE	0,67
Křížové rýhování, konkávní, tvar KV	0,33
Levopravé rýhování, konvexní, tvar GE	0,67
Levopravé rýhování, konkávní, tvar GV	0,33
** viz. též odstavec 12,1, Profily rýhování	

Tabulka 9.11 Zvětšení průměru obrobku v závislosti na rozteči

Možnosti použití rýhování vytlačováním:

- Když vznikající síly nemají žádný význam pro stroj a obrobek.
- Jako cenově příznivá alternativa k rýhování frézováním.
- Ale **NE** u tenkostěnných obrobků.

Mezi **výhody** tváření patří:

- Neporušuje se průběh vláken. Tím klesá vrubová citlivost a zvyšuje se mez únavy.
- Pevnost materiálu se značně zvyšuje s nastávajícím zpevněním za studena, zatímco tažnost klesá.
- Zpevněním se vytváří vysoká odolnost proti opotřebení a čistý lesklý povrch.

Nevýhody rýhování vytlačováním jsou:

- Zvětšuje se průměr. Je třeba vypočítat konečný průměr.
- Je zapotřebí vynaložení větší síly než při rýhování frézováním. Roste zatížení stroje a obrobku.
- Je-li rýhovací kolečko na jednom místě v záběru déle než 2 až 3 otáčky, hrozí nebezpečí "odloupnutí" povrchu v důsledku únavy materiálu.
- Není vhodné pro tenkostěnné obrobky kvůli nebezpečí deformace vysokými silami.

Parametry obrábění:

- Řezná rychlost v_c musí být kolem 20 m/min. Při vysoké pevnosti materiálu se musí řezná rychlost adekvátně snížit.
- Hodnoty pro posuv f při podélném rýhování jsou 0,2 až 0,3 mm/ot.
- Přísuv s příčným supotem probíhá až k obrobku a objevuje se ostré a výrazné rýhování. Při podélném rýhování se až nyní spouští posuv.
- Pro chlazení a mazání se velice dobře osvědčily vrtací emulze. Je však třeba dávat pozor na bohatý průtok emulze.

Rýhovací nástroje s jedním rýhovacím kolečkem se hodí pro zapichovací rýhování s různými profily (viz. též *tabulka 9.6*). Podélné rýhování je možné výhradně s rýhovacími kolečky tvaru AA. Zapichovací rýhování je vždy tak dlouhé, jak je široká pracovní plocha rýhovacího kolečka. Nástroj je přitom upnutý v úhlu 90° k obrobku, kdežto při podélném rýhování se upíná v úhlu 88° k obrobku. Zbývajícím úhlem hřbetu 2° k přední hraně rýhovacího kolečka brání hromadění materiálu při podélném pohybu rýhovacího nástroje.

Rýhovací nástroje se dvěma rýhovacími kolečky umožňují zapichovací rýhování s různými profily. Podélné rýhování je naproti tomu možné pouze s rýhovacími kolečky tvaru AA (rýhování rovnoběžné s osou), resp. BL a BR (levé či pravé rýhování). Spirála 30° nebo 45° na rýhovacích kolečkách určuje také spirálu na obrobku (30° nebo 45°). Opět platí nastavení rýhovacích nástrojů pro zapichovací rýhování 90° a pro podélné rýhování 88° vůči obrobku.

12.2.2 Rýhování frézováním

Rýhování frézováním je stírací profilování během posuvu rotujícího nástroje opatřeného ostrými zuby (rýhovací kolečko).

Při rýhování frézováním nedochází k žádnému zpevnění za studena. Třísky jsou odváděny (stírány) z povrchu směrem ke špičkám zubů.



Obr. 9.38 Rýhovací fréza se dvěma rýhovacími kolečky

Mezi **výhody** rýhování frézováním patří:

- Je vhodné pro tenkostěnné materiály (např. trubky), protože vznikající síly jsou podstatně nižší než při tváření,
- Menší zatížení nástroje a stroje,
- Žádné zvětšení průměru během obrábění
- Velmi vysoká jakost povrchu



Nevýhody rýhování frézováním jsou:

- Narušuje se průběh vláken v obrobku (vrubový účinek).
- Nákladnost.

Parametry obrábění:

- Obrobek musí být opatřen fasetou (30 až 45°). Velikost fasety musí odpovídat přinejmenším rozteči.
- Hodnoty parametrů obrábění můžete najít v *tabulce 9.26*.
- Je nezbytně nutné používat chladicí a mazací kapalinu. Pro chlazení a mazání se osvědčily vrtací emulze či nízkoviskózní řezné oleje. Je však třeba dávat pozor na bohatý průtok emulze.

Rýhovací frézy s jedním rýhovacím kolečkem se hodí výhradně pro rýhování rovnoběžné s osou (RAA). Vždy se používá rýhovací kolečko BL 30° pro levé nástroje nebo BR 30° pro pravé. Každý nástroj může být odpovídajícím způsobem justován na hlavě. Tyto nástroje se zásadně upínají kolmo k obrobku. Pro nastavení přesné výšky špičky mají nástroje buď ze strany na hlavě označovací body nebo, u nástrojů pro CNC stroje, je horní hrana stopky vztažnou hranou pro výšku špičky.

Rýhovací frézy se dvěma rýhovacími kolečky umožňují levopravé rýhování (RGE) s 30° a 45° spirálou. Pro rýhování RGE 30° se používají dvě rýhovací kolečka AA v nástroji. Pro rýhování RGE 45° je třeba nainstalovat na držák rýhovací kolečko BR 15° a rýhovací kolečko BL 15° (viz. též *tabulka 9.10*). Nástroje jsou opatřeny nastavovací stupnicí pro průměr obrobku. Po nastavení průměru obrobku musí být nástroj nastaven na přesnou výšku špičky. Než může začít vlastní frézování, je nutné zavést nástroj proti obrobku a zkontrolovat, jestli obě rýhovací kolečka zabírají současně. Při rýhování frézováním jsou rýhovací kolečka přisouvána cca s 1/3 své šířky k obrobku, dokud se neobjeví plné a ostré rýhování. To je obvykle v okamžiku, když je přisunuto 70% příslušné rozteče rýhování. Potom se musí zapnout posuv.

13 Hodnoty používané při soustružení

Práce s tabulkami hodnot - příklad vnějšího soustružení

Obráběcí práce:

Vnější podélné soustružení válcových ploch (průměr $D = 60$ mm) v materiálu X210Cr12

Postup:

1. Výběr nástroje z hlavního katalogu
2. Výběr materiálové skupiny (kapitola "Materiály", odstavec 1)
3. Výběr řezných parametrů:
 - 3.1 Výběr tabulky použitých hodnot
 - 3.2 Výběr řezných parametrů

Materiálová skupina 8.2

Tabulka 9.14

Tabulka 9.14 Vnější soustružení GARANT 0° a 7° (střední obrábění)

Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
2.0	Automatové oceli	< 850	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
3.0	Nelég. ocel k zesílení	< 700	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
3.1	Nelég. ocel k zesílení	700 – 850	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
3.2	Nelég. ocel k zesílení	850 – 1000	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
4.0	Legovaná ocel k zesílení	850 – 1000	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
4.1	Legovaná ocel k zesílení	1000 – 1200	80	– 100	– 150	0,10	– 0,12	– 0,15	0,15	– 0,50	– 1,00
5.0	Nelég. cementační oceli	< 750	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	80	– 100	– 150	0,10	– 0,12	– 0,15	0,15	– 0,50	– 1,00
7.0	Nitridační oceli	< 1000	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
7.1	Nitridační oceli	> 1000	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
8.0	Nástrojové oceli	< 850	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	80	– 100	– 150	0,10	– 0,12	– 0,15	0,15	– 0,50	– 1,00
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
9.0	Rychlořezné oceli	830 – 1200	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50

Řezná rychlost:

Poč. hodn. $v_c = 50$ m/min

Rozsah: 30 ... 80 m/min

Posuv:

Poč. hodn. $f = 0,2$ mm/ot.

Rozsah: 0,1 ... 0,3 mm/ot.

Řezná rychlost:

Poč. hodn. $a_p = 1,5$ mm

Rozsah: 0,7 ... 2,0 mm

4. Řezný materiál:

HB 7120 Lamač třísek: VS


**Tabulka 9.12 Vnější soustružení GARANT 0° a 7°
(nejmenější hlazení)**


Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	vc [m/min]			f [mm/ot.]			ap [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
2.0	Automatové oceli	< 850	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
4.0	Legované ocel k zúšlechťení	850 – 1000	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
4.1	Legované ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	80	– 100	– 150	0,10	– 0,12	– 0,15	0,15	– 0,50	– 1,00
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	80	– 100	– 150	0,10	– 0,12	– 0,15	0,15	– 0,50	– 1,00
7.0	Nitridační oceli	< 1000	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
7.1	Nitridační oceli	> 1000	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
8.0	Nástrojové oceli	< 850	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	80	– 100	– 150	0,10	– 0,12	– 0,15	0,15	– 0,50	– 1,00
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
9.0	Rychlořezné oceli	830 – 1200	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	60	– 120	– 220	0,05	– 0,10	– 0,30	0,05	– 0,10	– 0,50
			60	– 140	– 220	0,05	– 0,08	– 0,30	0,05	– 0,08	– 0,50
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	60	– 120	– 220	0,05	– 0,10	– 0,30	0,05	– 0,10	– 0,50
			60	– 140	– 220	0,05	– 0,08	– 0,30	0,05	– 0,08	– 0,50
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	50	– 100	– 190	0,05	– 0,10	– 0,25	0,05	– 0,10	– 0,40
			50	– 120	– 190	0,05	– 0,08	– 0,25	0,05	– 0,08	– 0,40
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1350	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1800	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
12.0	Pružinové oceli	< 1500	80	– 100	– 150	0,10	– 0,12	– 0,15	0,15	– 0,50	– 1,00

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

Garant 0° Břitové destičky		P Ocel Geom. jakost	M Nerezová ocel Geom. jakost	K* GG(G) Titina Geom. jakost	N Neželezný kov Geom. jakost	S Titan Geom. jakost	H* > 48 HRC Geom. jakost
	jemný	SF (SS) CU 7033	VS (VF) HB 7010 (CU7033)				F CBN 710 (CBN 720)
Universální volba	střední	SM HB 7010	VM HB 7135 (HB7120)	SM HB 7005	(KNUX R1/R2) (HB 7010)		G CBN 725
	hrubý	SG HB 7010	VG HB 7135	SG HB 7010			T CBN 725
	Velmi hrubý	SR HB 7035					

* Je možno použít také keramickou jakost

Garant 7° Břitové destičky		P Ocel Geom. jakost	M Nerezová ocel Geom. jakost	K GG(G) Litina Geom. jakost	N Neželezný kov Geom. jakost	S Titan Geom. jakost	H Neželezný kov Geom. jakost
	jemný	SS HB 7010 (HB 7035)	SS HB 7035		ALX HU 70AL	(ALX) (HU 70AL)	F CBN 710 (CBN 720)
Universální volba	střední	SM HB 7010	VM HB 7135	SM HB 7010	ALX HU 70AL		G (I) CBN 725



Positivní otočné břitové destičky (7)

Ocel + Litina VA (nerex. ocel)

Rozměr hloubka

VM SM

VS SS

střední obrábění

dokončování

Hliník a neželezné kovy

ALX

Posuv

G



Graph G shows a line that starts at a low value, increases sharply, and then levels off at a high value.

Graph T shows a sharp initial increase followed by a gradual, steady increase.

**T Speciální
při přerušovaném řezu
(ocel přes 45 HRC)**


**Tabulka 9.12 Vnější soustružení GARANT 0° a 7°
(nejmenější hlazení)**


Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	Počátek	max.
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	220	– 280	– 320	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,25	– 0,50
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	220	– 280	– 320	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,25	– 0,50
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	180	– 220	– 250	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,25	– 0,50
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	180	– 220	– 250	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,25	– 0,50
14.0	Speciální slitiny	< 1200	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,15	– 0,50
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,15	– 0,50
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,15	– 0,50
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	180	– 200	– 250	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,15	– 0,50
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
17.0	Hliníkové tvářecí slitiny	< 600	500	– 700	– 1000	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
17.1	Hliníkové slévarenské slitiny	< 600	350	– 500	– 600	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
17.2	Hliníkové slévarenské slitiny	< 600	350	– 500	– 600	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
18.0	Hořík, hoříkové slitiny	< 280	500	– 700	– 1000	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
19.0	Měď, nízko legovaná	< 350	250	– 300	– 400	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
19.1	Mosaz, tvářecí krátké třísky	< 600	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
19.2	Mosaz, tvářecí dlouhé třísky	< 600	250	– 300	– 400	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
19.3	Bronz, tvářecí krátké třísky	< 600	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
19.4	Bronz, tvářecí krátké třísky	650 – 850	200	– 250	– 300	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
19.5	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	< 850	200	– 250	– 320	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
19.6	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	850 – 1200	200	– 250	– 320	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
20.0	Grafit		250	– 300	– 350	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,50	– 1,00
21.0	Duraplasty a termoplasty										
21.1	GFK a CFK										

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

Garant 0° Břitové destičky		P Ocel Geom. jakost		M Nerezová ocel Geom. jakost		K* GG(G) Titina Geom. jakost		N Neželezný kov Geom. jakost		S Titan Geom. jakost		H* > 48 HRC Geom. jakost	
	jemný	SF (SS)	CU 7033	VS (VF)	HB 7010 (CU7033)							F	CBN 710 (CBN 720)
Universální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135 (HB7120)	SM	HB 7005	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			G	CBN 725
	hrubý	SG	HB 7010	VG	HB 7135	SG	HB 7010					T	CBN 725
	Velmi hrubý	SR	HB 7035										

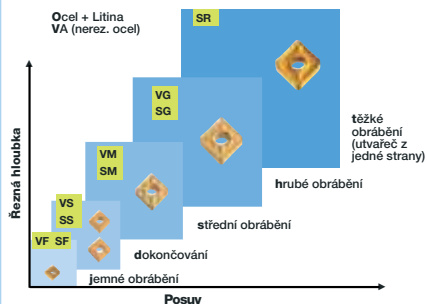
* Je možno použít také keramickou jakost

Garant 7° Břitové destičky		P Ocel Geom. jakost		M Nerezová ocel Geom. jakost		K GG(G) Litina Geom. jakost		N Neželezný kov Geom. jakost		S Titan Geom. jakost		H Neželezný kov Geom. jakost	
	jemný	SS	HB 7010 (HB 7035)	SS	HB 7035			ALX	HU 70AL	(ALX)	(HU 70AL)	F	CBN 710 (CBN 720)
Universální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135	SM	HB 7010	ALX	HU 70AL			G (T)	CBN 725

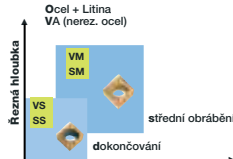
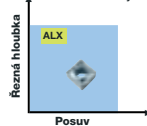


Doporučené vyměnitelné břitové destičky				Chladičí a mazací kapalina
0°		7°		
Typ	Utvařec tržsky	Typ	Utvařec tržsky	
CU 7033	VF	HB 7135	VM	Suché
CU 7033	VF	HB 7135	VM	Suché
CU 7033	VF	HB 7135	VM	Emulze
CU 7033	VF	CU 7033	VF	Emulze
HB 7120	VS	HB 7135	VM	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
CU 7033	SF	CU 7033	SM	Suché
CBN 725	G	CBN 725	G nebo T	Suché
CU 7033	SF	CU 7033	SM	Suché
CBN 725	G	CBN 725	G nebo T	Suché
CU 7033	SF	CU 7033	SM	Suché
CBN 725	G	CBN 725	G nebo T	Suché
CU 7033	SF	CU 7033	SM	Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7120	VS	HB 7135	VM	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7120	VS	HB 7135	VM	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
CU 7033	SF	CU 7033	SM	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
CU 7033	SF	CU 7033	SM	Suché
CU 7033	SF	CU 7033	SM	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
CU 7033	SF	CU 7033	SM	Suché

Negativní otočné břitové destičky (0°)



Pozitivní otočné břitové destičky (7°)

Hliník a
neželezné kovy

CBN – otočné břitové destičky 0° a 7°

Jemné šlichtování a při
nepřerušovaném řezu
(ocel přes 45 HRC)Universální použití
1. volba
(ocel přes 45 HRC)T Speciální
při přerušovaném řezu
(ocel přes 45 HRC)



Tabulka 9.13 Vnější soustružení GARANT 0° a 7°
(obrábění načisto)



Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	200 – 280 – 320			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
			260 – 320 – 390			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,00		
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	200 – 280 – 320			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
			260 – 320 – 390			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,00		
2.0	Automatové oceli	< 850	200 – 280 – 320			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
			260 – 320 – 390			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,00		
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	180 – 230 – 280			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
			260 – 320 – 390			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,00		
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	200 – 280 – 320			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
			260 – 320 – 390			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,00		
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	200 – 280 – 320			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
			260 – 320 – 390			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,00		
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	180 – 230 – 280			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
			210 – 280 – 320			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,00		
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	180 – 230 – 280			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
			210 – 280 – 320			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,00		
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	130 – 200 – 260			0,10 – 0,15 – 0,30			0,30 – 1,00 – 1,80		
			80 – 100 – 150			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	200 – 280 – 320			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
			260 – 320 – 390			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,00		
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	180 – 230 – 280			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
			210 – 280 – 320			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,00		
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	130 – 200 – 260			0,10 – 0,15 – 0,30			0,30 – 1,00 – 1,80		
			80 – 100 – 150			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
7.0	Nitridační oceli	< 1000	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
7.1	Nitridační oceli	> 1000	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
8.0	Nástrojové oceli	< 850	180 – 230 – 280			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
			210 – 280 – 320			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,00		
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	130 – 200 – 260			0,10 – 0,15 – 0,30			0,30 – 1,00 – 1,80		
			80 – 100 – 150			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	60 – 120 – 220			0,05 – 0,10 – 0,30			0,05 – 0,10 – 0,50		
			60 – 140 – 220			0,05 – 0,08 – 0,30			0,05 – 0,08 – 0,50		
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	60 – 120 – 220			0,05 – 0,10 – 0,30			0,05 – 0,10 – 0,50		
			60 – 140 – 220			0,05 – 0,08 – 0,30			0,05 – 0,08 – 0,50		
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	50 – 100 – 190			0,05 – 0,10 – 0,25			0,05 – 0,10 – 0,40		
			50 – 120 – 190			0,05 – 0,08 – 0,25			0,05 – 0,08 – 0,40		
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1350	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1800	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
12.0	Pružinové oceli	< 1500	130 – 200 – 260			0,10 – 0,15 – 0,30			0,30 – 1,00 – 1,80		
			80 – 100 – 150			0,12 – 0,20 – 0,35			0,50 – 1,50 – 2,20		

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.



Garant 7 Břítové destičky		P		M		K		N		S		H	
		Geom.	Ocel jakošt	Nerezová ocel Geom.	jakošt	GG(G) Geom.	Litina jakošt	Neželezné kov Geom.	jakošt	Titan Geom.	jakošt	Neželezné kov Geom.	jakošt
	jemný	SS	HB 7010 (HB 7035)	SS	HB 7035			ALX	HU 70AL	(ALX)	(HU 70AL)	F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135	SM	HB 7010	ALX	HU 70AL			G (T)	CBN 725


Tabulka 9.13 Vnější soustružení GARANT 0° a 7° (obrábění načisto)


Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	180 – 220 – 260			0,10 – 0,20 – 0,30			1,50 – 2,20 – 3,00		
			140 – 180 – 220			0,15 – 0,25 – 0,30			1,50 – 2,20 – 3,00		
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	180 – 220 – 260			0,10 – 0,20 – 0,30			1,50 – 2,20 – 3,00		
			140 – 180 – 220			0,15 – 0,25 – 0,30			1,50 – 2,20 – 3,00		
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	140 – 180 – 220			0,10 – 0,20 – 0,30			1,20 – 1,80 – 3,00		
			120 – 150 – 200			0,15 – 0,25 – 0,30			1,50 – 2,20 – 3,00		
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	140 – 180 – 220			0,10 – 0,20 – 0,30			1,20 – 1,80 – 3,00		
			120 – 150 – 200			0,15 – 0,25 – 0,30			1,50 – 2,20 – 3,00		
14.0	Speciální slitiny	< 1200	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	200 – 250 – 320			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,20		
			300 – 400 – 700			0,05 – 0,15 – 0,30			0,05 – 0,15 – 0,50		
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	170 – 200 – 280			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,20		
			300 – 400 – 700			0,05 – 0,15 – 0,30			0,05 – 0,15 – 0,50		
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	170 – 200 – 280			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,20		
			300 – 400 – 700			0,05 – 0,15 – 0,30			0,05 – 0,15 – 0,50		
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	150 – 180 – 250			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,20		
			300 – 400 – 700			0,05 – 0,15 – 0,30			0,05 – 0,15 – 0,50		
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
17.0	Hliníkové tvářecí slitiny	< 530	500 – 700 – 1000			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
17.1	Hliníkové slévarenské slitiny	< 600	350 – 500 – 600			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
17.2	Hliníkové slévarenské slitiny	< 600	350 – 500 – 600			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	500 – 700 – 1000			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	200 – 250 – 350			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
19.1	Mosaz, tvářecí krátké trisky	< 600	200 – 250 – 320			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,20		
19.2	Mosaz, tvářecí dlouhé trisky	< 600	200 – 250 – 350			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
19.3	Bronz, tvářecí krátké trisky	< 600	200 – 250 – 320			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,20		
19.4	Bronz, tvářecí krátké trisky	650 – 850	200 – 250 – 320			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,20		
19.5	Bronz, tvářecí dlouhé trisky	< 850	150 – 180 – 220			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
19.6	Bronz, tvářecí dlouhé trisky	850 – 1200	120 – 150 – 200			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
20.0	Grafit		200 – 250 – 320			0,12 – 0,20 – 0,30			0,50 – 1,50 – 2,20		
21.0	Duroplasty a termoplasty										
21.1	GFK a CFK										

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

Garant 0° Břitové destičky		P Ocel Geom. jakost		M Nerezová ocel Geom. jakost		K* GG(G) Titina Geom. jakost		N Neželezné kovy Geom. jakost		S Titan Geom. jakost		H* > 48 HRC Geom. jakost	
	jemný	SF (SS)	CU 7033	VS (VF)	HB 7010 (CU7033)							F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135 (HB7120)	SM	HB 7005	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			G	CBN 725
	hrubý	SG	HB 7010	VG	HB 7135	SG	HB 7010					T	CBN 725
	Velmi hrubý	SR	HB 7035										

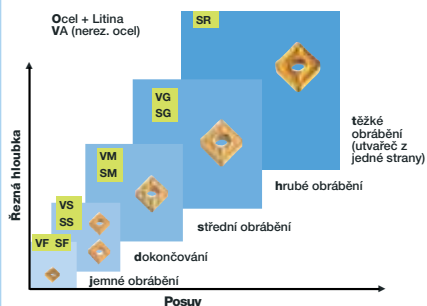
* Je možno použít také keramickou jakost

Garant 7° Břitové destičky		P Ocel Geom. jakost		M Nerezová ocel Geom. jakost		K GG(G) Litina Geom. jakost		N Neželezné kovy Geom. jakost		S Titan Geom. jakost		H Neželezné kovy Geom. jakost	
	jemný	SS	HB 7010 (HB 7035)	SS	HB 7035			ALX	HU 70AL	(ALX)	(HU 70AL)	F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135	SM	HB 7010	ALX	HU 70AL			G (T)	CBN 725

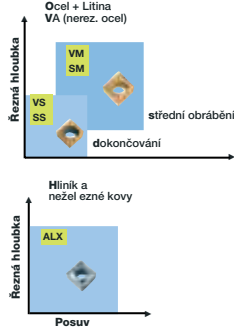


Doporučené vyměnitelné břitové destičky				Chladičí a mazací kapalina
0°		7°		
Typ	Utvářecí třísky	Typ	Utvářecí třísky	
HB 7120	VS			Suché
HB 7135	VS	HB 7135	VM	Suché
HB 7120	VS			Suché
HB 7135	VS	HB 7135	VM	Suché
HB 7120	VS			Emulze
HB 7135	VS	HB 7135	VM	Emulze
HB 7120	VS			Emulze
HB 7135	VS	HB 7135	VM	Emulze
HB 7120	VS	HB 7135 HU 70AL	VM ALX	Emulze Emulze
CU 7033	SS	CU 7033	SS	Suché
CBN 725	G			Suché
CU 7033	SS	CU 7033	SS	Suché
CBN 725	G			Suché
CU 7033	SS	CU 7033	SS	Suché
CBN 725	G			Suché
CU 7033	SS	CU 7033	SS	Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7120	VS	HB 7135 HU 70AL	VM ALX	Emulze Emulze
HB 7120	VS	HB 7135 HU 70AL	VM ALX	Emulze Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
CU 7033	SS	CU 7033	SS	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
CU 7033	SS	CU 7033	SS	Suché
CU 7033	SS	CU 7033	SS	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
CU 7033	SS	CU 7033	SS	Suché

Negativní otočné břitové destičky (0°)



Positivní otočné břitové destičky (7°)



CBN – otočné břitové destičky 0° a 7°

F



Jemné sličtování a při nepřerušovaném řezu (ocel přes 45 HRC)

G



Univerzální použití 1. volba (ocel přes 45 HRC)

T



T Speciální při přerušovaném řezu (ocel přes 45 HRC)


**Tabulka 9.14 Vnější soustružení GARANT 0° a 7°
(střední obrábění)**

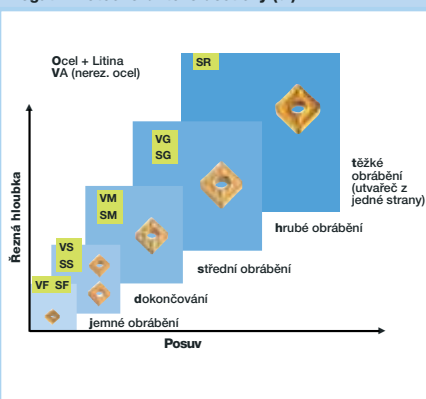

Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	220	– 290	– 320	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 4,50
			180	– 220	– 280	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 3,50	– 5,00
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	220	– 290	– 320	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 4,50
			180	– 220	– 280	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 3,50	– 5,00
2.0	Automatové oceli	< 850	220	– 290	– 320	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 4,50
			180	– 220	– 280	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 3,50	– 5,00
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 4,00
			150	– 200	– 250	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 3,50	– 5,00
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	220	– 290	– 320	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 4,50
			180	– 220	– 280	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 3,50	– 5,00
3.1	Neleg. oceli k zúšlechťení	700 – 850	220	– 290	– 320	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 4,50
			180	– 220	– 280	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 3,50	– 5,00
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 4,00
			150	– 200	– 250	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 3,50	– 5,00
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 4,00
			150	– 200	– 250	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 3,50	– 5,00
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	130	– 200	– 260	0,10	– 0,15	– 0,30	0,30	– 1,00	– 1,80
			80	– 100	– 150	0,12	– 0,20	– 0,35	0,50	– 1,50	– 2,20
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	220	– 290	– 320	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 4,50
			180	– 220	– 280	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 3,50	– 5,00
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 4,00
			150	– 200	– 250	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 3,50	– 5,00
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	110	– 160	– 220	0,10	– 0,20	– 0,45	2,00	– 3,00	– 4,00
			50	– 80	– 120	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,50	– 5,00
7.0	Nitridační oceli	< 1000	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
7.1	Nitridační oceli	> 1000	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
8.0	Nástrojové oceli	< 850	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 4,00
			150	– 200	– 250	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 3,50	– 5,00
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	110	– 160	– 220	0,10	– 0,20	– 0,45	2,00	– 3,00	– 4,00
			50	– 80	– 120	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,50	– 5,00
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	60	– 120	– 220	0,05	– 0,10	– 0,30	0,05	– 0,10	– 0,50
			60	– 140	– 220	0,05	– 0,08	– 0,30	0,05	– 0,08	– 0,50
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	60	– 120	– 220	0,05	– 0,10	– 0,30	0,05	– 0,10	– 0,50
			60	– 140	– 220	0,05	– 0,08	– 0,30	0,05	– 0,08	– 0,50
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	50	– 100	– 190	0,05	– 0,10	– 0,25	0,05	– 0,10	– 0,40
			50	– 120	– 190	0,05	– 0,08	– 0,25	0,05	– 0,08	– 0,40
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1350	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1800	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
12.0	Pružinové oceli	< 1500	110	– 160	– 220	0,10	– 0,20	– 0,45	2,00	– 3,00	– 4,00
			50	– 80	– 120	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,50	– 5,00

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

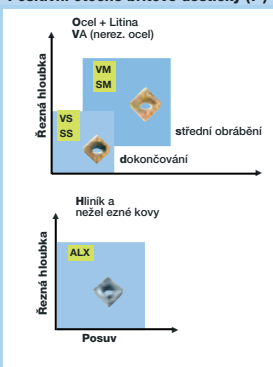


Doporučené vyměnitelné břitové destičky				Chladičí a mazací kapalina
0°		7°		
Typ	Utvářecí třísky	Typ	Utvářecí třísky	
HB 7005	SM			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
HB 7005	SM			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
HB 7005	SM			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
HB 7005	SM			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
HB 7005	SM			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
HB 7005	SM			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
HB 7005	SM			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
HB 7005	SM			Emulze
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Emulze
HB 7005	SM			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
HB 7005	SM			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
HB 7005	SM			Emulze
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Emulze
HB 7120	VS	HB 7135 HU 70AL	VM ALX	Emulze Emulze
HB 7120	VS	HB 7135 HU 70AL	VM ALX	Emulze Emulze
HB 7005	SM			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
HB 7005	SM			Emulze
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Emulze
HB 7120	VS	HB 7135 HU 70AL	VM ALX	Emulze Emulze
HB 7120	VS	HB 7135 HU 70AL	VM ALX	Emulze Emulze
CBN 725	G			Suché
CBN 720	G			Suché
CBN 725	G			Suché
CBN 720	G			Suché
CBN 725	G			Suché
CBN 720	G			Suché
HB 7120	VS	HB 7135 HU 70AL	VM ALX	Emulze Emulze
HB 7120	VS	HB 7135 HU 70AL	VM ALX	Emulze Emulze
HB 7005	SM			Emulze
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Emulze

Negativní otočné břitové destičky (0°)



Positivní otočné břitové destičky (7°)



CBN – otočné břitové destičky 0° a 7°



Geom.	P 0° Břitové destičky	M 0° Nerezová ocel	K* 0° Tižná ocel	N 0° Nerezové kovy	S 0° Titan	H* 0° >45 HRC
jemný	SF (SS)	CU 7033	VS (VF)	HB 7010 (CJ/123)		F CBN 710 (CBN 720)
střední	SM	HB 7010	VG (VB/123)	HB 7005 (RNLX R/LP2)		G CBN 725
hrubý	SG	HB 7010	HB 7135	SG	HB 7010	
Velmi hrubý	SR	HB 7035				T CBN 725

* Je možno použít také keramickou jakost

Geom.	P 7° Břitové destičky	M 7° Nerezová ocel	K* 7° Tižná ocel	N 7° Nerezové kovy	S 7° Titan	H 7° Nerezové kovy
jemný	SS	HB 7010 (HB 7035)	SS	HB 7035	ALX	HU 70AL (HU 70AL)
střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135	SM	HB 7010
						ALX
						HU 70AL
						F (T)
						CBN 725


**Tabulka 9.14 Vnější soustružení GARANT 0° a 7°
(střední obrábění)**


Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	180 – 220 – 260			0,10 – 0,20 – 0,30			1,50 – 2,20 – 3,00		
			140 – 180 – 220			0,15 – 0,25 – 0,30			1,50 – 2,20 – 3,00		
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	180 – 220 – 260			0,10 – 0,20 – 0,30			1,50 – 2,20 – 3,00		
			140 – 180 – 220			0,15 – 0,25 – 0,30			1,50 – 2,20 – 3,00		
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	140 – 180 – 220			0,10 – 0,20 – 0,30			1,20 – 1,80 – 3,00		
			120 – 150 – 200			0,15 – 0,25 – 0,30			1,50 – 2,20 – 3,00		
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	140 – 180 – 220			0,10 – 0,20 – 0,30			1,20 – 1,80 – 3,00		
			120 – 150 – 200			0,15 – 0,25 – 0,30			1,50 – 2,20 – 3,00		
14.0	Speciální slitiny	< 1200	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	180 – 240 – 280			0,20 – 0,30 – 0,50			2,00 – 3,00 – 5,00		
			180 – 200 – 250			0,20 – 0,35 – 0,60			2,00 – 4,00 – 6,00		
			300 – 400 – 700			0,05 – 0,15 – 0,30			0,05 – 0,15 – 0,50		
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	130 – 190 – 230			0,20 – 0,30 – 0,50			2,00 – 3,00 – 5,00		
			100 – 140 – 180			0,20 – 0,35 – 0,60			2,00 – 4,00 – 6,00		
			300 – 400 – 700			0,05 – 0,15 – 0,30			0,05 – 0,15 – 0,50		
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	130 – 190 – 230			0,20 – 0,30 – 0,50			2,00 – 3,00 – 5,00		
			100 – 140 – 180			0,20 – 0,35 – 0,60			2,00 – 4,00 – 6,00		
			300 – 400 – 700			0,05 – 0,15 – 0,30			0,05 – 0,15 – 0,50		
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	100 – 160 – 200			0,20 – 0,30 – 0,50			2,00 – 3,00 – 5,00		
			80 – 120 – 160			0,20 – 0,35 – 0,60			2,00 – 4,00 – 6,00		
			300 – 400 – 700			0,05 – 0,15 – 0,30			0,05 – 0,15 – 0,50		
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
17.0	Hliníkové tvářecí slitiny	< 530	500 – 700 – 1000			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
17.1	Hliníkové slevárenské slitiny	< 600	350 – 500 – 600			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
17.2	Hliníkové slevárenské slitiny	< 600	350 – 500 – 600			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	500 – 700 – 1000			0,15 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
19.0	Měď, nízká legovaná	< 400	200 – 250 – 350			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
19.1	Mosaz, tvářecí krátké trisky	< 600	180 – 240 – 280			0,20 – 0,30 – 0,50			2,00 – 3,00 – 5,00		
19.2	Mosaz, tvářecí dlouhé trisky	< 600	200 – 250 – 350			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
19.3	Bronz, tvářecí krátké trisky	< 600	180 – 240 – 280			0,20 – 0,30 – 0,50			2,00 – 3,00 – 5,00		
19.4	Bronz, tvářecí krátké trisky	650 – 850	180 – 240 – 280			0,20 – 0,30 – 0,50			2,00 – 3,00 – 5,00		
19.5	Bronz, tvářecí dlouhé trisky	< 850	150 – 180 – 220			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
19.6	Bronz, tvářecí dlouhé trisky	850 – 1200	120 – 150 – 200			0,10 – 0,25 – 0,40			0,50 – 4,00 – 6,00		
20.0	Grafit		180 – 240 – 280			0,20 – 0,30 – 0,50			2,00 – 3,00 – 5,00		
21.0	Duraplasty a termoplasty										
21.1	GFK a CFK										

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

Garant 0° Břítové destičky		P Ocel Geom. j. jakost	M Nerezová ocel Geom. j. jakost	GK ¹ Titan Geom. j. jakost	N Nerezová kovy Geom. j. jakost	S Titan Geom. j. jakost	H ² > 45 HRC Geom. j. jakost
Univerzální valba	jemný	SS HB 7010 (S)	VS HB 7010 (V)	SM HB 7005 (S)	ALX HB 7010 (X)		F CBN 710 (F)
	střední	SM HB 7010 (S)	VM HB 7135 (V)	SM HB 7005 (S)	ALX HB 7010 (X)		G CBN 725 (G)
	hrubý	SG HB 7010 (S)	VG HB 7135 (V)	SG HB 7010 (S)			T CBN 725 (T)
	vláknitý	SR HB 7035 (S)					

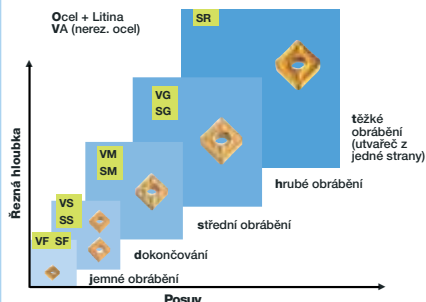
¹ Je možno použít také keramickou jakost

Garant 7° Břítové destičky		P Ocel Geom. j. jakost	M Nerezová ocel Geom. j. jakost	GK ¹ Titan Geom. j. jakost	N Nerezová kovy Geom. j. jakost	S Titan Geom. j. jakost	H ² > 45 HRC Geom. j. jakost
Univerzální valba	jemný	SS HB 7010 (S)	SS HB 7035 (S)	SM HB 7010 (S)	ALX HU 70AL (X)		F CBN 710 (F)
	střední	SM HB 7010 (S)	VM HB 7135 (V)	SM HB 7010 (S)	ALX HU 70AL (X)		G CBN 725 (G)

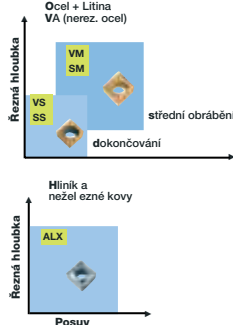


Doporučené vyměnitelné břitové destičky				Chladičí a mazací kapalina
0°		7°		
Typ	Utvářecí třísky	Typ	Utvářecí třísky	
HB 7120	VS			Suché
HB 7135	VS	HB 7135	VM	Suché
HB 7120	VS			Suché
HB 7135	VS	HB 7135	VM	Suché
HB 7120	VS			Emulze
HB 7135	VS	HB 7135	VM	Emulze
HB 7120	VS			Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7005	SG			Suché
HB 7010	SG	HB 7010	SM	Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7005	SG			Suché
HB 7010	SG	HB 7010	SM	Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7005	SG			Suché
HB 7010	SG	HB 7010	SM	Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7120	VS	HB 7135 HU 70AL	VM ALX	Emulze Emulze
HB 7120	VS	HB 7135 HU 70AL	VM ALX	Emulze Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7005	SG	HB 7005	SG	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7005	SG	HB 7010	SM	Suché
HB 7005	SG	HB 7010	SM	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7005	SG	HB 7010	SM	Suché

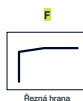
Negativní otočné břitové destičky (0°)



Positivní otočné břitové destičky (7°)



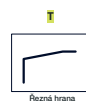
CBN – otočné břitové destičky 0° a 7°



Jemné sličtování a při nepřerušovaném řezu (ocel přes 45 HRC)



Universální použití 1. volba (ocel přes 45 HRC)



T Speciální při přerušovaném řezu (ocel přes 45 HRC)



Tabulka 9.15 Vnější soustružení GARANT 0° a 7°
(obrábění nahrubo)



Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	Počátek	max.	min.	Počátek	max.	min.	Počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	160 – 190 – 230			0,40 – 0,50 – 0,70			3,50 – 5,00 – 6,00		
			150 – 180 – 220			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	160 – 190 – 230			0,40 – 0,50 – 0,70			3,50 – 5,00 – 6,00		
			150 – 180 – 220			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
2.0	Automatové oceli	< 850	120 – 160 – 200			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	100 – 150 – 200			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	160 – 190 – 230			0,40 – 0,50 – 0,70			3,50 – 5,00 – 6,00		
			150 – 180 – 220			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	120 – 160 – 200			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	100 – 150 – 200			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	100 – 150 – 200			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	50 – 80 – 100			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	160 – 190 – 230			0,40 – 0,50 – 0,70			3,50 – 5,00 – 6,00		
			150 – 180 – 220			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	100 – 150 – 200			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	50 – 80 – 100			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
7.0	Nitridační oceli	< 1000	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
7.1	Nitridační oceli	> 1000	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
8.0	Nástrojové oceli	< 850	100 – 150 – 200			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	50 – 80 – 100			0,50 – 0,60 – 0,80			4,00 – 6,00 – 8,00		
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	60 – 120 – 220			0,05 – 0,10 – 0,30			0,05 – 0,10 – 0,50		
			60 – 140 – 220			0,05 – 0,08 – 0,30			0,05 – 0,08 – 0,50		
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	60 – 120 – 220			0,05 – 0,10 – 0,30			0,05 – 0,10 – 0,50		
			60 – 140 – 220			0,05 – 0,08 – 0,30			0,05 – 0,08 – 0,50		
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	50 – 100 – 190			0,05 – 0,10 – 0,25			0,05 – 0,10 – 0,40		
			50 – 120 – 190			0,05 – 0,08 – 0,25			0,05 – 0,08 – 0,40		
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1350	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1800	30 – 50 – 80			0,10 – 0,20 – 0,30			0,70 – 1,50 – 2,00		
			20 – 30 – 40			0,15 – 0,18 – 0,22			1,50 – 2,00 – 2,50		

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

Garant 0° Břitové destičky	P Ocel jako Geom.		M Nerezová ocel jako Geom.		K* GG(G) Litina Geom.		N Neželezné kovy jako Geom.		S Titan jako Geom.		H* >40 HRC jako Geom.	
	Geom.	jako	Geom.	jako	Geom.	jako	Geom.	jako	Geom.	jako	Geom.	jako
	Jemný	SF (SS)	CU 7033	VS (VF)	HB 7010 (CU7033)						F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální voľba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135 (HB7120)	SM	HB 7005	(KNLX R1/F2)	(HB 7010)		G	CBN 725
	hrubý	SG	HB 7010	VG	HB 7135	SG	HB 7010				T	CBN 725
	Velmi hrubý	SR	HB 7035									

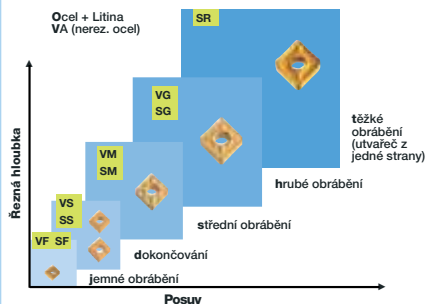
* Je možno použít také keramickou jakost

Garant 7° Břitové destičky	P Ocel jako Geom.		M Nerezová ocel jako Geom.		K GG(G) Litina jako Geom.		N Neželezné kovy jako Geom.		S Titan jako Geom.		H Neželezné kovy jako Geom.	
	Geom.	jako	Geom.	jako	Geom.	jako	Geom.	jako	Geom.	jako	Geom.	jako
	Jemný	SS	HB 7010 (HB 7035)	SS	HB 7035		ALX	HU 70AL	(ALX)	(HU 70AL)	F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální voľba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135	SM	HB 7010	ALX	HU 70AL		G (T)	CBN 725

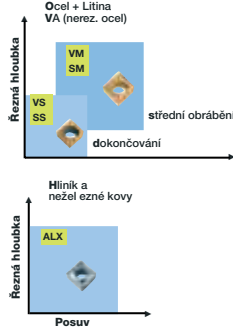


Doporučené vyměnitelné břitové destičky 0°		7°		Chladičí a mazací kapalina
Typ	Utvářecí tržsky	Typ	Utvářecí tržsky	
HB 7005	SG	HB 7010 / HB	SM	Suché
HB 7010 / HB 7035	SG			Suché
HB 7005	SG	HB 7010 / HB	SM	Suché
HB 7010 / HB 7035	SG			Suché
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB	SM	Suché
HB 7010 / HB 7035	SG			Suché
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB	SM	Suché
HB 7010 / HB 7035	SG			Suché
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB	SM	Suché
HB 7010 / HB 7035	SG			Suché
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB	SM	Suché
HB 7010 / HB 7035	SG			Suché
HB 7010	SG	—	—	Emulze
HB 7005	SG	HB 7010 / HB	SM	Suché
HB 7010 / HB 7035	SG			Suché
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB	SG	Suché
HB 7010	SG			Emulze
HB 7120	VS	HB 7120	VS	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7120	VS	HB 7120	VS	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB	SG	Suché
HB 7010	SG	HB 7010	SG	Emulze
HB 7120	VS	HB 7120	VS	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7120	VS	HB 7120	VS	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
CBN 725	G			Suché
CBN 720	G			Suché
CBN 725	G			Suché
CBN 720	G			Suché
CBN 725	G			Suché
CBN 720	G			Suché
HB 7120	VS	HB 7120	VS	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7120	VS	HB 7120	VS	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze

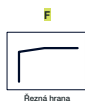
Negativní otočné břitové destičky (0°)



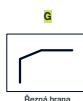
Positivní otočné břitové destičky (7°)



CBN – otočné břitové destičky 0° a 7°



Jemné sliktování a při nepřerušovaném řezu (ocel přes 45 HRC)



Universální použití 1. volba (ocel přes 45 HRC)



T Speciální při přerušovaném řezu (ocel přes 45 HRC)


Tabulka 9.15 Vnější soustružení GARANT 0° a 7°
(obrábění nahrubo)


Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
12.0	Pružinové oceli	< 1500	50	– 80	– 100	0,50	– 0,60	– 0,80	4,00	– 6,00	– 8,00
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	80	– 120	– 150	0,40	– 0,60	– 0,80	4,00	– 6,00	– 8,00
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	80	– 120	– 150	0,40	– 0,60	– 0,80	4,00	– 6,00	– 8,00
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	60	– 100	– 120	0,40	– 0,60	– 0,80	4,00	– 6,00	– 8,00
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	60	– 100	– 120	0,40	– 0,60	– 0,80	4,00	– 6,00	– 8,00
14.0	Speciální slitiny	< 1200	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
			180	– 200	– 250	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 4,00	– 6,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,15	– 0,50
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	130	– 190	– 230	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
			100	– 140	– 180	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 4,00	– 6,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,15	– 0,50
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	130	– 190	– 230	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
			100	– 140	– 180	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 4,00	– 6,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,15	– 0,50
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	100	– 160	– 200	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
			80	– 120	– 160	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 4,00	– 6,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,15	– 0,50
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
17.0	Hliníkové tvářecí slitiny	< 530	500	– 700	– 1000	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
17.1	Hliníkové slévarenské slitiny	< 600	350	– 500	– 600	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
17.2	Hliníkové slévarenské slitiny	< 600	350	– 500	– 600	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	500	– 700	– 1000	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	200	– 250	– 350	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
19.1	Mosaz, tvářecí krátké třísky	< 600	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
19.2	Mosaz, tvářecí dlouhé třísky	< 600	200	– 250	– 350	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
19.3	Bronz, tvářecí krátké třísky	< 600	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
19.4	Bronz, tvářecí krátké třísky	650 – 850	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
19.5	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	< 850	150	– 180	– 220	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
19.6	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	850 – 1200	120	– 150	– 200	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
20.0	Grafit		180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
21.0	Duraplasty a termoplasty										
21.1	GFK a CFK										

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

Garant 0° Břitové destičky	P Ocel Geom. jakost		M Nerezová ocel Geom. jakost		K* GG(G) Titina Geom. jakost		N Neželezné kovy Geom. jakost		S Titan Geom. jakost		H* > 40 HRC Geom. jakost	
	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost
	Jemný	SF (SS)	CU 7033	VS (VF)	HB 7010 (CU7033)						F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135 (HB7120)	SM	HB 7005	(KNLX R1/F2)			G	CBN 725
	hrubý	SG	HB 7010	VG	HB 7135	SG	HB 7010				T	CBN 725
	Velmi hrubý	SR	HB 7035									

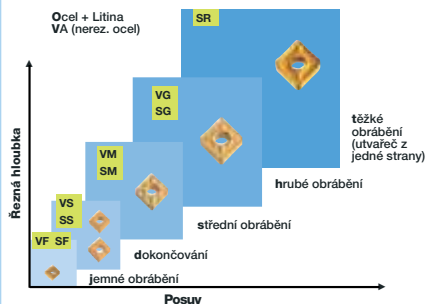
* Je možno použít také keramickou jakost

Garant 7° Břitové destičky	P Ocel Geom. jakost		M Nerezová ocel Geom. jakost		K GG(G) Litina Geom. jakost		N Neželezné kovy Geom. jakost		S Titan Geom. jakost		H Neželezné kovy Geom. jakost	
	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost
	Jemný	SS	HB 7010 (HB 7035)	SS	HB 7035		ALX	HU 70AL (ALX)	(HU 70AL)		F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135	SM	HB 7010	ALX	HU 70AL		G (T)	CBN 725

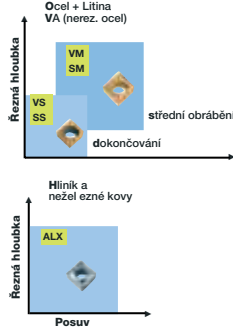


Doporučené vyměnitelné břitové destičky				Chladičí a mazací kapalina
0°		7°		
Typ	Utvářecí třísky	Typ	Utvářecí třísky	
HB 7010	SG	HB 7010	SM	Emulze
HB 7135	VG	HB 7135	VM	Suché
HB 7135	VG	HB 7135	VM	Suché
HB 7135	VG	HB 7135	VM	Emulze
HB 7135	VG	HB 7135	VM	Emulze
HB 7120	VS	HB 7135	VM	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7005	SG	HB 7035	SM	Suché
HB 7010	SG			Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7005	SG	HB 7035	SM	Suché
HB 7010	SG			Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7005	SG	HB 7035	SM	Suché
HB 7010	SG			Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7120	VS	—	—	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7120	VS	—	—	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7005	SG	—	—	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7005	SG	—	—	Suché
HB 7005	SG	—	—	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7005	SG	—	—	Suché

Negativní otočné břitové destičky (0°)



Positivní otočné břitové destičky (7°)



CBN – otočné břitové destičky 0° a 7°

F



Řezná hloubka

Jemné sličkování a při nepřesušeném řezu (ocel přes 45 HRC)

G



Řezná hloubka

Universální použití 1. volba (ocel přes 45 HRC)

T



Řezná hloubka

T Speciální při přesušeném řezu (ocel přes 45 HRC)



Tabulka 9.16 Vnější soustružení GARANT 0° a 7°
(těžké třískové obrábění)



Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	100	– 120	– 150	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 10,00
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	100	– 120	– 150	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 10,00
2.0	Automatové oceli	< 850	80	– 100	– 130	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 10,00
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	80	– 100	– 130	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 10,00
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	100	– 120	– 150	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 10,00
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	80	– 100	– 130	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 10,00
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	80	– 100	– 130	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 10,00
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	80	– 100	– 130	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 10,00
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	50	– 80	– 100	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 8,00
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	100	– 120	– 150	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 10,00
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	80	– 100	– 130	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 10,00
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	50	– 80	– 100	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 8,00
7.0	Nitridační oceli	< 1000	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
7.1	Nitridační oceli	> 1000	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
8.0	Nástrojové oceli	< 850	80	– 100	– 130	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 10,00
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	50	– 80	– 100	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 8,00
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	60	– 120	– 220	0,05	– 0,10	– 0,30	0,05	– 0,10	– 0,50
			60	– 140	– 220	0,05	– 0,08	– 0,30	0,05	– 0,08	– 0,50
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	60	– 120	– 220	0,05	– 0,10	– 0,30	0,05	– 0,10	– 0,50
			60	– 140	– 220	0,05	– 0,08	– 0,30	0,05	– 0,08	– 0,50
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	50	– 100	– 190	0,05	– 0,10	– 0,25	0,05	– 0,10	– 0,40
			50	– 120	– 190	0,05	– 0,08	– 0,25	0,05	– 0,08	– 0,40
11.0	Konstr. oceli odolné proti opot.	1350	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
11.1	Konstr. oceli odolné proti opot.	1800	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

Garant 0° Břitové destičky	P Ocel		M Nerezová ocel		K* GG(G) Litina		N Neželezné kovy		S Titan		H* > 40 HRC	
	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost
	Jemný	SF (SS)	CU 7033	VS (VF)	HB 7010 (CU7033)						F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	Střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135 (HB7120)	SM	HB 7005	(KNLX R1/F2)	(HB 7010)		G	CBN 725
	Hrubý	SG	HB 7010	VG	HB 7135	SG	HB 7010				T	CBN 725
	Velmi hrubý	SR	HB 7035									

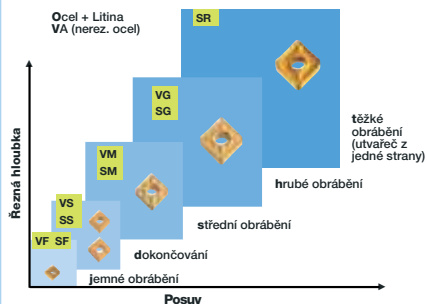
* Je možno použít také keramickou jakost

Garant 7° Břitové destičky	P Ocel		M Nerezová ocel		K GG(G) Litina		N Neželezné kovy		S Titan		H Neželezné kovy	
	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost
	Jemný	SS	HB 7010 (HB 7035)	SS	HB 7035		ALX	HU 70AL	(ALX)	(HU 70AL)	F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	Střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135	SM	HB 7010	ALX	HU 70AL		G (T)	CBN 725

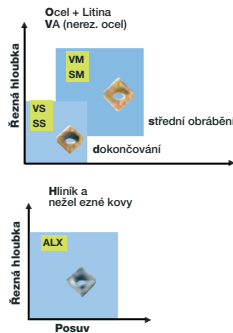


Doporučené vyměnitelné břitové destičky				Chladičí a mazací kapalina
0°		7°		
Typ	Utvářecí tržky	Typ	Utvářecí tržky	
HB 7035	SR	—	—	Suché
HB 7035	SR	—	—	Suché
HB 7035	SR	—	—	Suché
HB 7035	SR	—	—	Suché
HB 7035	SR	—	—	Suché
HB 7035	SR	—	—	Suché
HB 7035	SR	—	—	Suché
HB 7010	SR	—	—	Emulze
HB 7035	SR	—	—	Suché
HB 7035	SR	—	—	Suché
HB 7010	SR	—	—	Emulze
HB 7120	VM	—	—	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7120	VM	—	—	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7035	SR	—	—	Suché
HB 7010	SR	—	—	Emulze
HB 7120	VM	—	—	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7120	VM	—	—	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
CBN 725	G	—	—	Suché
CBN 720	G	—	—	Suché
CBN 725	G	—	—	Suché
		—	—	Suché
CBN 720	G	—	—	Suché
		—	—	Suché
HB 7120	VM	—	—	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7120	VM	—	—	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze

Negativní otočné břitové destičky (0°)



Positivní otočné břitové destičky (7°)



CBN – otočné břitové destičky 0° a 7°

F



Jemné šlichtování a při nepřerušovaném řezu (ocel přes 45 HRC)

G



Universální použití 1. volba (ocel přes 45 HRC)

T



T Speciální při nepřerušovaném řezu (ocel přes 45 HRC)



Tabulka 9.16 Vnější soustružení GARANT 0° a 7°
(těžké třískové obrábění)



Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
12.0	Pružinové oceli	< 1500	50	– 80	– 100	0,60	– 0,80	– 1,00	4,00	– 7,00	– 8,00
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	80	– 120	– 150	0,40	– 0,60	– 0,80	4,00	– 6,00	– 8,00
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	80	– 120	– 150	0,40	– 0,60	– 0,80	4,00	– 6,00	– 8,00
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	60	– 100	– 120	0,40	– 0,60	– 0,80	4,00	– 6,00	– 8,00
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	60	– 100	– 120	0,40	– 0,60	– 0,80	4,00	– 6,00	– 8,00
14.0	Speciální slitiny	< 1200	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
			180	– 200	– 250	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 4,00	– 6,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,15	– 0,50
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	130	– 190	– 230	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
			100	– 140	– 180	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 4,00	– 6,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,15	– 0,50
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	130	– 190	– 230	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
			100	– 140	– 180	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 4,00	– 6,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,15	– 0,50
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	100	– 160	– 200	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
			80	– 120	– 160	0,20	– 0,35	– 0,60	2,00	– 4,00	– 6,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,15	– 0,50
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	30	– 50	– 80	0,10	– 0,20	– 0,30	0,70	– 1,50	– 2,00
			20	– 30	– 40	0,15	– 0,18	– 0,22	1,50	– 2,00	– 2,50
17.0	Hliníkové tvářecí slitiny	< 530	500	– 700	– 1000	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
17.1	Hliníkové slévárenské slitiny	< 600	350	– 500	– 600	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
17.2	Hliníkové slévárenské slitiny	< 600	350	– 500	– 600	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	500	– 700	– 1000	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	200	– 250	– 350	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
19.1	Mosaz, tvářecí krátké třísky	< 600	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
19.2	Mosaz, tvářecí dlouhé třísky	< 600	200	– 250	– 350	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
19.3	Bronz, tvářecí krátké třísky	< 600	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
19.4	Bronz, tvářecí krátké třísky	650 – 850	180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
19.5	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	< 850	150	– 180	– 220	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
19.6	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	850 – 1200	120	– 150	– 200	0,10	– 0,25	– 0,40	0,50	– 4,00	– 6,00
20.0	Grafit		180	– 240	– 280	0,20	– 0,30	– 0,50	2,00	– 3,00	– 5,00
21.0	Duraplasty a termoplasty										
21.1	GFK a CFK										

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

Garant 0° Břitové destičky	P Ocel Geom. jakost		M Nerezová ocel Geom. jakost		K* GG(G) Titina Geom. jakost		N Neželezné kovy Geom. jakost		S Titan Geom. jakost		H* > 40 HRC jakost	
	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost
	Jemný	SF (SS)	CU 7033	VS (VF)	HB 7010 (CU7033)						F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135 (HB7120)	SM	HB 7005	(KNLX R1/F2)			G	CBN 725
	hrubý	SG	HB 7010	VG	HB 7135	SG	HB 7010				T	CBN 725
	Velmi hrubý	SR	HB 7035									

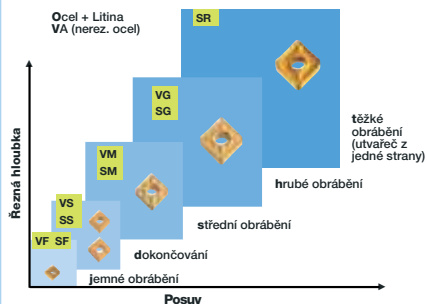
* Je možno použít také keramickou jakost

Garant 7° Břitové destičky	P Ocel Geom. jakost		M Nerezová ocel Geom. jakost		K GG(G) Litina Geom. jakost		N Neželezné kovy Geom. jakost		S Titan Geom. jakost		H Neželezné kovy Geom. jakost	
	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost
	Jemný	SS	HB 7010 (HB 7035)	SS	HB 7035		ALX	HU 70AL (ALX)	(HU 70AL)		F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135	SM	HB 7010	ALX	HU 70AL		G (T)	CBN 725

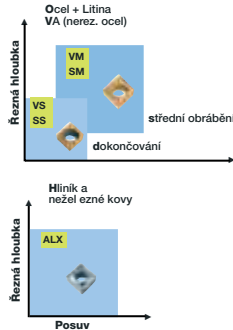


Doporučené vyměnitelné břitové destičky				Chladičí a mazací kapalina
0°		7°		
Typ	Utvářecí třísky	Typ	Utvářecí třísky	
HB 7010	SR	—	—	Emulze
HB 7135	VG	—	—	Suché
HB 7135	VG	—	—	Suché
HB 7135	VG	—	—	Emulze
HB 7135	VG	—	—	Emulze
HB 7120	VM	—	—	Emulze
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7005	SG	—	—	Suché
HB 7010	SG			Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7005	SG	—	—	Suché
HB 7010	SG			Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7005	SG	—	—	Suché
HB 7010	SG			Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7005	SG	—	—	Suché
HB 7010	SG			Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7120	VM	—	—	Emulze
HB 7120	VM	HU 70AL	ALX	Emulze
		—	—	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7005	SG	—	—	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7005	SG	—	—	Suché
HB 7005	SG	—	—	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7005	SG	—	—	Suché

Negativní otočné břitové destičky (0°)



Positivní otočné břitové destičky (7°)



CBN – otočné břitové destičky 0° a 7°

F



Řezná hloubka

Jemné šlíchtování a při nepřerušovaném řezu (ocel přes 45 HRC)

G



Řezná hloubka

Universální použití 1. volba (ocel přes 45 HRC)

T



Řezná hloubka

T Speciální při nepřerušovaném řezu (ocel přes 45 HRC)



Tabulka 9.17 Vnitřní soustružení GARANT 0° a 7° při poměru L/D < 3
(nejmenější hlazení a obrábění načisto)



Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	90	– 140	– 160	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	90	– 140	– 160	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
2.0	Automatové oceli	< 850	80	– 100	– 120	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	80	– 100	– 120	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	90	– 140	– 160	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	80	– 100	– 120	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	80	– 100	– 120	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	80	– 100	– 120	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	80	– 100	– 120	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,15	– 0,20
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	90	– 140	– 160	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	80	– 100	– 120	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	80	– 100	– 120	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,15	– 0,20
7.0	Nitridační oceli	< 1000	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
7.1	Nitridační oceli	> 1000	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
8.0	Nástrojové oceli	< 850	80	– 100	– 120	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	80	– 100	– 120	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,15	– 0,20
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	60	– 120	– 180	0,05	– 0,10	– 0,20	0,05	– 0,10	– 0,20
			60	– 120	– 180	0,05	– 0,10	– 0,20	0,05	– 0,10	– 0,20
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	60	– 120	– 180	0,05	– 0,10	– 0,20	0,05	– 0,10	– 0,20
			60	– 120	– 180	0,05	– 0,10	– 0,20	0,05	– 0,10	– 0,20
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	50	– 100	– 150	0,05	– 0,12	– 0,20	0,05	– 0,12	– 0,20
			50	– 100	– 150	0,05	– 0,12	– 0,20	0,05	– 0,12	– 0,20
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1350	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1800	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

Garant 0° Břitové destičky	P Ocel		M Nerezová ocel		K* GG(G) Titina		N Neželezné kovy		S Titan		H* > 40 HRC	
	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost
	Jemný	SF (SS) CU 7033	VS (VF) HB 7010 (CU7033)								F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM HB 7010	VM HB 7135 (HB7120)	SM HB 7005		(KNLX R1/F2) (HB 7010)					G	CBN 725
	hrubý	SG HB 7010	VG HB 7135	SG HB 7010							T	CBN 725
	Velmi hrubý	SR HB 7035										

* Je možno použít také keramickou jakost

Garant 7° Břitové destičky	P Ocel		M Nerezová ocel		K GG(G) Litina		N Neželezné kovy		S Titan		H Neželezné kovy	
	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost
	Jemný	SS HB 7010 (HB 7035)	SS HB 7035				ALX HU 70AL	(ALX) (HU 70AL)			F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM HB 7010	VM HB 7135	SM HB 7010	ALX HU 70AL						G (T)	CBN 725



Positivní otočné břitové destičky (7)

The diagram illustrates the application of positive turning inserts for different materials and finishing stages. It consists of two main sections, each with a graph of 'Řezná hloubka' (Cutting Depth) on the y-axis and 'Posuv' (Feed) on the x-axis.


Top Section: Ocel + Litina VA (nerez, ocel)

- VM SM:** A large blue square representing the main cutting area for medium and heavy cuts.
- VS SS:** A smaller yellow square representing a finishing area for light cuts.
- dokončování:** A label indicating the finishing stage, associated with the VS SS area.
- střední obrábění:** A label indicating the medium turning stage, associated with the VM SM area.

Bottom Section: Hliník a neželezné kovy


- ALX:** A blue square representing the cutting area for aluminum and non-ferrous metals.

F



Řezná hrana

G



Όξυνά βρανα

T



Rozná hrana

**T Speciální
při přerušovaném řezu
(ocel přes 45 HRC)**



Tabulka 9.17 Vnitřní soustružení GARANT 0° a 7° při poměru L/D < 3 (nejmenější hlazení a obrábění načisto)



Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
12.0	Pružinové oceli	<1500	80	– 100	– 120	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,15	– 0,20
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	100	– 140	– 180	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	100	– 140	– 180	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	80	– 110	– 140	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	80	– 110	– 140	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
14.0	Speciální slitiny	< 1200	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	60	– 120	– 150	0,15	– 0,20	– 0,30	0,20	– 2,00	– 3,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,20	– 0,40
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	60	– 110	– 140	0,15	– 0,20	– 0,30	0,20	– 2,00	– 3,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,20	– 0,40
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	60	– 110	– 140	0,15	– 0,20	– 0,30	0,20	– 2,00	– 3,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,20	– 0,40
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	50	– 90	– 120	0,15	– 0,20	– 0,30	0,20	– 2,00	– 3,00
			300	– 400	– 700	0,05	– 0,15	– 0,30	0,05	– 0,20	– 0,40
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
17.1	Hliníkové tvářecí slitiny	< 530	150	– 200	– 400	0,05	– 0,10	– 0,25	0,10	– 1,50	– 3,00
17.2	Hliníkové slévarenské slitiny	< 600	150	– 200	– 400	0,05	– 0,10	– 0,25	0,10	– 1,50	– 3,00
17.3	Hliníkové slévarenské slitiny	< 600	150	– 200	– 400	0,05	– 0,10	– 0,25	0,10	– 1,50	– 3,00
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	150	– 200	– 400	0,05	– 0,10	– 0,25	0,10	– 1,50	– 3,00
19.0	Měď, nízká legovaná	< 400	120	– 160	– 350	0,05	– 0,10	– 0,25	0,10	– 1,50	– 3,00
19.1	Mosaz, tvářecí krátké třísky	< 600	60	– 120	– 150	0,15	– 0,20	– 0,30	0,20	– 2,00	– 3,00
19.2	Mosaz, tvářecí dlouhé třísky	< 600	120	– 160	– 350	0,05	– 0,10	– 0,25	0,10	– 1,50	– 3,00
19.3	Bronz, tvářecí krátké třísky	< 600	60	– 120	– 150	0,15	– 0,20	– 0,30	0,20	– 2,00	– 3,00
19.4	Bronz, tvářecí krátké třísky	650 – 850	60	– 120	– 150	0,15	– 0,20	– 0,30	0,20	– 2,00	– 3,00
19.5	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	< 850	110	– 140	– 300	0,05	– 0,10	– 0,25	0,10	– 1,50	– 3,00
19.6	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	850 – 1200	90	– 120	– 250	0,05	– 0,10	– 0,25	0,10	– 1,50	– 3,00
20.0	Grafit		60	– 120	– 150	0,15	– 0,20	– 0,30	0,20	– 2,00	– 3,00
21.0	Duraplasty a termoplasty										
21.1	GFK a CFK										

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

Garant 0° Břitové destičky	P Ocel		M Nerezová ocel		K ⁺ GG(G) Titina		N Neželezné kovy		S Titan		H ⁺ ≥ 40 HRC	
	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost
	Jemný	SF (SS)	CU 7033	VS (VF)	HB 7010 (CU7033)						F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135 (HB7120)	SM	HB 7005	(KNLX R1/F2) (HB 7010)			G	CBN 725
	hrubý	SG	HB 7010	VG	HB 7135	SG	HB 7010				T	CBN 725
	Velmi hrubý	SR	HB 7035									

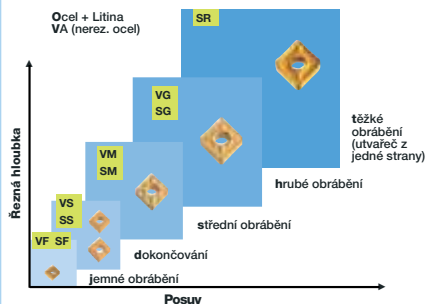
* Je možno použít také keramickou jakost

Garant 7° Břitové destičky	P Ocel		M Nerezová ocel		K GG(G) Litina		N Neželezné kovy		S Titan		H Neželezné kovy	
	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost
	Jemný	SS	HB 7010 (HB 7035)	SS	HB 7035		ALX	HU 70AL	(ALX)	(HU 70AL)	F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135	SM	HB 7010	ALX	HU 70AL		G (T)	CBN 725

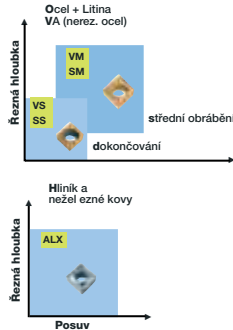


Doporučené vyměnitelné břitové destičky				Chladičí a mazací kapalina
0°		7°		
Typ	Utvářecí tržky	Typ	Utvářecí tržky	
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Emulze
CU 7033	SS	CU 7033	SS	Suché
CU 7033	SS	CU 7033	SS	Suché
CU 7033	SS	CU 7033	SS	Emulze
CU 7033	SS	CU 7033	SS	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
CBN 725	G			Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché

Negativní otočné břitové destičky (0°)



Pozitivní otočné břitové destičky (7°)



CBN – otočné břitové destičky 0° a 7°

F



Řezná hrana

Jemné sličkování a při nepřehřívání řezu (ocel přes 45 HRC)

G



Řezná hrana

Universální použití 1. volba (ocel přes 45 HRC)

T



Řezná hrana

T Speciální při přehřívání řezu (ocel přes 45 HRC)



Tabulka 9.18 Vnitřní soustružení GARANT 0° a 7° při poměru L/D < 3 (střední obrábění)



Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	60	– 90	– 120	0,15	– 0,20	– 0,25	1,00	– 2,00	– 3,00
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	60	– 90	– 120	0,15	– 0,20	– 0,25	1,00	– 2,00	– 3,00
2.0	Automatové oceli	< 850	50	– 70	– 100	0,15	– 0,20	– 0,25	1,00	– 2,50	– 3,00
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	50	– 70	– 100	0,15	– 0,20	– 0,25	1,00	– 2,50	– 3,00
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	60	– 90	– 120	0,15	– 0,20	– 0,25	1,00	– 2,00	– 3,00
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	50	– 70	– 100	0,15	– 0,20	– 0,25	1,00	– 2,50	– 3,00
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	50	– 70	– 100	0,15	– 0,20	– 0,25	1,00	– 2,50	– 3,00
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	50	– 70	– 100	0,15	– 0,20	– 0,25	1,00	– 2,50	– 3,00
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	80	– 100	– 120	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,15	– 0,20
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	60	– 90	– 120	0,15	– 0,20	– 0,25	1,00	– 2,00	– 3,00
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	50	– 70	– 100	0,15	– 0,20	– 0,25	1,00	– 2,50	– 3,00
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	80	– 100	– 120	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,15	– 0,20
7.0	Nitridační oceli	< 1000	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
7.1	Nitridační oceli	> 1000	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
8.0	Nástrojové oceli	< 850	50	– 70	– 100	0,15	– 0,20	– 0,25	1,00	– 2,50	– 3,00
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	80	– 100	– 120	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,15	– 0,20
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	60	– 120	– 180	0,05	– 0,10	– 0,20	0,05	– 0,10	– 0,20
			60	– 120	– 180	0,05	– 0,10	– 0,20	0,05	– 0,10	– 0,20
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	60	– 120	– 180	0,05	– 0,10	– 0,20	0,05	– 0,10	– 0,20
			60	– 120	– 180	0,05	– 0,10	– 0,20	0,05	– 0,10	– 0,20
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	50	– 100	– 150	0,05	– 0,12	– 0,20	0,05	– 0,12	– 0,20
			50	– 100	– 150	0,05	– 0,12	– 0,20	0,05	– 0,12	– 0,20
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1350	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1800	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

Garant 0° Břítové destičky	P Ocel Geom. jakost		M Nerezová ocel Geom. jakost		K* GG(G) Titina Geom. jakost		N Neželezné kovy Geom. jakost		S Titan Geom. jakost		H* > 48 HRC Geom. jakost	
	Jemný	SF (SS) CU 7033	VS (VF) HB 7010 (CU7033)								F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM HB 7010	VM HB 7135 (HB7120)	SM HB 7005		(KNLX R1/F2) (HB 7010)					G	CBN 725
	hrubý	SG HB 7010	VG HB 7135	SG HB 7010							T	CBN 725
	Velmi hrubý	SR HB 7035										

* Je možno použít také keramickou jakost

Garant 7° Břítové destičky	P Ocel Geom. jakost		M Nerezová ocel Geom. jakost		K GG(G) Litina Geom. jakost		N Neželezné kovy Geom. jakost		S Titan Geom. jakost		H Neželezné kovy Geom. jakost	
	Jemný	SS HB 7010 (HB 7035)	SS HB 7035			ALX HU 70AL	(ALX) (HU 70AL)				F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM HB 7010	VM HB 7135	SM HB 7010	ALX HU 70AL					G (T)	CBN 725	



Positivní otočné břitové destičky (7)

Ocel + Litina VA (nerez, ocel)

Rezná hloubka

VM
SM

VS
SS

střední obrábění

dokončování

Hliník a neželezné kovy

Rezná hloubka

ALX

Posuv

F



Řezná hrana

G



Ózóns brana

T



Řezná hrana

**T Speciální
při přerušovaném řezu
(ocel přes 45 HRC)**



Tabulka 9.18 Vnitřní soustružení GARANT 0° a 7° při poměru L/D < 3 (střední obrábění)



Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
12.0	Pružinové oceli	<1500	80	100	120	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20
13.0	Nerezové oceli sřené	<700	50	70	90	0,15	0,20	0,25	1,00	2,50	3,00
13.1	Nerez oceli austenitické	<700	50	70	90	0,15	0,20	0,25	1,00	2,50	3,00
13.2	Nerezové oceli austenitické	<850	40	60	80	0,15	0,20	0,25	1,00	1,50	2,00
13.3	Nerezové oceli martensitické	<1100	40	60	80	0,15	0,20	0,25	1,00	1,50	2,00
14.0	Speciální slitiny	<1200	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
15.0	Litina (GG)	<180 HB	60	120	150	0,15	0,20	0,30	0,20	2,00	3,00
			300	400	700	0,05	0,15	0,30	0,05	0,20	0,40
15.1	Litina (GG)	>180 HB	60	110	140	0,15	0,20	0,30	0,20	2,00	3,00
			300	400	700	0,05	0,15	0,30	0,05	0,20	0,40
15.2	Litina (GGG, GT)	>180 HB	60	110	140	0,15	0,20	0,30	0,20	2,00	3,00
			300	400	700	0,05	0,15	0,30	0,05	0,20	0,40
15.3	Litina (GGG, GT)	>260 HB	50	90	120	0,15	0,20	0,30	0,20	2,00	3,00
			300	400	700	0,05	0,15	0,30	0,05	0,20	0,40
16.0	Titan, titanové slitiny	<850	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
17.1	Hliníkové tvářecí slitiny	<530	150	200	400	0,05	0,10	0,25	0,10	1,50	3,00
17.2	Hliníkové slévarenské slitiny	<600	150	200	400	0,05	0,10	0,25	0,10	1,50	3,00
17.3	Hliníkové slévarenské slitiny	<600	150	200	400	0,05	0,10	0,25	0,10	1,50	3,00
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	<280	150	200	400	0,05	0,10	0,25	0,10	1,50	3,00
19.0	Měď, nízká legovaná	<400	120	160	350	0,05	0,10	0,25	0,10	1,50	3,00
19.1	Mosaz, tvářecí krátké třísky	<600	60	120	150	0,15	0,20	0,30	0,20	2,00	3,00
19.2	Mosaz, tvářecí dlouhé třísky	<600	120	160	350	0,05	0,10	0,25	0,10	1,50	3,00
19.3	Bronz, tvářecí krátké třísky	<600	60	120	150	0,15	0,20	0,30	0,20	2,00	3,00
19.4	Bronz, tvářecí krátké třísky	650 – 850	60	120	150	0,15	0,20	0,30	0,20	2,00	3,00
19.5	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	<850	110	140	300	0,05	0,10	0,25	0,10	1,50	3,00
19.6	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	850 – 1200	90	120	250	0,05	0,10	0,25	0,10	1,50	3,00
20.0	Grafit		60	120	150	0,15	0,20	0,30	0,20	2,00	3,00
21.0	Duraplasty a termoplasty										
21.1	GFK a CFK										

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.

Garant 0° Břítové destičky	P Ocel		M Nerezová ocel		K ⁺ GG(G) Titina		N Neželezné kovy		S Titan		H ⁺ ≥ 40 HRC	
	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost
	Jemný	SF (SS)	CU 7033	VS (VF)	HB 7010 (CU7033)						F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135 (HB7120)	SM	HB 7005	(KNLX R1/R2)	(HB 7010)		G	CBN 725
	hrubý	SG	HB 7010	VG	HB 7135	SG	HB 7010				T	CBN 725
	Velmi hrubý	SR	HB 7035									

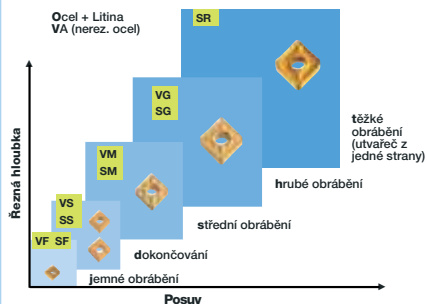
* Je možno použít také keramickou jakost

Garant 7° Břítové destičky	P Ocel		M Nerezová ocel		K GG(G) Litina		N Neželezné kovy		S Titan		H Neželezné kovy	
	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost	Geom.	jakost
	Jemný	SS	HB 7010 (HB 7035)	SS	HB 7035		ALX	HU 70AL	(ALX)	(HU 70AL)	F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SM	HB 7010	VM	HB 7135	SM	HB 7010	ALX	HU 70AL		G (T)	CBN 725

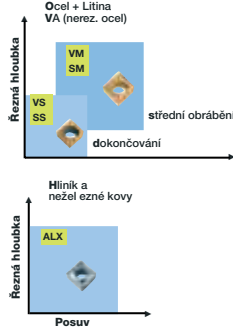


Doporučené vyměnitelné břitové destičky				Chladičí a mazací kapalina
0°		7°		
Typ	Utvářecí třísky	Typ	Utvářecí třísky	
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Emulze
HB 7135 / HB 7035	SM	HB 7035	SM	Suché
HB 7135 / HB 7035	SM	HB 7035	SM	Suché
HB 7135 / HB 7035	SM	HB 7035	SM	Emulze
HB 7135 / HB 7035	SM	HB 7035	SM	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
CBN 725	G			Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
CBN 725	G			Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché
		HU 70AL	ALX	Emulze
		HU 70AL	ALX	Emulze
HB 7010	SM	HB 7010	SM	Suché

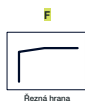
Negativní otočné břitové destičky (0°)



Positivní otočné břitové destičky (7°)



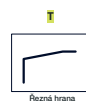
CBN – otočné břitové destičky 0° a 7°



Jemné sličkování a při nepřerušovaném řezu (ocel přes 45 HRC)



Universální použití 1. volba (ocel přes 45 HRC)



T Speciální při nepřerušovaném řezu (ocel přes 45 HRC)

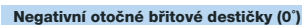


Tabulka 9.19 Vnitřní soustružení GARANT 0° a 7° při poměru L/D = 3 až 4
(nejmenější hlazení a obrábění načisto)

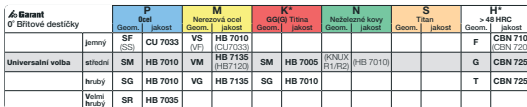


Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	80	100	140	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	80	100	140	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
2.0	Automatové oceli	< 850	50	80	110	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	50	80	110	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	80	100	140	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	50	80	110	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	50	80	110	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	50	80	110	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	40	50	80	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	80	100	140	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	50	80	110	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	40	50	80	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20
7.0	Nitridační oceli	< 1000	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
7.1	Nitridační oceli	> 1000	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
8.0	Nástrojové oceli	< 850	50	80	110	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	40	50	80	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1350	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
11.1	Konstr. oceli odolné proti opotř.	1800	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
12.0	Pružinové oceli	< 1500	40	50	80	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	80	120	160	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	80	120	160	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	50	70	90	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	50	70	90	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
14.0	Speciální slitiny	< 1200	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
15.0	Litiny	> 180 HB	60	100	150	0,15	0,20	0,30	0,10	0,25	1,00
15.1	Litiny	> 180 HB	60	90	140	0,15	0,20	0,30	0,20	1,00	2,00
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	60	90	140	0,15	0,20	0,30	0,20	1,00	2,00
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	50	70	120	0,15	0,20	0,30	0,20	1,00	2,00
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
17.1	Hliníkové tvářecí slitiny	< 530	150	200	400	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
17.2	Hliníkové slévárenské slitiny	< 600	150	200	400	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
17.3	Hliníkové slévárenské slitiny	< 600	150	200	400	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	150	200	400	0,05	0,10	0,20	0,10	0,10	2,50
19.0	Měď, nízká legovaná	< 400	120	160	350	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
19.1	Mosaz, tvářecí krátké třísky	< 600	60	100	150	0,15	0,20	0,30	0,10	0,25	1,00
19.2	Mosaz, tvářecí dlouhé třísky	< 600	120	160	350	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
19.3	Bronz, tvářecí krátké třísky	< 600	60	100	150	0,15	0,20	0,30	0,10	0,25	1,00
19.4	Bronz, tvářecí krátké třísky	650 – 850	60	100	150	0,15	0,20	0,30	0,10	0,25	1,00
19.5	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	< 850	110	140	300	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
19.6	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	850 – 1200	90	120	250	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
20.0	Grafit		60	100	150	0,15	0,20	0,30	0,10	0,25	1,00
21.0	Duroplasty a termoplasty										
21.1	GFK a CFK										

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.



Negativní otočné břitové destičky (0°)



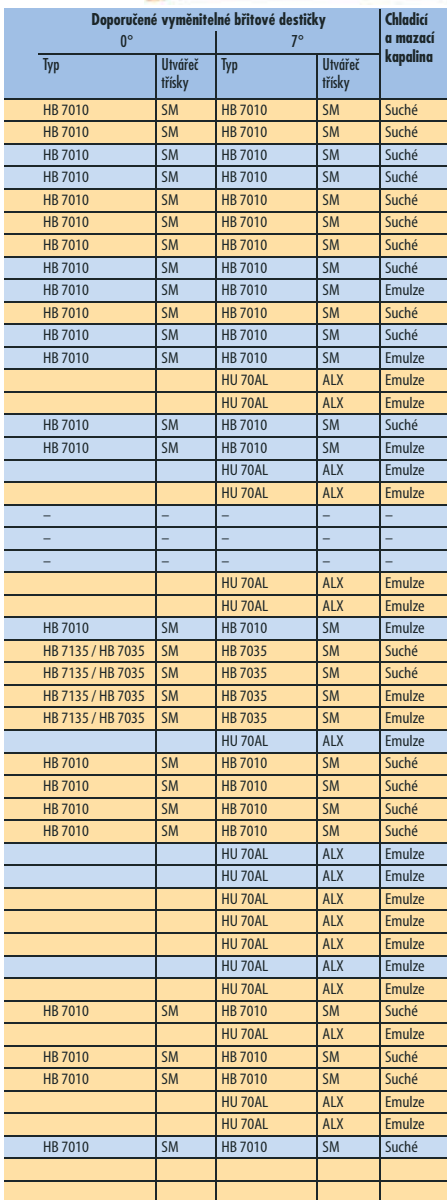
* Je možno použiť také keramickú jakosť

A Garant 7 Břítové desčky		P		M		K		N		S		H	
		Geom.	Ocel jakošt	Nerezová ocel Geom.	jakošt	GÖGÜL Klasika	Liana jakošt	Nehodící kovy Geom.	jakošt	Titan Geom.	jakošt	Nehodící kovy Geom.	jakošt
	jemný	SS	HB 7010 (# HB 7035)	SM	HB 7035			ALX	HU 70AL	(ALX)	(HU 70AL)	F	CBN 710 (CBN 720)
Univerzální volba	střední	SS	HB 7010	SM	HB 7135	SM	HB 7201	ALX	HU 70AL			G	CBN 725


Tabulka 9.20 Vnitřní soustružení GARANT 0° a 7° při poměru L/D = 3 až 4 (střední obrábění)


Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	Počátek	max.	min.	Počátek	max.	min.	Počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	50	– 80	– 110	0,10	– 0,15	– 0,20	0,50	– 1,00	– 1,50
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	50	– 80	– 110	0,10	– 0,15	– 0,20	0,50	– 1,00	– 1,50
2.0	Automatové oceli	< 850	40	– 60	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,50	– 0,80	– 1,00
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	40	– 60	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,50	– 0,80	– 1,00
3.0	Neleg. oceli k zúšlechťení	< 700	50	– 80	– 110	0,10	– 0,15	– 0,20	0,50	– 1,00	– 1,50
3.1	Neleg. oceli k zúšlechťení	700 – 850	40	– 60	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,50	– 0,80	– 1,00
3.2	Neleg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	40	– 60	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,50	– 0,80	– 1,00
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	40	– 60	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,50	– 0,80	– 1,00
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	40	– 50	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,15	– 0,20
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	50	– 80	– 110	0,10	– 0,15	– 0,20	0,50	– 1,00	– 1,50
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	40	– 60	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,50	– 0,80	– 1,00
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	40	– 50	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,15	– 0,20
7.0	Nitridační oceli	< 1000	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
7.1	Nitridační oceli	> 1000	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
8.0	Nástrojové oceli	< 850	40	– 60	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,50	– 0,80	– 1,00
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	40	– 50	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,15	– 0,20
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
10.0	Nalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Nalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Nalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odolné proti opot.	1350	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
11.1	Konstr. oceli odolné proti opot.	1800	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
12.0	Pružinové oceli	< 1500	40	– 50	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,15	– 0,20
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	40	– 60	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,25	– 1,00
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	40	– 60	– 80	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,25	– 1,00
13.2	Nerezové oceli austenitické	850	40	– 50	– 70	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,25	– 1,00
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	40	– 50	– 70	0,10	– 0,15	– 0,20	0,10	– 0,25	– 1,00
14.0	Speciální slitiny	< 1200	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	60	– 100	– 150	0,15	– 0,20	– 0,30	0,10	– 0,25	– 1,00
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	60	– 90	– 140	0,15	– 0,20	– 0,30	0,20	– 1,00	– 2,00
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	60	– 90	– 140	0,15	– 0,20	– 0,30	0,20	– 1,00	– 2,00
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	40	– 60	– 120	0,15	– 0,20	– 0,30	0,20	– 1,00	– 2,00
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	20	– 40	– 60	0,05	– 0,10	– 0,15	0,10	– 0,20	– 1,00
17.1	Hliníkové tvářecí slitiny	< 530	150	– 200	– 400	0,05	– 0,10	– 0,20	0,10	– 1,50	– 2,50
17.2	Hliníkové sřevárenské slitiny	< 600	150	– 200	– 400	0,05	– 0,10	– 0,20	0,10	– 1,50	– 2,50
17.3	Hliníkové sřevárenské slitiny	< 600	150	– 200	– 400	0,05	– 0,10	– 0,20	0,10	– 1,50	– 2,50
18.0	Hořák, hořákové slitiny	< 280	150	– 200	– 400	0,05	– 0,10	– 0,20	0,10	– 1,50	– 2,50
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	120	– 160	– 350	0,05	– 0,10	– 0,20	0,10	– 1,50	– 2,50
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	60	– 100	– 150	0,15	– 0,20	– 0,30	0,10	– 0,25	– 1,00
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	120	– 160	– 350	0,05	– 0,10	– 0,20	0,10	– 1,50	– 2,50
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	60	– 100	– 150	0,15	– 0,20	– 0,30	0,10	– 0,25	– 1,00
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	60	– 100	– 150	0,15	– 0,20	– 0,30	0,10	– 0,25	– 1,00
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	110	– 140	– 300	0,05	– 0,10	– 0,20	0,10	– 1,50	– 2,50
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	90	– 120	– 250	0,05	– 0,10	– 0,20	0,10	– 1,50	– 2,50
20.0	Grafit		60	– 100	– 150	0,15	– 0,20	– 0,30	0,10	– 0,25	– 1,00
21.0	Duroplasty a termoplasty										
21.1	GFK a CFK										

Upozornění: Parametry předpokládají stabilní podmínky stroje a tuhé upnutí obrobku.



Ocel + Litina
VA (nerez, ocel)

SR

VG
SG

VM
SM

VS
SS

VF
SF

těžké obrábění
(utvářec z
jedné strany)

hrubé obrábění

střední obrábění

dokončování

jemné obrábění

Posuv

Řezná hloubka

Řezná hloubka

Učel + Litina
VA (nerez. ocel)

VM
SM

VS
SS

střední obrábění

dokončování

E **G** **T**

Rozsah tržby

Rozsah tržby

Rozsah tržby

Jemné sčítávání a při nepřepřisuzování řezu (celci přes 45 HIRC)

Univerzální použití 1. volba (celci přes 45 HIRC)

T Speciální při přisuzování řezu (celci přes 45 HIRC)

[illegible]

* Je možno použiť také keramickú jakosť

Zařazení 7 Břítové desčky		P		M		K		N		S		H	
		Geom.	Ocel jako st	Nerezová ocel Geom.	jako st	G/G/G Geom.	Lina jako st	Nerezová kov Geom.	jako st	Geom.	Trans jako st	Nerezová kov Geom.	jako st
Univerzální volba	jemný	SS	HB 7010 (HB 7035)	SM	HB 7035			ALX	HLU 70AL	(ALX)	(HLU 70AL)		G
	střední	SS	HB 7010 (HB 7035)	SM	HB 7035	SM	HB 7010	HLU	70AL			G	



Tabulka 9.21 Jemné soustružení GARANT s výměnitelnou břitovou destičkou 0° a 7°

Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Geometrie výměnitelné břitové destičky CDCT			Geometrie výměnitelné břitové destičky TDAT		
			v_c	f	a_p	v_c	f	a_p
			[m/min]	[mm/ot.]	[mm]	[m/min]	[mm/ot.]	[mm]
			min. max.	min. max.	min. max.	min. max.	min. max.	min. max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
2.0	Automatové oceli	< 850	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
3.0	Neleg. oceli k zúšlechťení	< 700	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
3.1	Neleg. oceli k zúšlechťení	700 – 850	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
3.2	Neleg. oceli k zúšlechťení	850 – 1000	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
4.0	Legované oceli k zúšlechťení	850 – 1000	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
4.1	Legované oceli k zúšlechťení	1000 – 1200	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
7.0	Nitridační oceli	< 1000	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178
7.1	Nitridační oceli	> 1000	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178
8.0	Nástrojové oceli	< 850	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178
9.0	Rychlofrézna ocel	830 – 1200	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odolné proti opot.	1350	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178
11.1	Konstr. oceli odolné proti opot.	1800	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178
12.0	Pružinové oceli	< 1500	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	30 – 76	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	46 – 91	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 91	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	46 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	46 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	–	–	–	–	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178	23 – 61	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	46 – 114	0,305 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 114	0,305 – 0,076	0,050 – 0,229
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	46 – 114	0,305 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 114	0,305 – 0,076	0,050 – 0,229
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229	46 – 107	0,254 – 0,076	0,050 – 0,229
16.0	Titán, titanové slitiny	< 850	21 – 43	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178	21 – 43	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178
16.1	Titán, titanové slitiny	850 – 1200	21 – 43	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178	21 – 43	0,229 – 0,076	0,050 – 0,178
17.1	Hliníkové tvářecí slitiny	< 530	53 – 610	0,305 – 0,050	0,050 – 0,178	53 – 610	0,305 – 0,050	0,050 – 0,178
17.2	Hliníkové slévarenské slitiny	< 600	53 – 610	0,305 – 0,050	0,050 – 0,178	53 – 610	0,305 – 0,050	0,050 – 0,178
17.3	Hliníkové slévarenské slitiny	< 600	46 – 183	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762	46 – 183	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	46 – 183	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762	46 – 183	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	53 – 457	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762	53 – 457	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	53 – 457	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762	53 – 457	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	53 – 213	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762	53 – 213	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	53 – 213	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762	53 – 213	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	53 – 213	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762	53 – 213	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	53 – 213	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762	53 – 213	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	53 – 213	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762	53 – 213	0,305 – 0,050	0,050 – 0,762
20.0	Grafit		–	–	–	–	–	–
21.0	Duroplasty a termoplasty							
21.1	GFK a CFK							

Upozornění: Pro velké délky vložení používejte vyvrtávací tyče z tvrdokovu.

Geometrie výměnitelné břitové destičky GCCT						Geometrie výměnitelné břitové destičky GPCT						Chladičí a mazací kapalina
v_c		f		a_p		v_c		f		a_p		
[m/min]		[mm/ot.]		[mm]		[m/min]		[mm/ot.]		[mm]		
min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
46	107	0,229	0,050	0,076	0,381	46	107	0,229	0,050	0,076	0,254	Suché
46	107	0,229	0,050	0,076	0,381	46	107	0,229	0,050	0,076	0,254	Suché
46	107	0,229	0,050	0,076	0,381	46	107	0,229	0,050	0,076	0,254	Suché
46	107	0,229	0,050	0,076	0,381	46	107	0,229	0,050	0,076	0,254	Suché
46	107	0,229	0,050	0,076	0,381	46	107	0,229	0,050	0,076	0,254	Suché
46	107	0,229	0,050	0,076	0,381	46	107	0,229	0,050	0,076	0,254	Suché
46	107	0,229	0,050	0,076	0,381	46	107	0,229	0,050	0,076	0,254	Suché
46	107	0,229	0,050	0,076	0,381	46	107	0,229	0,050	0,076	0,254	Suché
30	76	0,229	0,050	0,076	0,381	30	76	0,229	0,050	0,076	0,254	Emulze
30	76	0,229	0,050	0,076	0,381	30	76	0,229	0,050	0,076	0,254	Suché
30	76	0,229	0,050	0,076	0,381	30	76	0,229	0,050	0,076	0,254	Suché
30	76	0,229	0,050	0,076	0,381	30	76	0,229	0,050	0,076	0,254	Emulze
23	61	0,178	0,050	0,050	0,178	23	61	0,178	0,050	0,076	0,229	Emulze
23	61	0,178	0,050	0,050	0,178	23	61	0,178	0,050	0,076	0,229	Emulze
30	76	0,229	0,050	0,076	0,381	30	76	0,229	0,050	0,076	0,254	Suché
30	76	0,229	0,050	0,076	0,381	30	76	0,229	0,050	0,076	0,254	Emulze
23	61	0,178	0,050	0,050	0,178	23	61	0,178	0,050	0,076	0,229	Emulze
23	61	0,178	0,050	0,050	0,178	23	61	0,178	0,050	0,076	0,229	Emulze
	–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–	–
23	61	0,178	0,050	0,050	0,178	23	61	0,178	0,050	0,050	0,178	Emulze
23	61	0,178	0,050	0,050	0,178	23	61	0,178	0,050	0,050	0,178	Emulze
30	76	0,229	0,050	0,076	0,381	30	76	0,229	0,050	0,076	0,381	Emulze
46	107	0,229	0,050	0,076	0,381	46	107	0,229	0,050	0,076	0,381	Suché
46	91	0,229	0,050	0,076	0,381	46	91	0,229	0,050	0,076	0,381	Suché
46	76	0,229	0,050	0,076	0,381	46	76	0,229	0,050	0,076	0,381	Emulze
	–		–		–		–		–		–	Emulze
23	61	0,178	0,050	0,050	0,178	23	61	0,178	0,050	0,050	0,178	Emulze
46	114	0,229	0,050	0,076	0,431	46	114	0,229	0,050	0,076	0,431	Suché
46	114	0,229	0,050	0,076	0,431	46	114	0,229	0,050	0,076	0,431	Suché
46	107	0,229	0,050	0,076	0,431	46	107	0,229	0,050	0,076	0,431	Suché
46	107	0,229	0,050	0,076	0,431	46	107	0,229	0,050	0,076	0,431	Suché
21	43	0,178	0,050	0,050	0,305	21	43	0,178	0,050	0,050	0,305	Emulze
21	43	0,178	0,050	0,050	0,305	21	43	0,178	0,050	0,050	0,305	Emulze
53	610	0,305	0,076	0,076	1,651	53	610	0,305	0,076	0,076	1,651	Emulze
53	610	0,305	0,076	0,076	1,651	53	610	0,305	0,076	0,076	1,651	Emulze
46	183	0,305	0,076	0,076	1,651	46	183	0,305	0,076	0,076	1,651	Emulze
46	183	0,305	0,076	0,076	1,651	46	183	0,305	0,076	0,076	1,651	Emulze
53	457	0,305	0,076	0,076	1,651	53	457	0,305	0,076	0,076	1,651	Emulze
53	457	0,305	0,076	0,076	1,651	53	457	0,305	0,076	0,076	1,651	Suché
53	213	0,305	0,076	0,076	1,651	53	213	0,305	0,076	0,076	1,651	Emulze
53	213	0,305	0,076	0,076	1,651	53	213	0,305	0,076	0,076	1,651	Suché
53	213	0,305	0,076	0,076	1,651	53	213	0,305	0,076	0,076	1,651	Suché
53	213	0,305	0,076	0,076	1,651	53	213	0,305	0,076	0,076	1,651	Emulze
53	213	0,305	0,076	0,076	1,651	53	213	0,305	0,076	0,076	1,651	Emulze
	–		–		–		–		–		–	Suché



Geometrie výměnitelné břitové destičky:

CDCT



TDAT



GCCT

GPCT



Garant 7/19 Propan jemně soustružený		P Ocel		M Nerezová ocel		K Alu, Ti		N Nedražené hory		S Titan		H > 40 HRC	
Univerzální volba		střední		SS		HB 7135		SS		HB 7135		SS	



Tabulka 9.22 Jemné soustružení KOMET UniTurn

Katalogové číslo: 240110; 240111; 240114; 240115; 240118; 240119; 240122; 240123; 240126; 240127; 240130; 240131; 240134; 240135

Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	L2 / Dmin < 3								
			v _c [m/min]			f [mm/ot.]			a _p [mm]		
			min.	počátek	max.	min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	30	– 100	– 180	0,010	– 0,02	– 0,030	0,02	– 0,08	– 0,15
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	30	– 100	– 180	0,010	– 0,02	– 0,030	0,02	– 0,08	– 0,15
2.0	Automatové oceli	< 850	30	– 100	– 180	0,010	– 0,02	– 0,030	0,02	– 0,08	– 0,15
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	30	– 100	– 180	0,010	– 0,02	– 0,030	0,02	– 0,08	– 0,15
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	30	– 100	– 180	0,010	– 0,02	– 0,030	0,02	– 0,08	– 0,15
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	30	– 100	– 180	0,010	– 0,02	– 0,030	0,02	– 0,08	– 0,15
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	30	– 100	– 180	0,010	– 0,02	– 0,030	0,02	– 0,08	– 0,15
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	20	– 80	– 120	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,08	– 0,15
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	20	– 80	– 120	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,08	– 0,15
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	20	– 80	– 120	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,08	– 0,15
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	20	– 80	– 120	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,08	– 0,15
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	20	– 80	– 120	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,08	– 0,15
7.0	Nitridační oceli	< 1000	5	– 30	– 50	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,05	– 0,08
7.1	Nitridační oceli	> 1000	5	– 30	– 50	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,05	– 0,08
8.0	Nástrojové oceli	< 850	15	– 70	– 100	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,07	– 0,10
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	15	– 70	– 100	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,07	– 0,10
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	15	– 70	– 100	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,07	– 0,10
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	15	– 70	– 100	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,07	– 0,10
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřeb.	1350	5	– 30	– 50	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,05	– 0,08
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřeb.	1800	5	– 30	– 50	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,05	– 0,08
12.0	Pružinové oceli	< 1500	5	– 30	– 50	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,05	– 0,08
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	10	– 50	– 80	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,07	– 0,10
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	10	– 50	– 80	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,07	– 0,10
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	10	– 50	– 80	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,07	– 0,10
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	10	– 50	– 80	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,07	– 0,10
14.0	Speciální slitiny	< 1200	5	– 30	– 50	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,05	– 0,08
15.0	Lišina (GG)	< 180 HB	15	– 55	– 90	0,010	– 0,02	– 0,035	0,05	– 0,10	– 0,25
15.1	Lišina (GG)	> 180 HB	15	– 55	– 90	0,010	– 0,02	– 0,035	0,05	– 0,10	– 0,25
15.2	Lišina (GGG, GT)	> 180 HB	15	– 55	– 90	0,010	– 0,02	– 0,035	0,05	– 0,10	– 0,25
15.3	Lišina (GGG, GT)	> 260 HB	15	– 55	– 90	0,010	– 0,02	– 0,035	0,05	– 0,10	– 0,25
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	5	– 30	– 50	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,05	– 0,08
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	5	– 30	– 50	0,005	– 0,01	– 0,025	0,02	– 0,05	– 0,08
17.1	Hliníkové tvářecí slitiny	< 530	30	– 180	– 300	0,010	– 0,02	– 0,040	0,02	– 0,4	– 0,5
17.2	Hliník, slévaren. slitiny <10% Si	< 600	30	– 180	– 300	0,010	– 0,02	– 0,040	0,02	– 0,4	– 0,5
17.3	Hliník, slévaren. slitiny >10% Si	< 600	30	– 160	– 250	0,010	– 0,02	– 0,040	0,02	– 0,4	– 0,5
18.0	Hořák, hořákové slitiny	< 280	30	– 180	– 300	0,010	– 0,02	– 0,040	0,02	– 0,4	– 0,5
19.0	Měd, nízko legovaná	< 400	30	– 160	– 250	0,010	– 0,02	– 0,040	0,02	– 0,4	– 0,5
19.1	Mosaz, tvářecí krátké třísky	< 600	30	– 160	– 250	0,010	– 0,02	– 0,040	0,02	– 0,4	– 0,5
19.2	Mosaz, tvářecí dlouhé třísky	< 600	30	– 160	– 250	0,010	– 0,02	– 0,040	0,02	– 0,4	– 0,5
19.3	Bronz, tvářecí krátké třísky	< 600	30	– 160	– 250	0,010	– 0,02	– 0,040	0,02	– 0,4	– 0,5
19.4	Bronz, tvářecí krátké třísky	650 – 850	30	– 160	– 250	0,010	– 0,02	– 0,040	0,02	– 0,4	– 0,5
19.5	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	< 850	30	– 160	– 250	0,010	– 0,02	– 0,040	0,02	– 0,4	– 0,5
19.6	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	850 – 1200	30	– 160	– 250	0,010	– 0,02	– 0,040	0,02	– 0,4	– 0,5
20.0	Grafit		30	– 160	– 250	0,010	– 0,02	– 0,040	0,02	– 0,4	– 0,5
21.0	Duraplasty a termoplasty										
21.1	GFK a CFK										

[illegible]



Tabulka 9.23 Soustružení závitů GARANT

Katalogové číslo: 272010; 272060; 272120; 272160

Materiálová skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Rezné materiály z povlakovaného tvrdokovu			
			MB 7135 (PVD-TiN)		MB 7020 (PVD-TiAlN)	
			v_c [m/min]	KSS	v_c [m/min]	KSS
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	70 – 120 – 180	Emulze	70 – 160 – 200	Suché / emulze
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	70 – 120 – 180	Emulze	70 – 160 – 200	Suché / emulze
2.0	Automatové oceli	< 850	70 – 120 – 180	Emulze	70 – 160 – 200	Emulze
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	70 – 120 – 180	Emulze	70 – 160 – 200	Emulze
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	70 – 120 – 180	Emulze	70 – 160 – 200	Suché / emulze
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	70 – 120 – 180	Emulze	70 – 160 – 200	Suché / emulze
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	50 – 110 – 160	Emulze / olej	70 – 130 – 180	Suché / emulze
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	50 – 100 – 120	Emulze / olej	50 – 110 – 150	Emulze / olej
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	45 – 70 – 100	Emulze / olej	45 – 80 – 120	Emulze / olej
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	50 – 110 – 160	Emulze / olej	70 – 130 – 180	Suché / emulze
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	50 – 100 – 120	Olej	50 – 110 – 150	Emulze / olej
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	45 – 70 – 100	Emulze / olej	45 – 80 – 120	Emulze / olej
7.0	Nitridační oceli	< 1000	50 – 70 – 100	Emulze / olej	50 – 80 – 120	Emulze / olej
7.1	Nitridační oceli	> 1000	50 – 65 – 100	Emulze / olej	50 – 75 – 120	Emulze / olej
8.0	Nástrojové oceli	< 850	50 – 100 – 120	Emulze / olej	50 – 110 – 150	Emulze / olej
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	45 – 70 – 100	Emulze / olej	45 – 80 – 120	Emulze / olej
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	45 – 70 – 100	Emulze / olej	45 – 80 – 120	Emulze / olej
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	45 – 70 – 100	Emulze / olej	45 – 80 – 120	Emulze / olej
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotřeb.	1350	50 – 65 – 100	Emulze	50 – 75 – 120	Emulze
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotřeb.	1800	50 – 65 – 100	Emulze	50 – 75 – 120	Emulze
12.0	Pružinové oceli	< 1500	50 – 65 – 100	Emulze / olej	50 – 75 – 120	Emulze / olej
13.0	Nerezové oceli sříděné	< 700	80 – 110 – 180	Emulze	–	–
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	80 – 110 – 180	Emulze	–	–
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	80 – 100 – 150	Emulze	–	–
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	80 – 100 – 150	Emulze	–	–
14.0	Speciální slitiny	< 1200	50 – 65 – 100	Olej	50 – 75 – 120	Olej
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	100 – 120 – 170	Suché	100 – 140 – 185	Suché
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	100 – 120 – 170	Suché	100 – 140 – 185	Suché
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	100 – 120 – 170	Suché	100 – 140 – 185	Suché
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	80 – 100 – 130	Suché	80 – 130 – 150	Suché
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	50 – 70 – 100	Emulze / olej	50 – 80 – 120	Emulze / olej
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	50 – 65 – 100	Emulze / olej	50 – 75 – 120	Emulze / olej
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	100 – 220 – 350	Emulze	100 – 220 – 350	Emulze
17.1	Hliník sléváren. slitiny <10% Si	< 600	100 – 220 – 350	Emulze	100 – 220 – 350	Emulze
17.2	Hliník sléváren. slitiny >10% Si	< 600	75 – 120 – 250	Emulze	75 – 200 – 300	Emulze
18.0	Horčík, horčíkové slitiny	< 280	100 – 220 – 350	Emulze	100 – 220 – 350	Emulze
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	100 – 220 – 350	Emulze	100 – 220 – 350	Emulze
19.1	Mosaz, tvářicí krátké třísky	< 600	75 – 120 – 250	Suché / emulze	75 – 200 – 300	Suché
19.2	Mosaz, tvářicí dlouhé třísky	< 600	75 – 120 – 250	Emulze / olej	75 – 200 – 300	Emulze / olej
19.3	Bronz, tvářicí krátké třísky	< 600	75 – 120 – 250	Emulze / olej	75 – 200 – 300	Emulze / olej
19.4	Bronz, tvářicí krátké třísky	650 – 850	75 – 120 – 250	Emulze / olej	75 – 200 – 300	Emulze / olej
19.5	Bronz, tvářicí dlouhé třísky	< 850	75 – 120 – 250	Emulze / olej	75 – 200 – 300	Emulze / olej
19.6	Bronz, tvářicí dlouhé třísky	850 – 1200	75 – 120 – 250	Emulze / olej	75 – 200 – 300	Emulze / olej
20.0	Grafit		75 – 120 – 250	Suché	75 – 200 – 300	Suché
21.0	Duroplasty a termoplasty					
21.1	GFK a CFK					



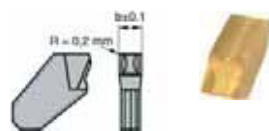


Tabulka 9.24 Upichování GARANT

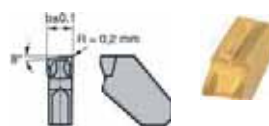
Katalogové číslo: 273550

Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	v_c [m/min]	Šířka úpichu					
				2 mm			3 mm		
				min.	počátek	max.	min.	počátek	max.
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	100 – 120 – 140	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	100 – 120 – 140	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
2.0	Automatové oceli	< 850	80 – 100 – 120	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	80 – 100 – 120	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	100 – 120 – 140	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	80 – 100 – 120	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	80 – 100 – 120	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	80 – 100 – 120	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	60 – 80 – 100	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	100 – 120 – 140	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	80 – 100 – 120	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	60 – 80 – 100	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
7.0	Nitridační oceli	< 1000	20 – 40 – 60	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
7.1	Nitridační oceli	> 1000	20 – 40 – 60	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
8.0	Nástrojové oceli	< 850	80 – 100 – 120	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	60 – 80 – 100	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	20 – 40 – 60	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	20 – 40 – 60	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1350	20 – 40 – 60	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
11.1	Konstr. oceli odol. proti opotř.	1800	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	40 – 60 – 80	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	100 – 120 – 140	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	100 – 120 – 140	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	60 – 80 – 100	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	60 – 80 – 100	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
14.0	Speciální slitiny	< 1200	20 – 40 – 60	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	100 – 120 – 160	0,08	– 0,15	– 0,22	0,08	– 0,18	– 0,30
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	60 – 80 – 120	0,08	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,15	– 0,25
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	60 – 80 – 120	0,08	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,15	– 0,25
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	60 – 70 – 100	0,08	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,15	– 0,25
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	20 – 40 – 60	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	20 – 40 – 60	0,05	– 0,12	– 0,18	0,08	– 0,15	– 0,25
17.1	Hliníkové tvářecí slitiny	< 530	160 – 200 – 300	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
17.2	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	160 – 200 – 300	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
17.3	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	160 – 200 – 300	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
18.0	Hořčík, hořčíkové slitiny	< 280	160 – 200 – 300	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	100 – 120 – 160	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
19.1	Mosaz, tvářecí krátké třísky	< 600	100 – 120 – 160	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
19.2	Mosaz, tvářecí dlouhé třísky	< 600	100 – 120 – 160	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
19.3	Bronz, tvářecí krátké třísky	< 600	100 – 120 – 160	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
19.4	Bronz, tvářecí krátké třísky	650 – 850	100 – 120 – 160	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
19.5	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	< 850	100 – 120 – 160	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
19.6	Bronz, tvářecí dlouhé třísky	850 – 1200	100 – 120 – 160	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
20.0	Grafit		100 – 120 – 160	0,05	– 0,12	– 0,20	0,08	– 0,18	– 0,30
21.0	Duroplasty a termoplasty								
21.1	GFK a CFK								

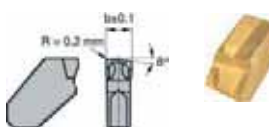
neutrální



pravý



levý



Upravičovani Garant		P Ocel	M Inox / Nerez	K GG(G) Litina	N Ne elenz ne kovy	S Ti	H >48 HRC
	Jemný	HB 7025 (CU 7033)	HB 7135	HB 7025	(HB 7135)	HB 7135	
Univer- zální volba	Střední	HB 7025	HB 7135	HB 7025	(HB 7135)	HB 7135	



Tabulka 9.25 Upichování MDT SECO

MDT 16 a MDT 13 Upichování / podélné soustružení

Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Řezná rychlost v_c [m/min]			
			Řezný materiál CP50		Řezný materiál TP200	
			Šířka destičky		Šířka destičky	
			3/4	5/6	3/4	5/6
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	90 – 190	75 – 170	135 – 225	115 – 205
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	90 – 190	75 – 170	135 – 225	115 – 205
2.0	Automatové oceli	< 850	90 – 190	75 – 170	135 – 225	115 – 205
2.1	Automatové oceli	850 – 1000	80 – 180	70 – 160	130 – 220	110 – 200
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700	90 – 190	75 – 170	135 – 225	115 – 205
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850	90 – 190	75 – 170	135 – 225	115 – 205
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000	80 – 180	70 – 160	130 – 220	110 – 200
4.0	Legovaná ocel k zúšlechťení	850 – 1000	80 – 110	60 – 100	130 – 160	105 – 150
4.1	Legovaná ocel k zúšlechťení	1000 – 1200	50 – 105	40 – 90	85 – 140	75 – 125
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750	90 – 190	75 – 170	135 – 225	115 – 205
6.0	Legované cementační oceli	< 1000	80 – 110	60 – 100	130 – 160	105 – 150
6.1	Legované cementační oceli	> 1000	50 – 105	40 – 90	85 – 140	75 – 125
7.0	Nitridační oceli	< 1000	50 – 90	40 – 80	–	–
7.1	Nitridační oceli	> 1000	40 – 80	30 – 70	–	–
8.0	Nástrojové oceli	< 850	80 – 110	60 – 100	130 – 160	105 – 150
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100	50 – 105	40 – 90	85 – 140	75 – 125
8.2	Nástrojové oceli	1100 – 1400	50 – 105	40 – 90	85 – 140	75 – 125
9.0	Rychlořezná ocel	830 – 1200	50 – 105	40 – 90	85 – 140	75 – 125
10.0	Kalené oceli	48–55 HRC	–	–	–	–
10.1	Kalené oceli	55–60 HRC	–	–	–	–
10.2	Kalené oceli	60–67 HRC	–	–	–	–
11.0	Konstr. oceli odolné proti opot.	1350	50 – 90	40 – 80	–	–
11.1	Konstr. oceli odolné proti opot.	1800	40 – 80	30 – 70	–	–
12.0	Pružinové oceli	< 1500	40 – 80	30 – 70	–	–
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	110 – 150	80 – 135	130 – 170	100 155
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700	110 – 150	80 – 135	130 – 170	100 155
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850	90 – 130	70 – 120	105 – 145	80 135
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100	90 – 130	70 – 120	105 – 145	80 135
14.0	Speciální slitiny	< 1200	40 – 80	30 – 70	–	–
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	60 – 155	50 – 135	90 – 170	80 150
15.1	Litina (GG)	> 180 HB	55 – 85	45 – 75	75 – 105	60 95
15.2	Litina (GGG, GT)	> 180 HB	60 – 155	50 – 135	90 – 170	80 150
15.3	Litina (GGG, GT)	> 260 HB	55 – 85	45 – 75	75 – 105	60 95
16.0	Titan, titanové slitiny	< 850	50 – 90	40 – 80	–	–
16.1	Titan, titanové slitiny	850 – 1200	40 – 80	30 – 70	–	–
17.0	Hliník, hliníkové slitiny	< 530	450 – 550	450 – 550	600 – 700	600 – 700
17.1	Hliník sléváren slitiny <10% Si	< 600	450 – 550	450 – 550	600 – 700	600 – 700
17.2	Hliník sléváren slitiny >10% Si	< 600	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
18.0	Hořák, hořákové slitiny	< 280	450 – 550	450 – 550	600 – 700	600 – 700
19.0	Měď, nízko legovaná	< 400	450 – 550	450 – 550	600 – 700	600 – 700
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
20.0	Grafit		300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
21.0	Duroplasty a termoplasty					
21.1	GFK a CFK					

MDT 13 Vnější obrábění

Metoda - varianta	Geometrie	Posuv f [mm]			
		Šířka			
		3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
Pronikavý	FT	0,10 – 0,20	0,10 – 0,25	0,10 – 0,30	0,10 – 0,35
	MT	0,10 – 0,25	0,12 – 0,30	0,12 – 0,35	0,15 – 0,40
	MP	0,10 – 0,40	0,10 – 0,60	0,10 – 0,70	0,10 – 0,80
Podélné soustružení	FT	0,05 – 0,18*	0,08 – 0,25*	0,10 – 0,30	0,10 – 0,35
	MT	0,10 – 0,25	0,15 – 0,35	0,18 – 0,40	0,20 – 0,50
	MP	0,10 – 0,40	0,10 – 0,60	0,10 – 0,70	0,10 – 0,80
Metoda - varianta	Geometrie	Hloubka zářezu a_r [mm] resp. Hloubka řezu a_p [mm]			
		Šířka			
		3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
Pronikavý	FT	max. 9	max. 12	max. 12 (** 15)	max. 12 (** 18)
	MT				
	MP				
Podélné soustružení	FT	0,30 – 3,00	0,40 – 3,00	0,50 – 3,00	0,60 – 3,00
	MT	0,30 – 3,00	0,40 – 3,00	0,50 – 3,00	0,60 – 3,00
	MP	0,15 – 1,20	0,20 – 1,60	0,22 – 2,00	0,25 – 2,40

** max. hloubka zářezu držáku, přičemž ale zabírá 2. břit vyměnitelné břitové destičky.



MDT 13 Soustružení čelních ploch, zapichování čelních ploch a vnitřní soustružení

Metoda - varianta	Geometrie	Posuv f [mm]		Poznámky
		Šířka		
		3 mm	4 mm	
Zapichování čelních ploch a vnitřní zapichování	FT	0,05 – 0,20	0,10 – 0,25	Existuje drážka (rozšířit)
	FT	0,05 – 0,08	0,05 – 0,08	1. Zápich do plného materiálu
Soustružení čelních ploch a vnitřní soustružení	FT	0,05 – 0,18**	0,08 – 0,25**	
Metoda - varianta	Geometrie	Hloubka zápichu a_f [mm] resp. hloubka řezu a_p [mm]		
		Šířka		
		3 mm	4 mm	
Zapichování čelních ploch a vnitřní zapichování	viz drážky			
Soustružení čelních ploch a vnitřní soustružení	FT	0,30 – 2,50	0,40 – 2,50	

** max. hloubka zářezu držáku, přičemž ale zabírá 2. břit vyměnitelné břitové destičky.





Tabulka 9.26 Rýhování frézováním

Materiál - skupina	Materiál - označení	Pevnost [N/mm ²]	Materiálové skupiny pro rýhování	Průměr rýhovacích koleček	Obrobek- \varnothing [mm]		
					v_c [m/min]	f [mm/ot.]	
1.0	Všeobecné konstrukční oceli	< 500	Ocel do 600 N/mm ²	10	35	0,05	– 0,08
				14,5	45	0,07	– 0,09
				20/21,5	60	0,07	– 0,14
				25	60	0,07	– 0,15
1.1	Všeobecné konstrukční oceli	500 – 850	Ocel do 600 N/mm ²	10	25	0,04	– 0,07
2.0	Automatové oceli	< 850					
2.1	Automatové oceli	850 – 1000					
3.0	Neleg. ocel k zúšlechťení	< 700					
3.1	Neleg. ocel k zúšlechťení	700 – 850		14,5	35	0,06	– 0,08
3.2	Neleg. ocel k zúšlechťení	850 – 1000					
4.0	Legované ocel k zúšlechťení	850 – 1000					
5.0	Neleg. cementační oceli	< 750		20/21,5	50	0,06	– 0,12
6.0	Legované cementační oceli	< 1000					
7.0	Nitridační oceli	< 1000					
8.0	Nástrojové oceli	< 850		25	40	0,05	– 0,10
8.1	Nástrojové oceli	850 – 1100					
13.0	Nerezové oceli sřené	< 700	Nerez oceli	10	22	0,04	– 0,06
13.1	Nerez oceli austenitické	< 700		14,5	30	0,06	– 0,08
13.2	Nerezové oceli austenitické	< 850		20/21,5	40	0,06	– 0,12
13.3	Nerezové oceli martensitické	< 1100		25	35	0,05	– 0,10
15.0	Litina (GG)	< 180 HB	Šedá litina	10	22	0,04	– 0,06
	Litina (GG)	> 180 HB		14,5	30	0,06	– 0,08
15.1	Litina (GGG, GT)	> 180 HB		20/21,5	40	0,06	– 0,12
	Litina (GGG, GT)	> 260 HB		25	40	0,05	– 0,10
17.0	Hliníkové tvářecí slitiny	< 530	Hliník	10	70	0,06	– 0,13
17.1	Hliník slévár slitiny < 10% Si	< 600		14,5	80	0,08	– 0,18
17.2	Hliník. slévár. slitiny > 10% Si	< 600		20/21,5	120	0,10	– 0,25
				25	100	0,10	– 0,20
19.1	Mosaz, tvořící krátké třísky	< 600	Mosaz do 580 N/mm ²	10	60	0,06	– 0,10
				14,5	70	0,08	– 0,12
				20/21,5	100	0,08	– 0,20
				25	90	0,10	– 0,15
19.2	Mosaz, tvořící dlouhé třísky	< 600	Mosaz do 600 N/mm ²	10	50	0,05	– 0,09
				14,5	60	0,06	– 0,10
				20/21,5	90	0,07	– 0,15
				25	80	0,06	– 0,10
19.3	Bronz, tvořící krátké třísky	< 600	Bronz	10	35	0,05	– 0,08
19.4	Bronz, tvořící krátké třísky	650 – 850		14,5	45	0,07	– 0,09
19.5	Bronz, tvořící dlouhé třísky	< 850		20/21,5	60	0,07	– 0,14
19.6	Bronz, tvořící dlouhé třísky	850 – 1200		25	50	0,06	– 0,10
21.0	Duraplasty a termoplasty		Plasty	Na vyžádání			
21.1	GFK a CFK						

	Obrobek-Ø [mm] 12-40					Obrobek-Ø [mm] 40-250			
	v_c [m/min]	f [mm/ot.]				v_c [m/min]	f [mm/ot.]		
	—	—			—	—			
	40	0,07	—	0,09	—	—			
	60	0,07	—	0,15	55	0,07	—	0,15	
	60	0,10	—	0,15	50	0,10	—	0,15	
	—	—			—	—			
	30	0,06	—	0,08	—	—			
	45	0,06	—	0,12	40	0,06	—	0,12	
	40	0,05	—	0,10	35	0,05	—	0,10	
	—	—			—	—			
	28	0,06	—	0,08	—	—			
	35	0,06	—	0,12	32	0,06	—	0,12	
	30	0,05	—	0,10	30	0,05	—	0,10	
	—	—			—	—			
	28	0,06	—	0,08	—	—			
	35	0,06	—	0,12	32	0,06	—	0,12	
	30	0,05	—	0,10	30	0,05	—	0,10	
	—	—			—	—			
	70	0,08	—	0,18	—	—			
	110	0,10	—	0,25	100	0,10	—	0,25	
	90	0,10	—	0,20	80	0,10	—	0,20	
	—	—			—	—			
	60	0,08	—	0,12	—	—			
	100	0,08	—	0,20	90	0,08	—	0,20	
	90	0,10	—	0,15	80	0,10	—	0,15	
	—	—			—	—			
	60	0,06	—	0,10	—	—			
	90	0,07	—	0,15	80	0,07	—	0,15	
	80	0,06	—	0,10	60	0,06	—	0,10	
	—	—			—	—			
	40	0,07	—	0,09	—	—			
	60	0,07	—	0,14	55	0,07	—	0,14	
	55	0,06	—	0,10	50	0,06	—	0,10	



AA



AA



BL 15°



BL 30°



BL 30°



BR 15°



BR 30°



BR 30°





Obsah

Obsah	590
Seznam tabulek - normy	590
Přehled upínačů pro nástroje	591
1 Upínače pro nástroje	592
1.1 Upínače se strmým kuželem (SK)	592
1.2 Upínače pro nástroje s dutou kuželovou stopkou (HSK)	594
2 Upínací pouzdra	596
2.1 Upínací pouzdra Weldon	596
2.2 Upínací pouzdra pro kleštiny	597
2.3 Hydraulická upínací pouzdra (HD)	598
2.4 Vysoce přesná upínací pouzdra (HG)	599
2.5 Tepelné upínače	600
2.6 Meze využití upínacích pouzder	603
2.6.1 Srovnání upínacích pouzder	603
2.6.2 Mezní otáčky upínacích pouzder	605
3 Vyvážení upínačů pro nástroje	606
3.1 Vyvážení statické nevyváženosti	607
3.2 Vyvážení dynamické nevyváženosti	607
3.3 Jakost vyvážení a zbytková nevyváženost	608
4 Držáky nástrojů VDI	613
5 Poháněné nástroje	614
5.1 Poháněné nástroje v monoblokové konstrukci pro soustružnická centra	614
5.1.1 Označení a provedení hlav nástrojů	614
5.1.2 Možnosti použití na revolverové hlavě	616
5.1.3 Výhody a nevýhody různých pohonů	617
5.2 Poháněné nástroje pro obráběcí centra	618
6 Tabulky stopek nástrojů podle DIN 228 a DIN 2080	619

Seznam tabulek - normy

Označení	Č. tab.	Strana
Stopky nástrojů podle DIN 228 a DIN 2080 (hlavní rozměry)	10.7	619
Příčné upevnění podle DIN 1806		
Nástrčné čepy sklíčidel podle DIN 238		

Přehled upínačů pro nástroje

Všeobecné informace

- Provedení stopek nástrojů dle DIN
- Provedení upínání obráběcích strojů
- Znaky jakosti uložení nástrojů
- Vybavení uložení nástrojů

Kvalita vyvážení:

Standard – tato upínání snižují nevyváženost o více než 90%.

Přesně vyváženo – zbytkovou nevyváženost lze kompenzovat použitím přesně vyvážených upínání.

Tepelné upínače GARANT obecně jemně vyvážené na $G\ 2,5/18000\ \text{min}^{-1}$ **)

** Výminka: HSK 32, 40 a 50 vyváženo na $G\ 6,3/24000\ \text{min}^{-1}$

Upínače nástrojů rozděleny podle

SK / MK
č. 30 0200 – 30 3470

DIN 69871
č. 30 0200 – 30 2405

DIN 2080
č. 30 2420 – 30 2580

DIN 228
č. 30 2584 – 30 2594

JIS B 6339 (MAS BT)
č. 30 2600 – 30 3470

HSK
č. 30 4060 – 30 8370

Příslušenství – č. 30 8600 – 30 9950

- Upínací čep
- ER / OZ kleštiny
- Upínací matice a upínací klíče
- Kleštinová skličidla
- Pro kombi trny a HSK
- Frézovací kroužky

Kvalita vyvážení

Skličidla

Standard
G 6,3/8000 min^{-1}
G 2,5/18000 min^{-1} (GARANT Tepelný upínač)
G 2,5/18000 min^{-1}

= pro konvenční a HSC obrábění

Kvalita vyvážení

Skličidla

= není předběžně vyvážené
= převážně pro konvenční obrábění

Kvalita vyvážení

Skličidla

= není předběžně vyvážené
= převážně pro konvenční obrábění

Kvalita vyvážení

Skličidla

Standard
G 6,3/18000 min^{-1}
G 2,5/18000 min^{-1} (GARANT Tepelný upínač)
= převážně pro konvenční obrábění

Kvalita vyvážení

Skličidla

Standard
G 6,3/8000 min^{-1}
G 2,5/18000 min^{-1} (GARANT Tepelný upínač HSK63-100)
G 6,3/24000 min^{-1} (GARANT Tepelný upínač HSK32-50)
G 6,3/10000 min^{-1} (KELCH Tepelný upínač)
Přesně vyváženo – G 2,5/22000 min^{-1}

= pro přesné a HSC obrábění

Provedení stopek nástrojů dle DIN 1835 resp. DIN 6535

	Tvar A resp. HA	Tvar B resp. HB	Tvar E resp. HE
Ø stopky 6 až 20 mm			
Ø stopky 25 až 32 mm			
	Hladká stopka	Stopka Weldon	Stopka Whistle Notch



1 Upínače pro nástroje

Trvalý trend zkracování časů obrábění při současně nejvyšších požadavcích na přesnost výroby a bezpečnost procesů se dá realizovat jedině pomocí kompletního systému obráběcího stroje, nástroje a upínače. Z procesu přitom vyplývají následující jednotlivé požadavky:

Na obráběcí stroj:	Vysoká tuhost Lehká konstrukce pohybujících se součástí Vysoká přesnost házivosti vřetena Inteligentní řízení
Na nástroj:	Vysoká přesnost házivosti Vysoká jakost vyvážení (geometrie, tvar stopky) Dlouhá životnost (řezný materiál, povlak)
Na upínač pro nástroj:	Vysoká přesnost házivosti Bezpečné upnutí nástroje

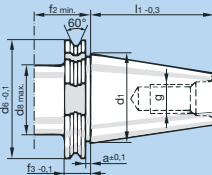

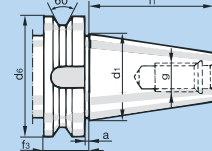

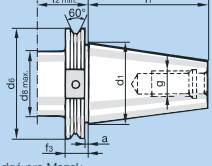
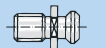
To vede k následujícím **klíčovým požadavkům** na moderní koncepci obrábění.

- Vysoká statická tuhost
- Maximální dynamická zatížitelnost
- Maximální přesnost
- Vhodnost pro vysoké otáčky

1.1 Upínače se strmým kuželem (SK)

Při automatizovaných či ručních výměnách vrtáků nebo fréz se prosazují upínače se strmým kuželem, obzvláště podle DIN 2080 nebo DIN 69871. Strmé nástrojové kužely (kužel 7 : 24) se upínají pomocí přídavných upínačů k vřetenu stroje. Různé funkční plochy na přírubách slouží k přidržování a polohování nástrojů v podávacích zařízeních a zásobnících. Nejpoužívanějšími tvary upínačů SK jsou podle DIN 69871 tvary AD a B s lichoběžníkovým žlábkem, orientační drážkou a průchozím otvorem (AD) pro centrální přívod chladicí a mazací kapaliny, resp. s centrálním přívodem chladicí a mazací kapaliny přes nákržek (B).

Kroutící moment se při nízkém namáhání přenáší přes třecí styk kuželu. Při větších momentech a rázových zatíženích se o hlavní část přenosu kroutícího momentu starají **unášecí kameny**. Unášecí kameny jsou symetricky uspořádané na čelní ploše vřetena, aby zajišťovaly jednoznačnou orientaci nástroje.

	<p>Tvar A: bez průchozího otvoru Tvar AD: s průchozím otvorem pro centrální přívod chlad. kapaliny Tvar B: pro postranní přívod chlad. kapaliny přes nákrůžek nástroje</p>  <p>Upínací čep dle DIN 69872 nebo ISO 7388/II Typ B nebo s kruh. drážkou</p>	<p>DIN 69871 A, Část 1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>SK 40</th><th>SK 50</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>l 1</td><td>68,4</td><td>101,75</td></tr> <tr><td>d 1</td><td>44,45</td><td>69,85</td></tr> <tr><td>d 6</td><td>63,55</td><td>97,50</td></tr> <tr><td>d 8</td><td>50</td><td>80</td></tr> <tr><td>f 2</td><td>35</td><td>35</td></tr> <tr><td>f 3</td><td>19,1</td><td>19,1</td></tr> <tr><td>a</td><td>3,2</td><td>3,2</td></tr> <tr><td>g</td><td>M 16</td><td>M 24</td></tr> </tbody> </table>		SK 40	SK 50	l 1	68,4	101,75	d 1	44,45	69,85	d 6	63,55	97,50	d 8	50	80	f 2	35	35	f 3	19,1	19,1	a	3,2	3,2	g	M 16	M 24
	SK 40	SK 50																											
l 1	68,4	101,75																											
d 1	44,45	69,85																											
d 6	63,55	97,50																											
d 8	50	80																											
f 2	35	35																											
f 3	19,1	19,1																											
a	3,2	3,2																											
g	M 16	M 24																											
	 <p>Upínací čep dle normy JIS</p>	<p>JIS B 6339 (japonská norma) (dříve MAS-BT)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>SK 40</th><th>SK 50</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>l 1</td><td>65,4</td><td>101,8</td></tr> <tr><td>d 1</td><td>44,45</td><td>69,85</td></tr> <tr><td>d 6</td><td>63</td><td>100</td></tr> <tr><td>f 3</td><td>27</td><td>38</td></tr> <tr><td>a</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>g</td><td>M 16</td><td>M 24</td></tr> </tbody> </table>		SK 40	SK 50	l 1	65,4	101,8	d 1	44,45	69,85	d 6	63	100	f 3	27	38	a	2	3	g	M 16	M 24						
	SK 40	SK 50																											
l 1	65,4	101,8																											
d 1	44,45	69,85																											
d 6	63	100																											
f 3	27	38																											
a	2	3																											
g	M 16	M 24																											
 <p>vhodné pro Mazak</p>	<p>**) k dodání od výrobce</p>  <p>Upínací čep dle normy ANSI</p> <p>*) Kombinace norem ANSI a Caterpillar</p>	<p>ANSI (americká norma)**</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>SK 40</th><th>SK 50*</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>l 1</td><td>68,3</td><td>101,75</td></tr> <tr><td>d 1</td><td>44,45</td><td>69,85</td></tr> <tr><td>d 6</td><td>63,55</td><td>98,45</td></tr> <tr><td>d 8</td><td>44,45</td><td>69,85</td></tr> <tr><td>f 2</td><td>35</td><td>35</td></tr> <tr><td>f 3</td><td>19,1</td><td>19,1</td></tr> <tr><td>a</td><td>3,18</td><td>3,18</td></tr> <tr><td>g</td><td>M 16</td><td>M 24</td></tr> </tbody> </table>		SK 40	SK 50*	l 1	68,3	101,75	d 1	44,45	69,85	d 6	63,55	98,45	d 8	44,45	69,85	f 2	35	35	f 3	19,1	19,1	a	3,18	3,18	g	M 16	M 24
	SK 40	SK 50*																											
l 1	68,3	101,75																											
d 1	44,45	69,85																											
d 6	63,55	98,45																											
d 8	44,45	69,85																											
f 2	35	35																											
f 3	19,1	19,1																											
a	3,18	3,18																											
g	M 16	M 24																											

Obr. 10.1 Stopky pro NC stroje a obráběcí centra

Stopky nástrojů podle 69871 jsou opatřeny dotahovacím šroubem a při použití kleštin se dají velmi rychle automaticky vyměnit.

Stopky nástrojů podle DIN 2080 se upínají pomocí dotahovacích tyčí se závitovými svorníky za použití šroubových upínačů ve vřetenu. Při šroubování je pro výměnu nástrojů zapotřebí delší čas než při kleštinovém upnutí.

Výhoda strmých kuželů spočívá v symetrické konstrukci, jednoduché výrobě a v tom, že se samy centrují. **Nevýhodou** však je, že v důsledku vysokých otáček může dojít k rozšíření kuželu vřetena (deformace odstředivou silou) a působením vřetovací síly k axiálnímu posunutí nástroje, které zůstává zachováno i po zastavení vřetena (těsné uložení). Kromě toho má deformace odstředivou silou tu nevýhodu, že omezuje dotyk ploch a redukuje tak třecí přenos kroutícího momentu. V nejnejpříznivějším případě může dojít i k prokluzování nástroje.

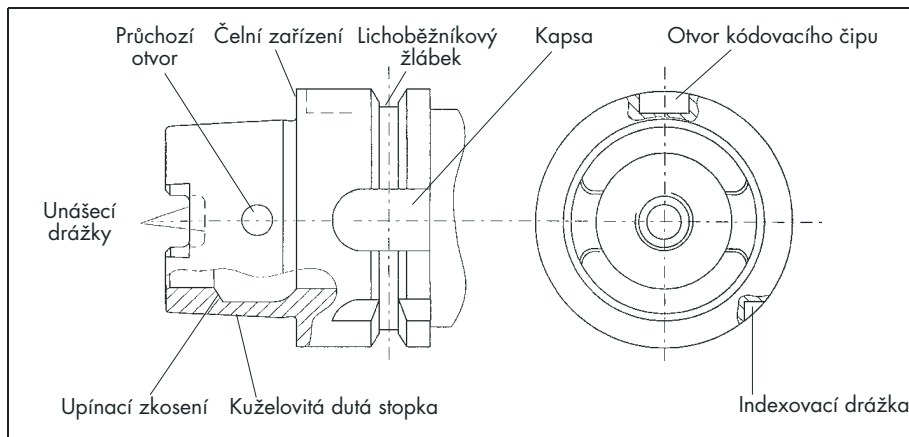


1.2 Upínače pro nástroje s dutou kuželovou stopkou (HSK)

U duté kuželové stopky se jedná o nástroj s lehce kuželovitým vnějším tvarem (kužel 1 : 10), který je uvnitř dutý (obr. 10.2). V třískovém obrábění je velmi rozšířen. V nových moderních obráběcích centrech se upínač HSK upřednostňuje proti strmému kuželu, protože nabízí následující **výhody**:

- přenos (pevné axiální polohování díky rovinnému dotyku)
- tuhost (pohlcování vysokých ohybových momentů)
- vhodnost pro vysoké otáčky (vysoký přenos kroutícího momentu)
- vysoká přesnost opakování při výměně nástrojů
- není nutné používat dotahovací šroub

Přenos kroutícího momentu je realizován tvarovým stykem pomocí dvou stejně širokých a různě hlubokých unášecích drážek na konci stopky a silově pomocí přesahu mezi stopkou a upínačem. Rovinný dotyk slouží k axiálnímu fixování upínače HSK a ke zvýšení tuhosti při zatížení ohybem. Dutá kuželová stopka fixuje upínač radiálně a nabízí prostor pro vnitřní upínací systém. Průchozí otvor ve stopce je nezbytný pro ovládání ručního upínacího systému. Lichoběžníkový žlábek, podávací kapsy a indexovací drážka na nákržku jsou zapotřebí jako funkční plochy pro orientovanou automatickou výměnu nástrojů. Vnější průměr nákržku navíc určuje velikost upínače HSK.

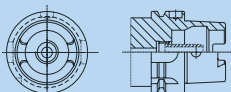


Obr. 10.2 Funkční prvky upínače HSK s rovinným dotykem podle DIN 69893, tvar A

Níže jsou přehledně znázorněny tvary a charakteristiky upínačů HSK (obr. 10.3). Nejpoužívanějšími provedeními jsou tvary A (pro automatickou a ruční výměnu) a C (pouze pro ruční výměnu) stejně jako při vysokorychlostním obrábění tvar E bez unášecích kamenů, u něhož je přenos kroutícího momentu realizován výhradně třením vyvolaným větším přesahem mezi kuzelem a upínačem, resp. třecí plochou rovinného dotyku. Pro automatické neorientované výměny je k dispozici pouze lichoběžníkový žlábek.

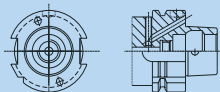
Kuželové duté stopky pro automatickou výměnu nástrojů

DIN 69893-1 tvar A



- Použití v obráběcích centrech, frézách, zvláštních strojích s automatickou výměnou nástrojů.
- **Centrální, axiální přívod chladicího média možný pomocí kanálku.**
- Přenos toč. momentu přes 2 drážky unašeče na konci kužele.
- **2 drážky v nákrůžku** pro zás. nástrojů, poziční drážka.
- Otvor pro datový nosič DIN 69873 v nákrůžku.

DIN 69893-2 tvar B



- Použití v obráběcích centrech, frézách pro těžké obrábění, soustruzích.
- Se zvětšeným nákrůžkem a polohovací drážkou.
- **Decentrální přív. chl. média přes nákrůžek nebo centr. pomocí kanálku.**
- Přenos toč. momentu přes 2 drážky v nákrůžku.
- Otvor pro datový nosič DIN 69873 v nákrůžku.

s upínací drážkou

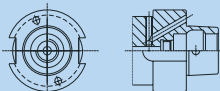
Kuželové duté stopky pro ruční výměnu nástrojů

DIN 69893-1 tvar C



- Použití především u vřeten v transferových linkách a zvláštních strojích bez automatické výměny nástrojů nebo v krátkých vrtacích vřetenech a prodlouženích nástrojů a redukcích.
- **Centr., axiální přívod chladicího média.**
- Přenos toč. momentu přes 2 unašečí drážky na konci kužele.

DIN 69893-2 tvar D

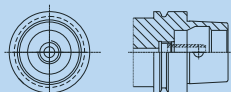


- Použití ve všech oblastech, které při ruční výměně nástrojů vyžadují ještě lepší oporu díky velké rovinné poloze.
- Se zvětšeným nákrůžkem.
- **Decentrální přív. chl. média přes nákrůžek nebo centr. pomocí kanálku.**
- Přenos toč. momentu přes 2 drážky v nákrůžku.

s upínací drážkou

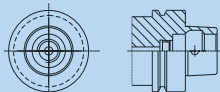
Kuželové duté stopky pro vysoké otáčky (HSC)

Předb. norma DIN 69893-5 Tvar E



- Použití pro vysokofrekvenční vřetena, stroje na obrábění dřeva.
- Rotačně symetrické, **bez unašecích drážek.**
- Přenos toč. momentu přes třecí spojení.
- **Centrální přívod chladicí kapaliny možný pomocí kanálku.**

E-DIN 69893-6 Tvar F



- Se zvětšeným nákrůžkem.
- **Možnost centr. přívodu chlad. kapaliny.**

s upínací drážkou

Obr. 10.3 Tvary a charakteristiky upínačů HSK

Oproti strmému kuželu má rozhraní HSK tyto výhody:

- Vysoká přesnost opakování při výměně nástrojů
- Pevné axiální polohování díky rovinnému dotyku
- Vhodnost pro vysoké otáčky
- Není třeba použít upínací čep

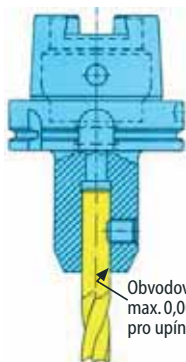


2 Upínací pouzdra

2.1 Upínací pouzdra Weldon

Varianty, vlastnosti a oblasti použití plošných upínacích pouzder jsou uvedeny v *tabulce 10.1*:

Plošné upínací pouzdro s boční unášecí plochou (Weldonovo sklíčidlo)
podle DIN 1835 B a DIN 6535 HB



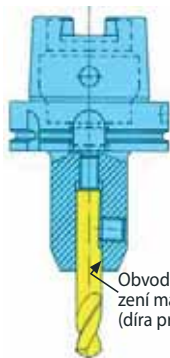
Charakteristika:

- Přesnost obvodové házivosti: **0,010 mm** (celý systém)

Použití:

- Upínání nástrojů s boční unášecí plochou
- Univerzální sklíčidla pro vrtání a frézování (nahrubo i načisto)

Plošné upínací pouzdro s vhodnou upínací plochou (sklíčidlo Whistle-Notch)
podle DIN 1835 B a DIN 6535 HB



Charakteristika:

- Přesnost házivosti: **0,010 mm** (celý systém)

Použití:

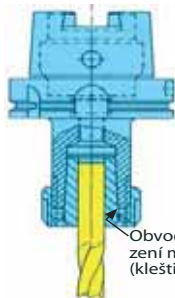
- Upínání nástrojů s válcovou stopkou a vhodnou upínací plochou (2°)
- Univerzální sklíčidla pro frézování (nahrubo i načisto) a především pro vrtání, protože lze korigovat ztrátu délky způsobenou broušením čelní strany vrtáku pomocí axiálního délkového nastavení v upínací

Tabulka 10.1 Plošná upínací pouzdra podle DIN 6359

2.2 Upínací pouzdra pro kleštiny

Kleštinová upínací pouzdra jsou nejrozšířenějšími upínacími systémy pro hladké válcové stopky. Je možné je popsat následujícím způsobem (tabulka 10.2):

Upínací pouzdra pro kleštiny (kleštiny OZ) podle DIN 6388-A



Obvodové házení max. 0,003 (kleština)

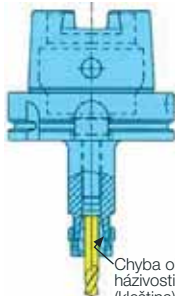
Charakteristika:

- Přesnost obvodové házivosti: **0,025 mm** (celý systém)

Použití:

- Upínání nástrojů s válcovou stopkou do kleštin podle DIN 6388
- Univerzální sklíčidla pro frézování (nahrubo i načisto) a vrtání

Upínací pouzdra pro kleštiny (kleštiny ER) podle DIN 6499-A



Chyba obvodové házivosti max. 0,003 (kleština)

Charakteristika:

- Přesnost obvodové házivosti: **0,015 mm** (celý systém)

Použití:

- Upínání nástrojů s válcovou stopkou do kleštin podle DIN 6499
- Univerzální sklíčidla pro frézování (nahrubo i načisto) a vrtání

Tabulka 10.2 Upínací pouzdra pro kleštiny podle DIN 6388 a DIN 6499

2.4 Vysoce přesná upínací pouzdra (HG)

Jako alternativu k hydraulickým upínacím pouzdrům je možné používat pro vysoce přesné upnutí nástrojů s válcovou stopkou především při vysokorychlostním obrábění sklíčidla HG (viz. *tabulka 10.4*).

Vysoce přesná upínací pouzdra (HG)



Charakteristika:

- Přesnost obvodové házivosti: **< 0,004 mm**
- Max. počet otáček: **40 000 ot./min**
- Kleštiny povlakované TiN (nepodléhající opotřebení)
- Průměr upnutí 3 až 20 mm

Použití:

- Vysoce přesné upnutí nástrojů s válcovou stopkou a válcových stopek s boční unášecí plochou
- Vhodné pro vysokorychlostní obrábění

Tabulka 10.4 Vysoce přesná upínací pouzdra (HG)



2.5 Tepelné upínače

Vlastnosti tepelných upínačů a možnosti jejich použití jsou uvedeny v *tabulce 10.5*.

Tepelné upínače podle DIN 69871



Charakteristika:

- Přesnost obvodové házivosti: $\leq 0,003 \text{ mm}$
- Max. počet otáček: **40 000 ot./min**
- Vhodnost pro vysoké otáčky
- Průměr upnutí dimenzován pro toleranci stopky h_0
- Absolutně bezpečný třecí přenos síly
- Přenášený kroutící moment 2 až 4krát vyšší než u hydraulických a kleštinových upínacích pouzder
- Malý vliv na stav vyvážení díky rotačně symetrickému tělesu

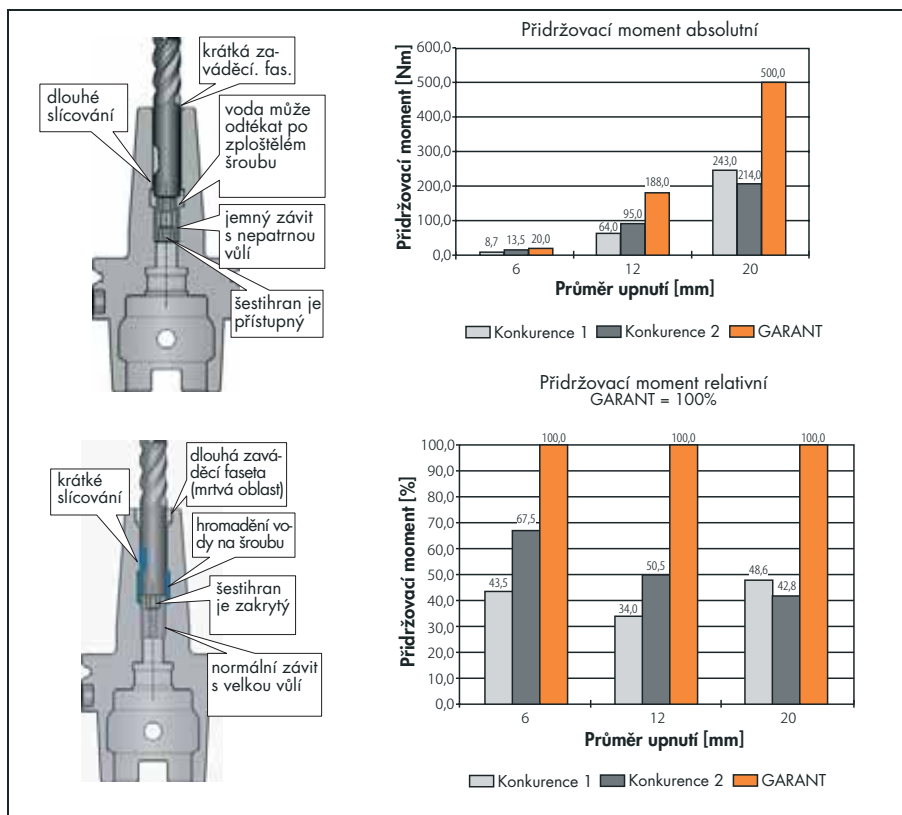
Použití:

- Optimální pro vysokorychlostní obrábění obzvláště při malých průměrech nástrojů
- K upínání fréz a vrtáků s válcovou stopkou

Tabulka 10.5 Tepelné upínače

Tepelné upínače GARANT se vyznačují následujícími výhodami:

- Maximální přídržná síla díky extrémnímu tlaku na stopku
Maximální záběrová síla a kroutící moment, bezpečné upnutí i při nepříznivých tolerancích stopky nástroje, optimální procesová bezpečnost
- Optimální opření frézy
Krátká zaváděcí faseta - upnutí až po hrot, žádná mrtvá oblast, dlouhé přilícování a tedy podepření stopky po celé délce, extrémní tuhost, dlouhá životnost nástroje, žádná deformace frézy v upínací (viz. *obr. 10.4*)
- Patentovaný bezpečnostní stavěcí šroub (viz. *obr. 10.4*)
Žádné nebezpečné vytváření par při smršťování díky odtoku vody beze zbytku, přesné délkové nastavení pomocí jemného závitu (bez vůle), oboustranné délkové nastavení pomocí šestihranu na každém konci, jednoduché vyjmutí nástroje v případě lomu (šestihran je stále přístupný)
- Zajištění dlouhé životnosti upínacích pouzder
Použití tepelně odolné speciální oceli (testováno na více než 1000 smršťovacích cyklech), žádné rozšiřování upínacího otvoru následkem deformace kvůli vysoké upínací síle a krátké zaváděcí fasetě (viz *obr. 10.4*), tvarová stálost díky použití speciálního procesu kalení
- Vyváženo na G 2,5 při 18 000 ot./min (výjimka: HSK32, 40 a 50 vyváženo na G 6,3 při 24 000 ot./min), možnost jemného vyvážení pomocí závitového otvoru
Flexibilní standardní přizpůsobení délky (není tedy třeba používat speciální provedení), optimální šířhlá konstrukce upínacích pouzder



Obr. 10.4 Tepelné upínače GARANT ve srovnání s konkurencí



Upínací pouzdra jsou vhodná pro kontaktní, horkovzdušná a indukční smršťovací zařízení (viz. obr. 10.5). Indukční smršťovací zařízení POWER-CLAMP se hodí ke smršťování nástrojů z HSS o průměru od 6 do 32 mm a nástrojů z tvrdokovu o průměru od 3 do 32 mm. Díky jednoduchému adaptérovému systému je možné používat všechny velikosti kuželů. Doba smršťování je kratší než 10 s a doba chlazení chladicí jednotkou cca 30 s.

Obr. 10.5 Indukční smršťovací zařízení POWER-CLAMP



Níže jsou popsány tepelné upínače v extrémně štíhlém a dlouhém provedení (viz. obr. 10.6).



Provedení:

- Extrémně štíhlá konstrukce
- Neházivost < 3 μm
- Žádné rušivé hrany
- Optimální tuhost
- Vhodnost pro vysoké otáčky

Použití povlaků:

- Obzvlášť vhodné při výrobě nástrojů a forem
- Vhodné pro nástroje z tvrdokovu

Použití:

K upínání fréz a vrtáků s válcovou stopkou v toleranci h_6

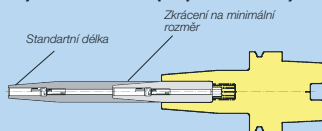
Obr. 10.6 Tepelné upínače KELCH - extrémně štíhlé, dlouhé provedení



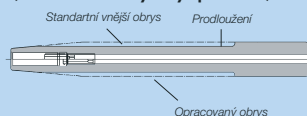
Prodlení tepelně smrštivých upínačů

Informace

Rychlé individuální přizpůsobení délky



Dodatečná změna vnějšího obrysu (= rozměrově stálý díky spec. oceli)

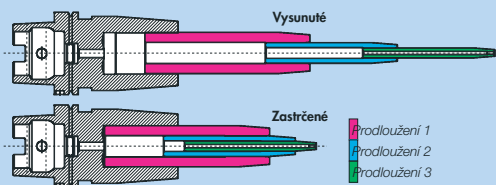


Prodlení tepelně smrštivých upínačů – teleskopické provedení (viz č. 302405)

Informace

Výhoda:

- každá délka nástroje možná (programovatelný rozměr)
- individuální možnost zkrácení
- prodlení jsou bez dorazu a provrtaná (nástroje mohou být dle potřeby zastrčeny)



2.6 Meze využití upínacích pouzder

2.6.1 Srovnání upínacích pouzder

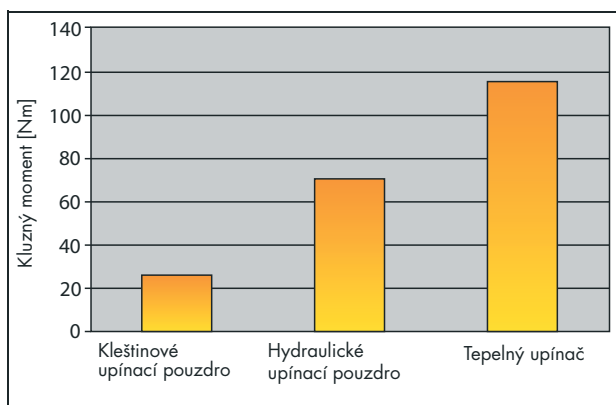
Jakost používaných míst řezu a upínacích pouzder má rozhodující význam především při používání vysokorychlostní technologie. Níže jsou porovnávána následující upínací pouzdra z hlediska svých vlastností:

- kleštinová upínací pouzdra
- hydraulická upínací pouzdra
- tepelné upínače

Přehled vztahů mezi dosažitelnou životností nástrojů a přesností házivosti jednotlivých upínačů můžete nalézt v kapitole 2, odstavec 10.1 na příkladu vrtání.

Kluzný moment

Všechny výše uvedené upínací systémy mají společné to, že se u nich kroučící moment přenáší třecím stykem. Proto je velikost přenášeného momentu kvalitativní charakteristikou sklíčidel (viz. *obr. 10.7*). Je vidět, že největší přenos kroučícího momentu je možný u **tepelných upínačů**. Přitom jsou **statické** kluzné momenty nad 100 Nm (pro průměr nástroje 10 mm) dostačující pro normální obráběcí práce. Problematické je použití kleštinových upínacích pouzder u nástrojů s malou stopkou. Zde dochází při kroučících momentech mezi 15 a 25 Nm (sklíčidlo upnuté s momentem dotažení 50 Nm) k prokluzování. Poměr upínacích pouzder při **dynamickém** zatížení je i při vysokých otáčkách (do 30 000 ot./min) maximálně o 10 až 15% menší než při statickém zatížení.



Obr. 10.7
Statický kluzný moment
u upínacích pouzder



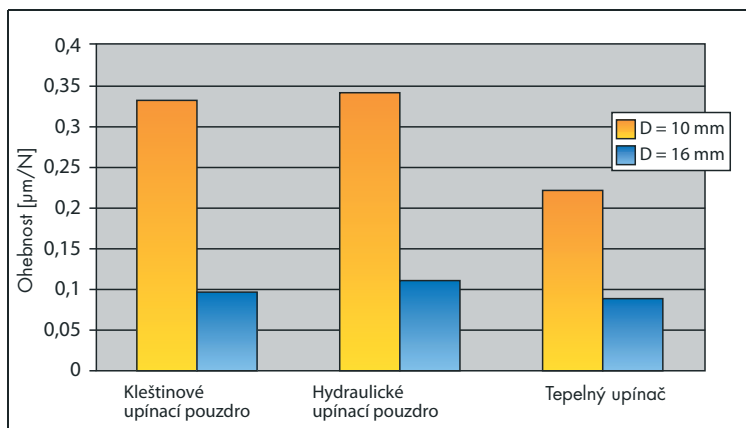
Radiální ohebné chování

Obr. 10.8 znázorňuje celkovou ohebnost různých upínacích pouzder při průměru upínací stopky nástroje 10 a 16 mm.

Podstatný podíl na celkovém chování mají upínací pouzdra. Kleštinová a hydraulická upínací pouzdra mají přibližně stejnou celkovou ohebnost. Tepelné upínače vykazují nejlepší výsledky, protože jejich ohebnost je cca okolo 20 až 30% ohebnosti ostatních typů.

Kromě toho se ukazuje, že kleštinová upínací pouzdra a hydraulická upínací pouzdra dosahují při průměru stopky 10 mm srovnatelné ohebnosti a jsou tedy v tomto ohledu rovnocenná. Jestliže se však změní průměr upnutí hydraulického upínacího pouzdra pomocí redukční objímky, zhorší se výrazně tuhost.

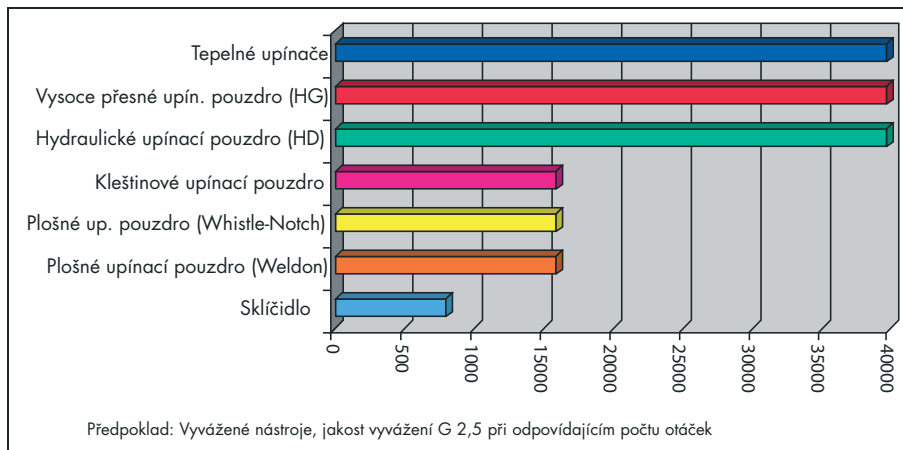
Porovnání průměrů upnutí 10 a 16 mm ukazuje, že při jinak analogických podmínkách jsou ohebnosti při menším průměru zhruba třikrát tak velké jako u větších průměrů. Z toho plyne, že princip upínání má význam především u nástrojů s menším průměrem.



Obr. 10.8 Statická ohebnost různých upínacích pouzder

2.6.2 Mezní otáčky upínacích pouzder

Na obr. 10.9 jsou vzájemně porovnány dosažitelné mezní otáčky různých upínacích pouzder. Je vidět, že především při vysokorychlostním obrábění je třeba dávat přednost používání tepelných upínačů, resp. vysoce přesných a hydraulických upínacích pouzder, protože mohou pracovat v rozsahu vysokých otáček.



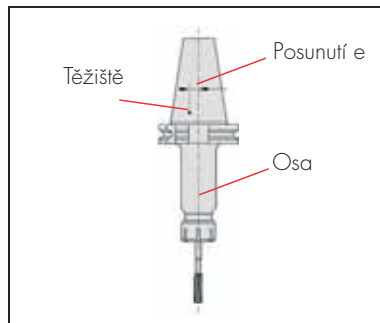
Obr. 10.9 Mezní otáčky



3 Vyvážení upínačů pro nástroje

Nevyváženosti vznikají, když těžiště rotoru leží mimo osu jeho otáčení (viz. *obr. 10.10*, Posunutí e). Mohou mít různé příčiny jako např.:

- Nesymetrická konstrukce rotoru (podávací žlábek podle DIN 69871 nebo utahovací šroub u Weldonových plošných upínacích pouzder)
- Nesymetrické rozložení hmoty kvůli obvodovému házení
- Chyba souososti při montáži rotoru z více částí (modulární místa řezu, např. vřeteno frézy či upínač pro nástroj).
- Obvodové házení v uložení rotoru (např. uložení vřetena)



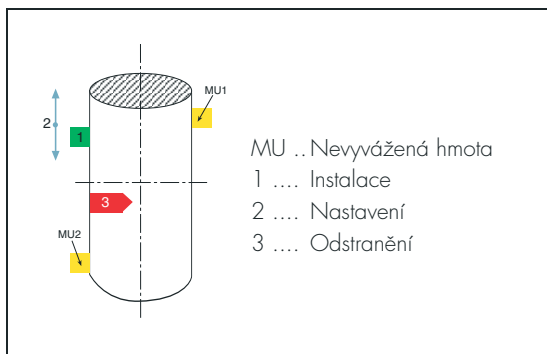
Obr. 10.10 Nevýváženost

Následky nevyváženosti jsou

- odstředivé síly, které zatěžují uložení vřetena (možnost zničení vřetena),
- vibrace, které mohou zhoršit jakost povrchu obrobenku nebo
- nižší přesnost výroby či
- podstatné zkrácení životnosti nástrojů.

Pro je nutné **vyvažování**. Při vyvažování se opět vyrovnává nesymetrické rozložení hmoty rotoru. To se dá provést následujícími způsoby:

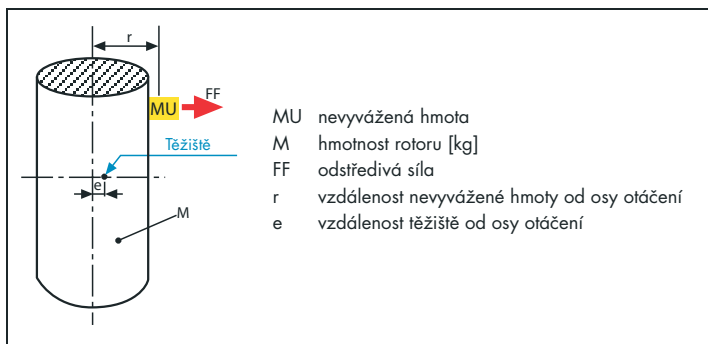
- instalace závaží
- posunutí závaží
- odstranění závaží



Obr. 10.11 Možnosti vyvážení

3.1 Vybázení statické nevyváženosti

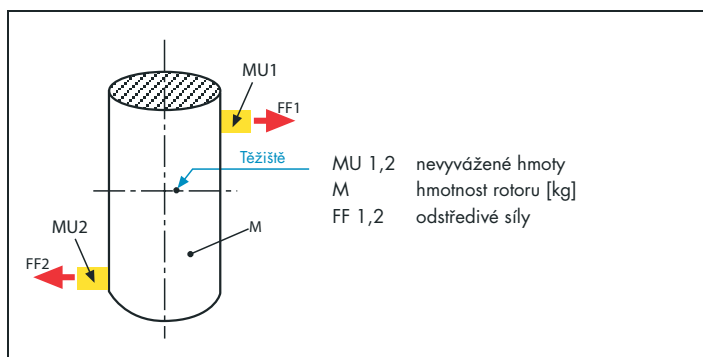
Statická nevyváženost se dá měřit i při zastaveném rotoru. Při rotaci vyvolává odstředivou sílu kolmou k ose otáčení. Je nutné vybázení v jedné rovině. Poloha rovin vybázení je přitom libovolná (viz. obr. 10.12)



Obr. 10.12
Statická
nevyváženost

3.2 Vybázení dynamické nevyváženosti

Kombinace statické a momentové nevyváženosti způsobuje při rotaci kymácivý pohyb (odstředivé síly šikmé k ose otáčení). V takovém případě je nutné vybázení ve dvou rovinách. Přitom musí být roviny vybázení pokud možno co nejdál od sebe.



Obr. 10.13 Dynamická nevyváženost



3.3 Jakost vyvážení a zbytková nevyváženost

Přesnost vyvážení se udává pomocí **jakosti vyvážení** G . Platí **pouze pro určité provozní otáčky** rotoru. Z jakosti vyvážení, provozních otáček a hmotnosti rotoru se vypočítává přípustná **zbytková nevyváženost** U_{zul} . Platí následující vztahy:

$$U_{zul} = \frac{G \cdot M}{n} \cdot 9549$$

U_{zul}	přípustná zbytková nevyváženost rotoru [gmm]	
G	jakost vyvážení	(rov. 10.1)
M	hmotnost rotoru [kg]	
n	provozní otáčky rotoru [ot./min]	
9549	přepočítací koeficient	

Pro znázornění hodnoty přípustné zbytkové nevyváženosti je výhodné přepočítat nevyváženost na **excentricitu** e (rov. 10.2).

$$e_{zul} = \frac{U_{zul}}{M}$$

e_{zul}	přípustná excentricita [μm]	
U_{zul}	přípustná zbytková nevyváženost [gmm]	(rov. 10.2)
M	hmotnost rotoru [kg]	

Příklad výpočtu dosažitelné přesnosti:

Fréza je upnuta v kleštině (celková hmotnost 0,8 kg). Nástroj se má používat při otáčkách 15.000 ot./min. Výrobce vřetena vyžaduje jakost vyvážení G 2,5.

Přípustná nevyváženost:
$$U_{zul} = \frac{G \cdot M}{n} \cdot 9549 = \frac{2,5 \cdot 0,8}{15000} \cdot 9549 = \mathbf{1,3 \text{ gmm}}$$

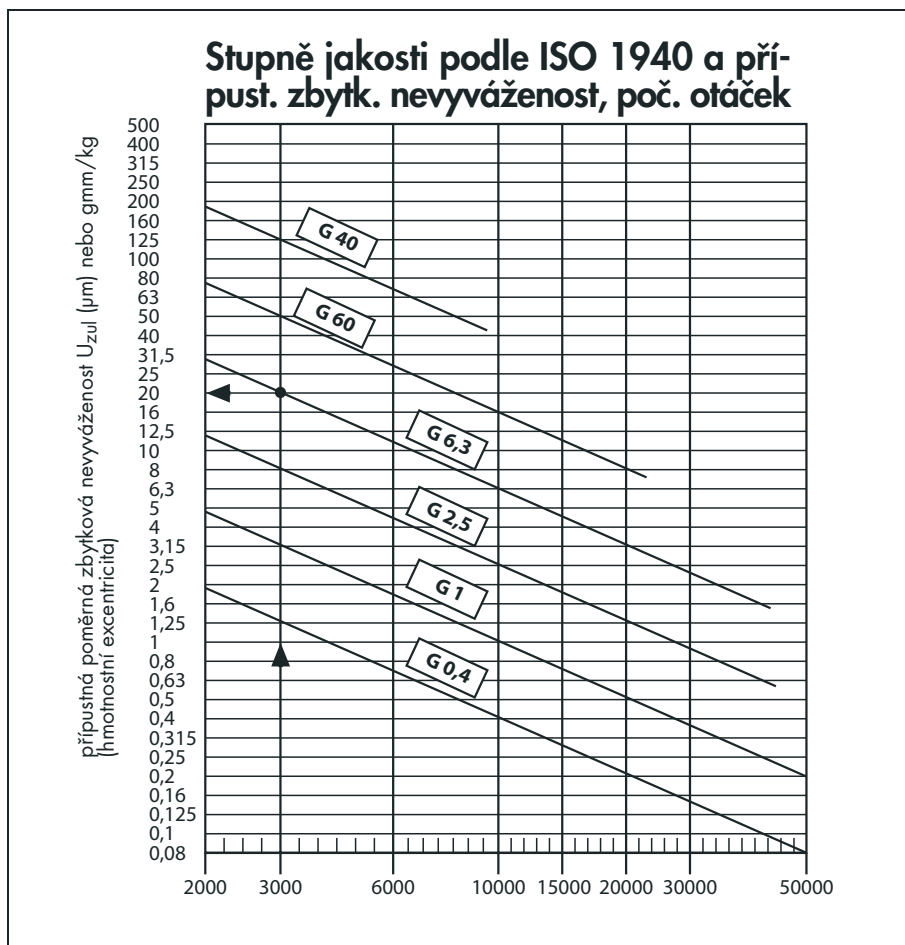
Přípustná excentricita:
$$e_{zul} = \frac{U_{zul}}{M} = \frac{1,3 \cdot \text{gmm}}{0,8 \cdot \text{kg}} = \mathbf{1,6 \mu\text{m}}$$

Těžiště upínače tedy smí být posunuto maximálně o 1,6 μm vzhledem k ose otáčení. Při vyvažování se za osu otáčení považuje osa strmému kuželu, resp. upínače HSK.

Pamatujte si, že i nová vřetena vykazují obvodové házení až 3 μm , což odpovídá excentricitě $e = 1,5 \mu\text{m}$. Jako **shrnutí** platí:

V praxi není znázornitelná přípustná zbytková nevyváženost **méně než 1 gmm**.

Obr. 10.14 znázorňuje přípustnou zbytkovou nevyváženost v závislosti na stupních jakosti a otáčkách podle normy DIN ISO 1940.

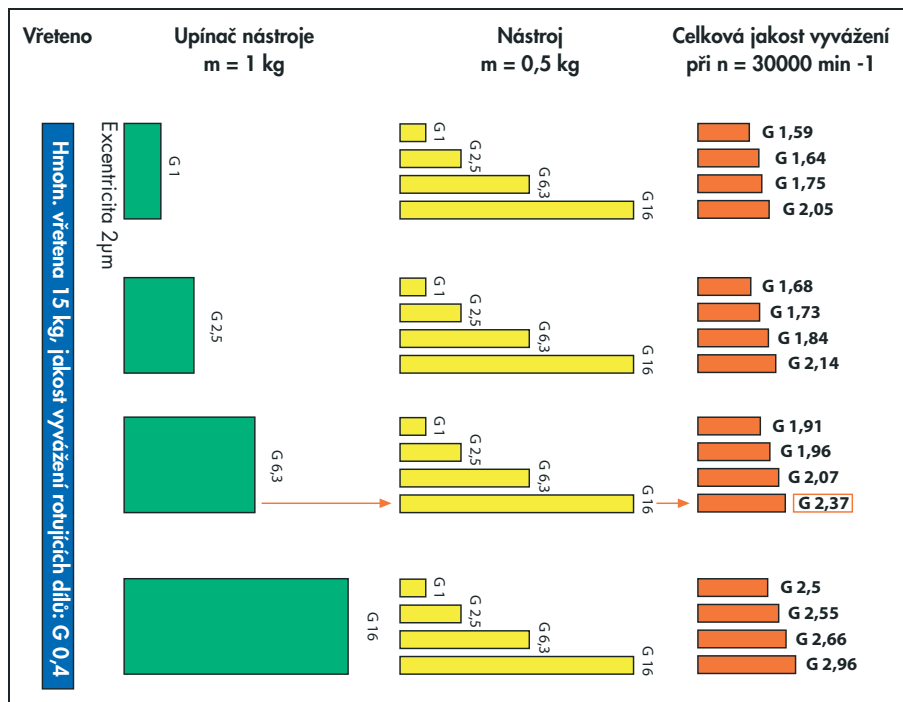


Obr. 10.14 Přípustná zbytková nevyváženost a provozní otáčky v závislosti na stupních jakosti podle DIN ISO 1940



Při vysokých otáčkách je důležitá nejen dostačující **jakost vyvážení** samotného základního držáku, ale i celého nástrojového systému. I když jsou jednotlivé části modulárního nástrojového systému samy o sobě vyvážené, může být sestavený systém v důsledku montážních tolerancí nevyvážený.

Na *obr. 10.15* jsou znázorněny příklady celkové jakosti vyvážení smontovaných systémů. Je vidět, že při použití upínacího pouzdra s G 6,3 a frézy s G 16 při počtu otáček 30 000 ot./min je dosaženo celkové vyvážení G 2,37.



Obr. 10.15 Příklady celkové jakosti vyvážení smontovaných systémů

Dnešní systémy nástrojů a vřeten, především pro **vysokorychlostní obrábění**, narážejí na hranice vyváženosti podle jakostních stupňů stanovených normou DIN ISO 1940. Např. při počtu otáček $n = 10\,000$ ot./min činí přípustná zbytková nevyváženost pro jakostní stupeň G 1 $U_{zul} = 1$ gmm (viz. obr. 10.4). To odpovídá přípustné excentricitě $e_{zul} = 1\ \mu\text{m}$. Při zdvojnásobení počtu otáček na $20\,000$ ot./min se tato hodnota vydělí dvěma na $0,5$ gmm, resp. $0,5\ \mu\text{m}$. Protože se tyto hodnoty, jak již bylo zmíněno, nedají na běžných zařízeních opakovatelně měřit a vyvažovat, byla na základě termínů definovaných v DIN ISO 1940 vypracována a publikována směrnice VDMA o požadavcích na vyvážení rychle rotujících obráběcích systémů.

Jako jednotný stupeň jakosti vyvážení se doporučuje **G 16**, což představuje kompromis mezi nezbytnou ochranou vřetena a smysluplným vyvážením z hlediska technických a ekonomických aspektů. Odtud plynoucí přípustné excentricity e_{zul} , které leží nad tolerancí nástrojových systémů, jsou uvedeny v tabulce 10.6.

	Frekvence otáčení [ot./min]					
	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	40.000
	Přípustné excentricity [μm], resp. specifická zbytková nevyváženost [gmm/kg]					
G 2,5	2,5	1,7	1,25	1	0,9	0,65
G 6,3	6,3	4,3	3,2	2,6	2,1	1,6
G 16	16	11	8	6,5	5,5	4
G 40	40	27	20	16	13	10

Tabulka 10.6 Přípustné excentricity, resp. specifické zbytkové nevyváženosti pro rychle rotující nástrojové systémy podle směrnice VDMA


Tool Dynamic splní vaše požadavky

- Nejvyšší přesnost měření
- Jednoduchá obsluha
- Vynikající poměr ceny a výkonu

**Vyvažovací stroj Tool Dynamic
a uživatelský software
jednoduše nás oslovte!**



Typ „Komfort-Plus“

Obr. 10.16 Vyvažovací stroj Tool Dynamic

Technické údaje vyvažovacího stroje Tool Dynamic:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| • Měření v 1 a ve 2 rovinách | |
| • Max. délka nástroje | 400 mm |
| • Max. průměr nástroje | 350 mm |
| • Max. hmotnost nástroje | 30 kg |
| • Otáčky vřetene | 900 - 1100 min ⁻¹ |
| • Minimální měřitelná nevyváženost | 0,5 gmm |
| • Napájení | 230 V, 50–60 Hz |
| • Příkon | 0,4 kW |
| • Tlak vzduchu | 6 bar |

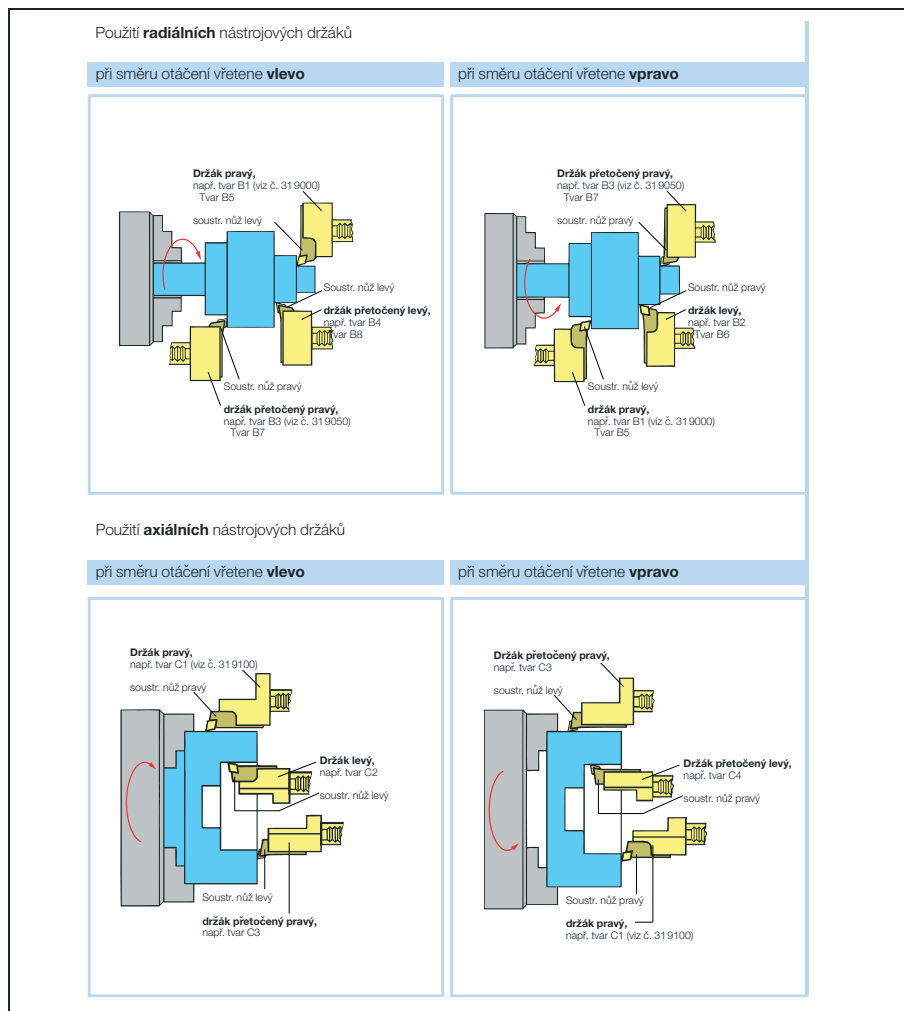
Základní vybavení vyvažovacího stroje:

- Vyvažovací stroj s PC a softwarem pro vyvážení
 - Integrovaná noha
 - Optická pomůcka pro našroubování
 - Adaptér (dle výběru SK 40, SK 50 nebo HSK)
- další přídatné vybavení se dodává na přání

4 Držáky nástrojů VDI

Upínáče pro nástroje jsou normovány podle DIN 69880 / VDI 3425.

Obr. 10.17 znázorňuje jednotlivé axiální a radiální držáky nástrojů v závislosti na směru otáčení použitého vřetena.



Obr. 10.17 Použití axiálních a radiálních držáků nástrojů



5 Poháněné nástroje

5.1 Poháněné nástroje s monoblokovou konstrukcí pro soustružnická centra

5.1.1 Označení a provedení hlav nástrojů

Níže jsou popsána různá provedení poháněných nástrojů (viz. *obr. 10.18*).



Obr. 10.18 Poháněné nástroje - příklady speciálních provedení

Při označování hlav nástrojů se vychází z nástroje, nikoli ze způsobu obrábění, tzn. rozlišujeme (viz. *obr. 10.19*):

- Axiální hlava

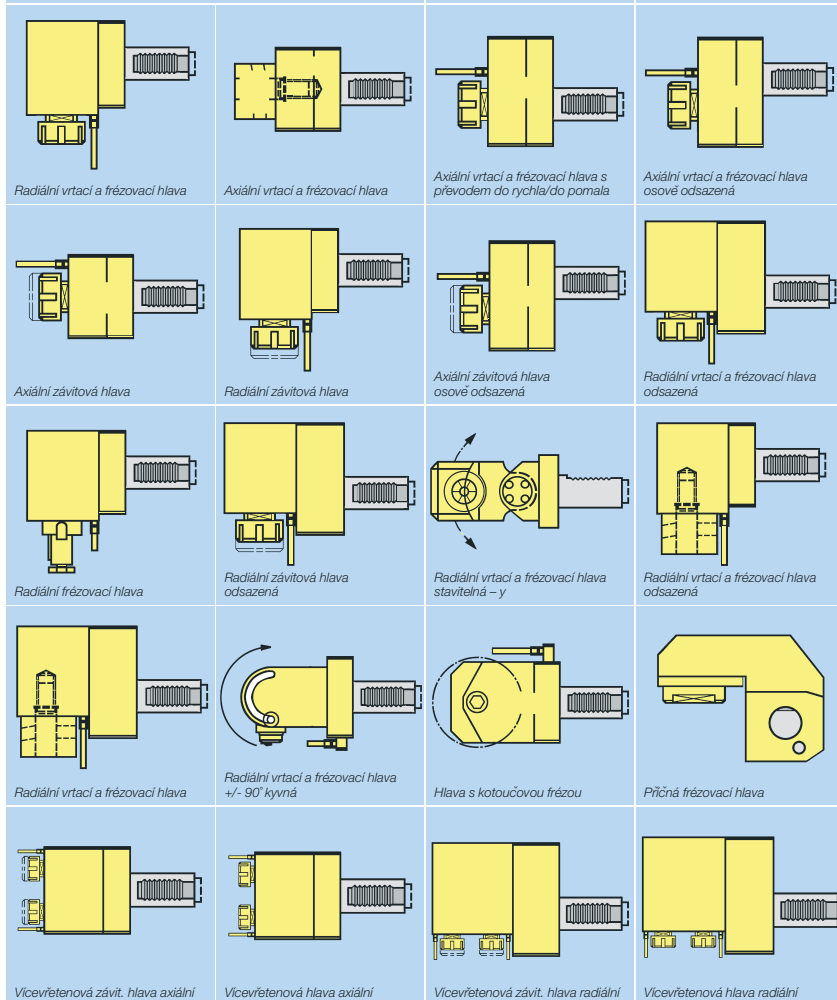
Upínač pro nástroj se nachází v prodloužení stopky nebo je vůči ní posunut rovnoběžně s osou.

- Úhlová nebo radiální hlava

Upínač pro nástroj je umístěn šikmo vůči stopce.

**Vyžádejte si
jednoduše další informační materiál
nebo poradenství!**

**K dispozici jsou tyto přesné
nástroje:**



Obr. 10.19 Poháněné nástroje - příklady

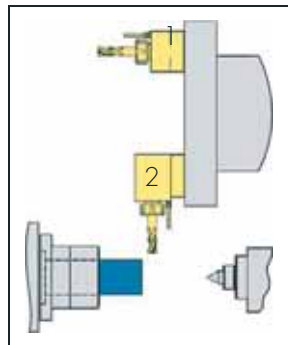


5.1.2 Možnosti použití na revolverové hlavě

5.1.2.1 Kotoučová revolverová hlava

Obr. 10.20

Použití poháněných nástrojů na soustružnických centrech s kotoučovou revolverovou hlavou

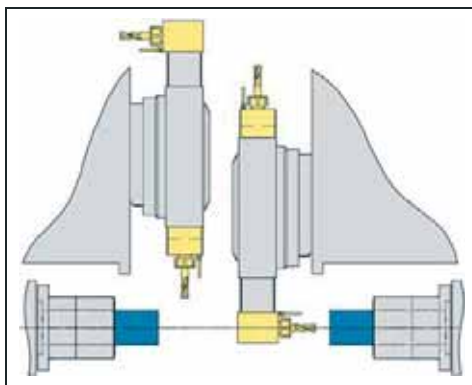


Na obr. 10.20 je principiálně znázorněno použití poháněných nástrojů na kotoučové revolverové hlavě. Nástroje jsou přitom usazeny na čelní straně revolverové hlavy. Axiální hlavy pracují v axiálním směru (hlava nástroje 1) a úhlové hlavy v radiálním směru (hlava nástroje 2). Přitom je u úhlových hlav nutné dávat pozor na oběžnou dráhu.

5.1.2.2 Svislá revolverová hlava

U svislé revolverové hlavy jsou nástroje umístěny po obvodu hlavy (viz. obr. 10.21). Zde je důležitá poloha revolverové hlavy vůči vřetenу:

- Revolverová hlava **kolmá** k vřetenу: axiální hlava = radiální obrábění
úhlová hlava = axiální obrábění
- Revolverová hlava **rovnoběžná** s vřetenem: axiální hlava = axiální obrábění
úhlová hlava = radiální obrábění



Obr. 10.21 Použití poháněných nástrojů na soustružnických centrech se svislou revolverovou hlavou

Stroje se svislou revolverovou hlavou mají často vřeteno na zadní straně. Lze tedy používat pravé i levé nástroje a přesazovat nástroje o 180°.

- **Pravý nástroj:**

Nástroj je otočený stopkou od tělesa. Ozubení je nahoře. Při pohledu shora na nástroj se břit nachází vpravo.

- **Levý nástroj**

Nástroj a stopka jsou uspořádány analogicky. Břit je ovšem otočený doleva.

5.1.3 Výhody a nevýhody různých pohonů

Stopka DIN a pohon pomocí stopky

- Snadné upnutí → proto krátké doby na přípravu,
- Náročnější seřízení u neaxiálních hlav,
- Omezené dimenzování uložení atd.,
- Nástroje mají při těžkém obrábění sklon se nadzdvíhat,
- Žčásti vzájemná zaměnitelnost na různých strojích různých výrobců

Stopka DIN a externí pohon

- Snadné upnutí → proto krátké doby na přípravu,
- Většinou bez seřizování, protože externí pohon slouží jako přídavné polohování,
- Možnost silnějšího pohonu,
- Vyšší náklady, protože je často zapotřebí převodový stupeň (např. axiální hlavy),
- Nadzvedávání hlav při těžkém obrábění,
- Žádná vzájemná zaměnitelnost na strojích různých výrobců

Kulatá stopka a našroubování

- Vysoká stabilita,
- Žádné nadzvedávání při těžkém obrábění,
- Žádné oslabení stopky ozubením,
- Snadné přestavování (pravé a levé nástroje),
- Vysoký přenos momentu díky větším stopkám,
- Vysoce náročná příprava kvůli zdlouhavému šroubování,
- Hlavy nejsou vzájemně zaměnitelné na strojích různých výrobců



5.2 Poháněné nástroje pro obráběcí centra

Analogicky k hlavám nástrojů pro použití na soustruzích je možné používat poháněné nástroje pro minimalizaci nákladů zvýšením flexibility při využívání strojní techniky, kompletním obráběním komplikovaných obrobků a racionalizací pracovních procesů též na obráběcích centrech. Na následujícím obr. 10.23 je znázorněn přehled dostupných hlav nástrojů s vnitřním a vnějším přívodem chladicí kapaliny pro použití na obráběcích centrech.



Obr. 10.22 Otočná hlava

Poháněné nástroje s externím a interním přívodem chladicí kapaliny – pro obráběcí centra

Optimalizujte Vaše procesy...

Použitím přesných nástrojů dosáhnete snížení nákladů díky pružnosti při používání Vašich strojů, komplexním obráběním komplikovaných součástí a racionalizací dosažených pracovních procesů.

Vyžádejte si jednoduše další informační materiál nebo poradenství!

K dispozici jsou tyto přesné nástroje:

Informace

Úhlová vrtací a frézovací hlava otočná o 360° pro obráběcí centrum

Výkonná hlava s 90° kývně 360° otočná

Úhlová frézovací hlava pro obráběcí centrum	Úhlová vrtací a frézovací hlava
Úhlová vrtací a frézovací hlava	Úhlová vrtací a frézovací hlava
Úhlová vrtací a frézovací hlava	Úhlová vrtací a frézovací hlava
Úhlová vrtací a frézovací hlava	Úhlová vrtací a frézovací hlava
Úhlová vrtací a frézovací hlava	Úhlová vrtací a frézovací hlava

Obr. 10.23 Dostupné poháněné nástroje pro použití na obráběcích centrech

Nástrojové stopky DIN 228 a DIN 2080 (hlavní rozměry)																		
<div> <div> </div></div>																		

Tabulka 10.7 Normy



Obsah



Seznam vzorců	621
Rychlost, posuv	621
Časový objem třísek	621
Parametry povrchu	621
Síla, výkon a kroutící moment při třískovém obrábění	622
Vrtání, zahlubování, vystružování	622
Závitování	623
Řezání	623
Frézování	624
Soustružení	625
Čas obrábění	626
Vrtání, zahlubování, vystružování	626
Závitování	626
Řezání	626
Frézování	627
Soustružení	627
ISO uložení v soustavě jednotného hřídele	628
ISO uložení v soustavě jednotné díry	629
Doplněk k ISO uložení v soustavě jednotné díry	630
Jednotky SI, mezinárodní měrné jednotky	631
Nejdůležitější jednotky SI	631
Nejdůležitější předpony	631
Energie / práce	631
Nejdůležitější přepočty na jednotky SI	631
Přepočty mechanických napětí	631
Konverzní tabulky - coul/milimetr	631
Konverzní tabulky - měrné jednotky	632
Kilopondmetr - newtonmetr	632
Foot Pound - newtonmetr	632
Coul - milimetr	633
Milimetr - coul	632
Srovnávací tabulka tvrdosti a pevnosti v tahu	633
Rejstřík	634

Seznam vzorců

Rychlost, posuv		
Počet otáček	$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D \cdot \pi}$	D průměr f posuv f_z posuv na zub n počet otáček v_c řezná rychlost v_f rychlost posuvu z počet zubů π 3,14159...
Řezná rychlost	$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$	
Posuv na zub	$f_z = \frac{f}{z} = \frac{v_f}{z \cdot n}$	
Posuv na otáčku	$f = f_z \cdot z$	
Rychlost posuvu	$v_f = f_z \cdot z \cdot n$	
Časový objem třísek		
Časový objem třísek	$Q = A \cdot v_c = a_e \cdot a_p \cdot v_f$	A průřez třísky F_c řezná síla Q časový objem třísek Q_c specif. čas. objem třísek a_e šířka záběru a_p hloubka řezu v_c řezná rychlost v_f rychlost posuvu k_c specif. řezné síly
Specifický Časový objem třísek	$Q_c = \frac{Q}{P_c} = \frac{A \cdot v_c}{F_c \cdot v_c} = \frac{1}{k_c}$	
Parametry povrchu		
Průměrná hloubka drsnosti	$R_z = \frac{1}{n}(Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n)$	R_a střední hodnota drsnosti R_t teoretická hloubka drsnosti R_z průměrná hloubka drsnosti f posuv r_ϵ poloměr zaoblení
Teoretická hloubka drsnosti	$R_t = \frac{f^2}{8 \cdot r_\epsilon}$	
Střední hodnota drsnosti	$R_a = \frac{1}{l} \cdot \int_0^l y(x) dx$	



Síla, výkon a krouticí moment při třískovém obrábění

Vrtání, zahlubování, vystružování	$A = b \cdot h = a_p \cdot f_z$ $b = \frac{a_p}{\sin \frac{\sigma}{2}} \quad h = \frac{f}{z} \cdot \sin \frac{\sigma}{2}$	A průřez třísky D průměr vnější F_c řezná síla F_{cz} řezná síla na zub M_d krouticí moment
	$F_c = A \cdot k_c = b \cdot h \cdot k_c$ $k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$	P_a hnací výkon P_c řezný výkon a_p hloubka řezu b šířka třísky d průměr vnitřní
	Vrtání do plného materiálu: $F_{cz} = \frac{D}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_B$	d_{1max} max. vnější průměr d_2 vnitřní průměr f posuv f_z posuv na zub
	Vyvtřívání: $F_{cz} = \frac{(D-d)}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_B$	f_B faktor metody pro vrtání f_{Se} faktor metody zahlubování
	Zahlubování: $F_{cz} = \frac{(d_{1max}-d_2)}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_{Se}$	h tloušťka třísky k_c specif. řezná síla $k_{c1.1}$ specif. řezná síla při $A = 1 \text{ mm}^2$
	$P_a = \frac{P_c}{\eta} \quad P_c = \frac{M_d \cdot n}{9554}$	m růst tangenty v_c řezná rychlost
	Vrtání do plného materiálu: $P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c}{60\,000}$	z počet zubů σ vrcholový úhel
	Vyvtřívání, vyhrubování: $P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)}{60\,000}$	η účinnost
	Vrtání do plného materiálu: $M_d = \frac{F_{cz} \cdot z \cdot \frac{D}{4}}{1000}$	
	Vyvtřívání, vyhrubování: $M_d = \frac{F_{cz} \cdot z \cdot (D+d)}{4000}$	

Síla, výkon a krouticí moment při třískovém obrábění

Řezání vnitřních závitů	$A \approx 0,4 \cdot P$	A průřez třísky D_2 střední průměr závitu
	$F_c = \frac{1}{Z} \cdot A \cdot k_c \cdot f_{Gs} \cdot K_{Ver}$ $k_c = \frac{k_{c1,1}}{h^m}$	F_c řezná síla M_c řezný moment K_{Ver} korekční faktor opotřebení
	$P_a = \frac{P_c}{\eta} \quad P_c = \frac{M_c \cdot n}{9554}$	P stoupání P_a hnací výkon P_c řezný výkon f_{Gs} faktor metody závitu
	$M_c = F_c \cdot z \cdot \frac{D_2}{2}$	h tloušťka třísky k_c specif. řezné síly $k_{c1,1}$ specif. řezná síla při $A = 1 \text{ mm}^2$ m růst tangenty n počet otáček z počet zubů η účinnost
Řezání	$b = q_p \quad h = f_z$	A_s specif. plocha řezu D průměr pilového listu
	Kotoučové pily: $f_z = \frac{A_s \cdot D \cdot \pi}{l \cdot v_c \cdot z \cdot 1000}$	F_c řezná síla M_d krouticí moment K_{Ver} korekční faktor opotřebení
	Řezání pásovou pilou: $f_z = \frac{A_s \cdot T}{l \cdot v_c \cdot 1000}$	P_a hnací výkon P_c řezný výkon T rozteč zubů q_p hloubka řezu b šířka třísky f_{Sa} faktor metody řezání pilou
	$F_{cz} = q_p \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_{Sa} \cdot K_{Ver}$ $k_c = \frac{k_{c1,1}}{h^m}$	f_z posuv na zub h tloušťka třísky k_c specif. řezné síly $k_{c1,1}$ specif. řezná síla při $A = 1 \text{ mm}^2$
	$P_a = \frac{P_c}{\eta} \quad P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60\,000} \cdot z_{IE}$	l délka řezu m růst tangenty n počet otáček v_c řezná rychlost z počet zubů
	$M_d = \frac{9554 \cdot P_c}{n}$	z_{IE} počet zubů v záběru π 3,14159... η účinnost


Síla, výkon a krouticí moment při třískovém obrábění

Frézy	$A = b \cdot h_m = a_p \cdot f$ <p>Čelní frézování:</p> $b = \frac{a_p}{\sin \kappa_r}$ $h_m = \frac{114,6^\circ}{\varphi_s^\circ} \cdot f_z \cdot \sin \kappa_r \cdot \frac{a_e}{D}$ <p>Obvodové frézování:</p> $b = a_e$	A průřez třísky D průměr nástroje D_a průměr spirály F_{cmz} průměrná (střední) řezná síla na břit M_d krouticí moment P_a hnací výkon P_c řezný výkon a_e šířka záběru a_p hloubka řezu b šířka třísky b_r přeskok řádků d_{eff} efektivní nástroj. průměr f posuv f_z posuv na zub h_m průměrná tloušťka třísky
	$F_{cmz} = A \cdot k_c = b \cdot h_m \cdot k_c \cdot \Pi K$ $k_c = \frac{k_{c1.1}}{h_m^m}$	k_c specif. řezné síly $k_{c1.1}$ specif. řezná síla při $A = 1 \text{ mm}^2$
	$P_a = \frac{P_c}{\eta} \quad P_c = \frac{F_{cmz} \cdot v_c \cdot z_{IE}}{60\,000}$	η účinnost P_c řezný výkon F_{cmz} průměrná (střední) řezná síla na břit v_c řezná rychlost z_{IE} počet zubů v záběru
	$M_d = \frac{9554 \cdot P_c}{n}$	M_d krouticí moment n počet otáček
		m růst tangenty n počet otáček v_c řezná rychlost v_{ceff} efektivní řezná rychlost
Kulová fréza	$d_{eff} = 2 \cdot \sqrt{D \cdot a_p - a_p^2}$	d_{eff} efektivní průměr fréz
Efekt. průměr frézy		
Efektivní řezná rychlost	$v_{ceff} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{1000} \cdot \sqrt{D \cdot a_p - a_p^2}$	z_{eff} efektivní počet zubů z_{IE} počet zubů v záběru Π_K součin korekčních faktorů
Řádkové frézování	$b_r = 2 \cdot \sqrt{a_p \cdot (D - a_p)}$	κ_r úhel nastavení φ_s úhel řezného oblouku π 3,14159...
Spirálovité zanořování	$v_r = \frac{n \cdot f_z \cdot z_{eff} \cdot (D_a - D)}{D_a}$	η účinnost
Rychlost posuvu		

Síla, výkon a krouticí moment při třískovém obrábění

Soustružení	$A = b \cdot h = a_p \cdot f$ $b = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} \quad h = f \cdot \sin \kappa_r$	A průřez třísky F_c řezná síla M_d krouticí moment P_a hnací výkon P_c řezný výkon a_p hloubka řezu b šířka třísky f posuv h tloušťka třísky k_c specif. řezné síly $k_{c1,1}$ specif. řezná síla při $\dot{A} = 1 \text{ mm}^2$
	$F_c = A \cdot k_c = b \cdot h \cdot k_c$ $k_c = \frac{k_{c1,1}}{h^m}$	m růst tangenty
	$P_a = \frac{P_c}{\eta} \quad P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60\,000}$	n počet otáček v_c řezná rychlost κ_r úhel nastavení η účinnost
	$M_d = \frac{9554 \cdot P_c}{n}$	



Čas obrábění		
Vrtání, zahlubování, vystružování	$t_h = \frac{L}{f \cdot n}$	D průměr nástroje L celková dráha f posuv l tloušťka obrobru l_a dráha náběhu l_u dráha přeběhu n počet otáček t_h čas obrábění σ vrcholový úhel
	$L = l + l_a + l_u$ <p>Průchozí otvor:</p> $L = l + 3 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)}$ <p>Slepý otvor:</p> $L = l + 1 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)}$ <p>Zahlubování:</p> $L = l + 6$ <p>Vystružování:</p> $L = l + D$	
Frézování závitů	$t_h = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$	L celková dráha d průměr závitu f posuv i počet řezů n počet otáček t_h čas obrábění π 3,14159...
	$L = \frac{7}{6} \cdot d \cdot \pi$	
Řezání	$t_h = \frac{A}{A_s}$	A oddělovaný průřez A_s specifický průřez třísky t_h čas obrábění

Čas obrábění		
Frézy	$t_h = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$ $L = l + 2Z_l + l_a + l_u$	D průměr nástroje m měr L celková dráha Z_l přídavek na obrábění a_e šířka záběru a'_e specifik. šířka záběru f posuv i počet řezů l délka obrobku l_a dráha náběhu l_u dráha přeběhu n počet otáček t_h čas obrábění y vzdálenost od středu frézy
Čelní frézování	Obrábění nahrubo Středové $l_a + l_u = 3 + \frac{D}{2} - 0,5 \cdot \sqrt{D^2 - a_c^2}$	
	Mimostředné - střed frézy uvnitř nástroje $l_a + l_u = 3 + \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - a_e'^2}$	
	Mimostředné - střed frézy vně nástroje $l_a + l_u = 3 + \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - y^2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - (a_e - y)^2}$	
	Obrábění načisto $l_a + l_u = 3 + D$	
Obvodové frézování	Obrábění nahrubo $l_a + l_u = 3 + \sqrt{D \cdot a_e - a_e'^2}$	
	Obrábění načisto $l_a + l_u = 3 + 2 \sqrt{D \cdot a_e - a_e'^2}$	
Soustružení	$t_h = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$ $L = l + l_a + l_u$	D vnější průměr obrobku L celková dráha a_p hloubka řezu d vnitřní průměr obrobku f posuv g počet chodů závitů i počet řezů l délka obrobku l_a dráha náběhu l_u dráha přeběhu n počet otáček p stoupání závitů t hloubka závitů t_h čas obrábění
Podélné soustružení	$L = l + 4$	
Soustružení čelních ploch	Plný válec $L = l_a + \frac{D}{2}$	
	Dutý válec $L = l_a + \frac{D-d}{2} + l_u$	
Soustružení závitů	$t_h = \frac{L \cdot i \cdot g}{p \cdot n} \quad i = \frac{t}{a_p}$	



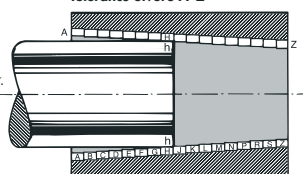
Lícování ISO systém jednotné hřídele

(výtah z DIN 7155)

Jmenovité rozměry v μ ($= 0,001$ mm)

U systému jednotné hřídele jsou všechny hřídele opatřeny tolerancí h.
Nejvyšší rozměr hřídele tak zasahuje až k nulové čáře a je roven jmenovitému rozměru. Nejmenší rozměr hřídele je menší o toleranci než její jmenovitý rozměr.

Tolerance otvoru A-Z



Otvory	Druh lícování ^{*)}	Jmenovitý rozměr nad ... do ... mm																			
		1 3	3 6	6 10	10 14	14 18	18 24	24 30	30 40	40 50	50 65	65 80	80 100	100 120	120 140	140 160	160 180	180 200	200 225	225 250	
Hřídel h5		0 -4	0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -20									
P 6		-6 -12	-9 -17	-12 -21	-15 -26	-18 -31	-21 -37	-26 -45	-30 -52	-36 -61	-41 -70	-45 -75	-50 -80	-55 -85	-60 -90	-65 -95	-70 -100	-75 -105	-80 -110	-85 -115	
N 6		-4 -10	-5 -13	-7 -16	-9 -20	-11 -24	-12 -28	-14 -28	-16 -33	-20 -38	-22 -51	-25 -58	-28 -64	-32 -70	-36 -76	-40 -82	-45 -88	-50 -94	-55 -100	-60 -106	
M 6		-2 -8	-1 -9	-3 -12	-4 -15	-4 -17	-4 -20	-5 -24	-6 -28	-8 -33	-9 -37	-10 -41	-11 -45	-12 -49	-13 -53	-14 -57	-15 -61	-16 -65	-17 -69	-18 -73	
J 6		+3 -4	+5 -3	+5 -4	+6 -5	+8 -5	+10 -6	+13 -6	+16 -6	+19 -6	+22 -6	+25 -6	+29 -6	+33 -6	+37 -6	+41 -6	+45 -6	+49 -6	+53 -6	+57 -6	
H 6		+6 0	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+22 0	+25 0	+29 0	+33 0	+37 0	+41 0	+45 0	+49 0	+53 0	+57 0	+61 0	+65 0	
Hřídel h6		0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25	0 -29	0 -33	0 -37	0 -41	0 -45	0 -49	0 -53	0 -57	0 -61	0 -65	
S 7		-14 -24	-15 -27	-17 -32	-21 -39	-27 -48	-34 -59	-42 -72	-48 -78	-58 -93	-66 -101	-77 -117	-85 -125	-93 -133	-105 -151	-113 -159	-119 -165	-125 -171	-131 -177	-137 -183	
R 7		-10 -20	-11 -23	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-32 -62	-38 -73	-41 -76	-48 -88	-50 -90	-53 -93	-60 -106	-63 -109	-67 -113	-71 -117	-75 -121	-79 -125	
N 7		-4 -14	-4 -16	-4 -19	-5 -23	-7 -28	-8 -33	-9 -39	-10 -45	-12 -52	-14 -60	-16 -68	-18 -76	-20 -84	-22 -92	-24 -100	-26 -108	-28 -116	-30 -124	-32 -132	
M 7		-2 -12	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -58	0 -64	0 -70	0 -76	0 -82	0 -88	0 -94	0 -100	
K 7		+3 -6	+3 -9	+5 -10	+6 -12	+6 -15	+7 -18	+9 -21	+10 -25	+12 -28	+13 -33	+14 -38	+15 -43	+16 -48	+17 -53	+18 -58	+19 -63	+20 -68	+21 -73	+22 -78	
J 7		+3 -6	+6 -6	+8 -7	+10 -8	+12 -9	+14 -11	+18 -12	+22 -13	+26 -14	+30 -16	+34 -18	+38 -20	+42 -22	+46 -24	+50 -26	+54 -28	+58 -30	+62 -32	+66 -34	
H 7	S	+9 0	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+46 0	+52 0	+58 0	+64 0	+70 0	+76 0	+82 0	+88 0	+94 0	+100 0	
G 7	S	+12 +2	+16 +4	+20 +5	+24 +6	+28 +7	+34 +9	+40 +10	+47 +12	+54 +14	+61 +16	+69 +18	+77 +20	+85 +22	+93 +24	+101 +26	+109 +28	+117 +30	+125 +32	+133 +34	
F 7		+16 +6	+22 +10	+28 +13	+34 +16	+41 +20	+50 +25	+60 +30	+71 +36	+83 +43	+96 +50	+110 +58	+125 +66	+140 +74	+155 +82	+170 +90	+185 +98	+200 +106	+215 +114	+230 +122	
Hřídel h9		0 -25	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87	0 -100	0 -115	0 -130	0 -145	0 -160	0 -175	0 -190	0 -205	0 -220	0 -235	0 -250	
H 8	S	+14 0	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0	+72 0	+82 0	+92 0	+102 0	+112 0	+122 0	+132 0	+142 0	+152 0	+162 0	
H 11	S	+60 0	+75 0	+90 0	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+220 0	+250 0	+290 0	+330 0	+370 0	+410 0	+450 0	+490 0	+530 0	+570 0	+610 0	+650 0	
F 8	S	+20 +6	+28 +10	+35 +13	+43 +16	+53 +20	+64 +25	+76 +30	+90 +36	+106 +43	+122 +50	+140 +58	+158 +66	+176 +74	+194 +82	+212 +90	+230 +98	+248 +106	+266 +114	+284 +122	
E 9	S	+39 +14	+50 +20	+61 +25	+75 +32	+92 +40	+112 +50	+134 +60	+159 +72	+185 +85	+215 +98	+245 +110	+275 +122	+305 +134	+335 +146	+365 +158	+395 +170	+425 +182	+455 +194	+485 +206	
D 10	S	+60 +20	+78 +30	+98 +40	+120 +50	+149 +65	+180 +80	+220 +100	+260 +120	+305 +145	+355 +170	+405 +194	+455 +218	+505 +242	+555 +266	+605 +290	+655 +314	+705 +338	+755 +362	+805 +386	
C 11	S	+120 +60	+145 +70	+170 +80	+205 +95	+240 +110	+280 +130	+330 +150	+390 +170	+460 +200	+530 +230	+600 +260	+670 +290	+740 +320	+810 +350	+880 +380	+950 +410	+1020 +440	+1090 +470	+1160 +500	
Hřídel h11		0 -60	0 -75	0 -90	0 -110	0 -130	0 -160	0 -190	0 -220	0 -250	0 -290	0 -330	0 -370	0 -410	0 -450	0 -490	0 -530	0 -570	0 -610	0 -650	
H 11	S	+60 0	+75 0	+90 0	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+220 0	+250 0	+290 0	+330 0	+370 0	+410 0	+450 0	+490 0	+530 0	+570 0	+610 0	+650 0	
D 11	S	+80 +20	+105 +30	+130 +40	+160 +50	+195 +65	+240 +80	+290 +100	+340 +120	+395 +145	+460 +170	+520 +194	+580 +218	+640 +242	+700 +266	+760 +290	+820 +314	+880 +338	+940 +362	+1000 +386	
C 11	S	+120 +60	+145 +70	+170 +80	+205 +95	+240 +110	+280 +130	+330 +150	+390 +170	+460 +200	+530 +230	+600 +260	+670 +290	+740 +320	+810 +350	+880 +380	+950 +410	+1020 +440	+1090 +470	+1160 +500	
A 11	S	+330 +270	+345 +270	+370 +280	+400 +290	+430 +300	+470 +310	+510 +320	+550 +340	+600 +360	+630 +380	+670 +410	+710 +440	+750 +460	+790 +480	+830 +500	+870 +520	+910 +540	+950 +560	+990 +580	

*) Zvýhodněné uložení dle DIN 7157 (S = hybné uložení)

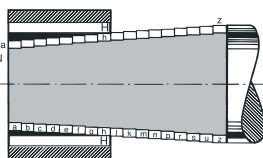
Lícování ISO systém jednotného otvoru

(výťah z DIN 7154)

Jmenovité rozměry v μ ($= 0,001$ mm)

U tohoto systému se všechny otvory vyrábí jednotně s tolerancí h.
Nejmenší rozměr otvoru tak přesně zasahuje k nulové čáře a je roven jmenovitému rozměru. Nejvyšší rozměr přesahuje nulovou čáru o hodnotu tolerance.

Tolerance hřídele A-Z



Otvory	Druh lícování*)	Jmenovitý rozměr nad ... do ... mm																		
		1 3	3 6	6 10	10 14	14 18	18 24	24 30	30 40	40 50	50 65	65 80	80 100	100 120	120 140	140 160	160 180	180 200	200 225	225 250
Hřídel H6		+6 0	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+22 0	+25 0	+29 0									
p5		+10 +6	+17 +12	+21 +15	+26 +18	+31 +22	+37 +26	+45 +32	+52 +37	+61 +43	+70 +50									
n5		+8 +4	+13 +8	+16 +10	+20 +12	+24 +15	+28 +17	+33 +20	+38 +23	+45 +27	+51 +31									
k6		+6 0	+9 -1	+10 +1	+12 +1	+15 +2	+18 +2	+21 +2	+25 +3	+28 +3	+33 +4									
j6		+4 -2	+6 -2	+7 -2	+8 -3	+9 -4	+11 -5	+12 -7	+13 -9	+14 -11	+16 -13									
h5		0 -4	0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -20									
Hřídel H7		+10 0	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+46 0									
s6	P	+20 +14	+27 +19	+32 +23	+39 +28	+48 +35	+59 +43	+72 +59	+88 +71	+105 +88	+125 +105	+148 +125	+175 +148	+208 +175	+245 +208	+288 +245	+338 +288	+395 +338	+460 +395	
r6	P	+16 +10	+23 +15	+28 +19	+34 +23	+41 +28	+50 +34	+62 +41	+77 +54	+95 +63	+118 +77	+145 +105	+178 +128	+218 +158	+265 +195	+320 +235	+385 +285	+460 +350	+545 +415	
n6	Ü	+10 +4	+16 +8	+19 +10	+23 +12	+28 +15	+33 +17	+39 +20	+45 +23	+52 +27	+60 +31	+68 +38	+78 +45	+88 +54	+100 +63	+115 +75	+135 +88	+160 +105	+190 +125	
m6		+8 +2	+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+35 +13	+40 +15	+46 +17	+52 +23	+58 +27	+65 +31	+73 +38	+82 +45	+92 +54	+103 +63	+115 +75	
k6	Ü	+6 0	+9 -1	+10 +1	+12 +1	+15 +2	+18 +2	+21 +2	+25 +3	+28 +3	+33 +4	+38 +5	+43 +6	+49 +7	+55 +8	+62 +9	+70 +10	+78 +11	+88 +12	
j6	Ü	+4 -2	+6 -2	+7 -2	+8 -3	+9 -4	+11 -5	+12 -7	+13 -9	+14 -11	+16 -13									
h6	S	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25	0 -29	0 -33	0 -37	0 -41	0 -46	0 -51	0 -57	0 -63	0 -70	
g6	S	-2 -8	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-12 -34	-14 -39	-15 -44	-17 -50	-19 -56	-21 -61	-23 -67	-25 -73	-28 -80	-30 -87	-32 -94	
f7	S	-6 -16	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71	-43 -83	-50 -96	-58 -110	-68 -128	-78 -148	-89 -169	-101 -191	-115 -215	-130 -240	-145 -265	
Hřídel H8		+14 0	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0	+72 0									
x8	P	+34 +20	+46 +28	+56 +34	+67 +40	+72 +45	+87 +54	+97 +64	+119 +80	+136 +97	+168 +122	+192 +146	+232 +178	+264 +210	+311 +248	+343 +280	+373 +310	+422 +350	+457 +385	
u8	P	-	-	-	-	-	+81 +48	+99 +60	+109 +70	+133 +87	+148 +102	+178 +124	+198 +144	+233 +170	+253 +190	+273 +210	+308 +236	+330 +258	+356 +284	
h9	S	0 -25	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87	0 -100	0 -115	0 -130	0 -145	0 -160	0 -175	0 -190	0 -205	0 -220	0 -235	
f7	S	-6 -16	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71	-43 -83	-50 -96	-58 -110	-68 -128	-78 -148	-89 -169	-101 -191	-115 -215	-130 -240	-145 -265	
d9	S	-20 -45	-30 -60	-40 -76	-50 -93	-65 -117	-80 -142	-100 -174	-120 -207	-145 -245	-170 -285	-200 -330	-230 -380	-260 -430	-290 -480	-320 -530	-350 -580	-380 -630	-410 -670	
Hřídel H11		+60 0	+75 0	+90 0	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+220 0	+250 0	+290 0									
h9	S	0 -25	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87	0 -100	0 -115	0 -130	0 -145	0 -160	0 -175	0 -190	0 -205	0 -220	0 -235	
h11	S	0 -60	0 -75	0 -90	0 -110	0 -130	0 -160	0 -190	0 -220	0 -250	0 -290	0 -330	0 -370	0 -410	0 -460	0 -510	0 -560	0 -610	0 -660	
d9	S	-20 -45	-30 -60	-40 -76	-50 -93	-65 -117	-80 -142	-100 -174	-120 -207	-145 -245	-170 -285	-200 -330	-230 -380	-260 -430	-290 -480	-320 -530	-350 -580	-380 -630	-410 -670	
c11	S	-60 -120	-70 -145	-80 -170	-95 -205	-110 -240	-120 -280	-130 -300	-140 -310	-150 -330	-160 -340	-170 -350	-180 -360	-190 -370	-200 -380	-210 -390	-220 -400	-230 -410	-240 -420	
a11	S	-270 -330	-340 -400	-400 -460	-480 -540	-560 -620	-640 -700	-720 -780	-800 -860	-880 -940	-960 -1020	-1040 -1100	-1120 -1180	-1200 -1260	-1280 -1340	-1360 -1420	-1440 -1500	-1520 -1580	-1600 -1660	

*) Vyhodnocení uložení dle DIN 7157 (P = lisované uložení, Ů = přechodné uložení, S = hybné uložení)


Doplnění k lícování ISO systému jednotných otvorů

(výtah z DIN 7160, DIN 7161)
Jmenovité rozměry v μ (= 0,001 mm)

Hřídele	Jmenovitý rozměr nad ... do ... mm									
	1 3	3 6	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250
d 11	- 20 - 80	- 30 - 105	- 40 - 130	- 50 - 160	- 65 - 195	- 80 - 240	- 100 - 290	- 120 - 340	- 145 - 395	- 170 - 460
e 8	- 14 - 28	- 20 - 38	- 25 - 47	- 32 - 59	- 40 - 73	- 50 - 89	- 60 - 106	- 72 - 126	- 85 - 148	- 100 - 172
f 8	- 6 - 20	- 10 - 28	- 13 - 35	- 16 - 43	- 20 - 53	- 25 - 64	- 30 - 76	- 36 - 90	- 43 - 106	- 50 - 122
f 9	- 6 - 31	- 10 - 40	- 13 - 49	- 16 - 59	- 20 - 72	- 25 - 87	- 30 - 104	- 36 - 123	- 43 - 143	- 50 - 165
h 7	0 - 10	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46
h 8	0 - 14	0 - 18	0 - 22	0 - 27	0 - 33	0 - 39	0 - 46	0 - 54	0 - 63	0 - 72
h 10	0 - 40	0 - 48	0 - 58	0 - 70	0 - 84	0 - 100	0 - 120	0 - 140	0 - 160	0 - 185
h 12	0 - 100	0 - 120	0 - 150	0 - 180	0 - 210	0 - 250	0 - 300	0 - 350	0 - 400	0 - 460
js 11	+ 30 - 30	+ 38 - 37	+ 45 - 45	+ 55 - 55	+ 65 - 65	+ 80 - 80	+ 95 - 95	+ 110 - 110	+ 125 - 125	+ 145 - 145
js 12	+ 50 - 50	+ 60 - 60	+ 75 - 75	+ 90 - 90	+ 105 - 105	+ 125 - 125	+ 150 - 150	+ 175 - 175	+ 200 - 200	+ 230 - 230
js 14	+ 125 - 125	+ 150 - 150	+ 180 - 180	+ 215 - 215	+ 260 - 260	+ 310 - 310	+ 370 - 370	+ 435 - 435	+ 500 - 500	+ 575 - 575
js 16	+ 300 - 300	+ 375 - 375	+ 450 - 450	+ 550 - 550	+ 650 - 650	+ 800 - 800	+ 950 - 950	+ 1100 - 1100	+ 1250 - 1250	+ 1450 - 1450
k 10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 180 0
k 11	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0	+ 160 0	+ 190 0	+ 220 0	+ 250 0	+ 290 0
k 12	+ 90 0	+ 120 0	+ 150 0	+ 180 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 300 0	+ 350 0	+ 400 0	+ 460 0
k 16	+ 600 0	+ 750 0	+ 900 0	+ 1100 0	+ 1300 0	+ 1600 0	+ 1900 0	+ 2200 0	+ 2500 0	+ 2900 0

Vnější rozměry

Jednotky SI – mezinárodní jednotky měření

Dne 5. července 1976 byly zavedeny jednotky SI ve Spolkové republice Německo.
Po přechodné době jsou od **1. ledna 1978** závazné.

Nejdůležitější jednotky SI*

Velikost	Název	Označení
Délka	Metr	m
Hmotnost	Kilogram	kg
Čas	Sekunda	s
Elektr. proud	Ampér	A
Síla	Newton	N
Krouticí moment	Newtonmetr	Nm
Výkon	Watt	W
Energie (práce)	Joule	J
Tlak	Pascal	Pa
Teplota	Kelvin	K

Nejdůležitější předpony a jejich užití

Mega	M	1 000 000 = 10 ⁶	1 MW = 1 000 000 W
Kilo	k	1 000 = 10 ³	1 kW = 1 000 W
Hekto	h	100 = 10 ²	1 hl = 100 l
Deka	da	10	1 daN = 10 N
Deci	d	0,1 = 10 ⁻¹	1 dm = 0,1 m
Centi	c	0,01 = 10 ⁻²	1 cm = 0,01 m
Milli	m	0,001 = 10 ⁻³	1 mm = 0,001 m
Mikro	μ	0,000001 = 10 ⁻⁶	1 μm = 0,000001 m

Energie/práce (Joule)

Jednotka energie má 3 číselně shodná označení:

1. Newtonmetr Nm (Mechanická forma energie)
2. Wattsekunda Js (Elektrická forma energie)
3. Joule J (Kalorická forma energie)

Volbou označení lze vyjádřit, zda se jedná o mechanickou, elektrickou nebo kalorickou formu energie.

1 J = 1 Nm = 1 Js (ve vztahu k absolutní veličině)

Nejdůležitější převody mezi dosavadními a novými jednotkami SI

Jednotky SI na dosavadní jednotky:

1 N	=	0,102 kp
1 Nm	=	0,102 kpm (=1 Joule)
1 W	=	0,102 kpm/s (= 1 J/s)
1 kW	=	1,36 PS
1 kW	=	860 kcal/h
1 J	=	0,102 kp/m ²
1 J	=	0,239 cal
1 Pa	=	(1 N/m ²) = 0,102 kp/m ²
K	=	°C + 273,15

Dosavadní jednotky na jednotky SI:

1 kp	=	9,81 N
1 kpm	=	9,81 Nm
1 kpm/s	=	9,81 W
1 PS	=	0,736 kW
1 kcal/h	=	1,16 · 10 ⁻³ kW = 0,00116 kW
1 kpm	=	9,81 J
1 cal	=	4,19 J
1 kp/m ²	=	9,81 Pa = 9,81 N/m ²

Z tabulek je zřejmé, že

1 kp = 9,81 N resp. 1 N = 0,102 kp.

Při chybovosti pouhých 2 procent se kp a N liší o desetinásobek.

V praxi se tedy počítá s následujícími hodnotami:

1 kp	=	10 N
1 N	=	0,1kp

Přepočet mechanických napětí

Jednotka	N/mm ²	PA	kp/mm ²
1 N/mm ²	1	10 ⁶	0,102
1 PA	10 ⁻⁶	1	0,102 · 10 ⁻⁶
1 kp/mm ²	9,81	9,81 · 10 ⁶	1

I zde se v praxi počítá s dostatečnou přesností (odchylka 2 procenta) následujícím způsobem:

1 N/mm ²	=	0,1 kp/mm ²
1 kp/mm ²	=	10 N/mm ²

Dosavadní názvy a podrobnosti, které zůstávají zachovány

Velikost	Název	Označení	Vztahy k jednotce SI
Objem	litr	l	1 l = 1 dm ³ = 0,001 m ³
Hmotnost	tuna	t	1 t = 1 Mg = 1000 kg
Tlak	bar	bar	1 bar = 10 ⁵ Pa
Plocha	ar	a	1 a = 10 ² m ²
Úhel	stupeň	°	1° = 17,45 mrad
	minuta	'	1'/60 = 0,291 mrad
	sekunda	"	1"/60 = 4,85 rad
Čas	minuta	min	1 min = 60 s
	hodina	h	1 h = 3600 s
Rychlost		km/h	1 km/h = 1/3,6 m/s
			1 m/s = 3,6 km/h

Díky systému SI lze jednoznačně rozlišovat sílu na jedné a tíhu (hmotnost) na druhé straně a zabránit tak nedorozumění při používání pojmů kp a kg.

Jednotkou síly je Newton (N)
Jednotkou síly je tíha (hmotnost) je kilogram (kg)
Rozdíl je vyvolán pádovým zrychlením
9,81 m/s².

Například:

1. Nosník je zatížen 10 kN
2. Nosník váží 200 kg

Stupnice podle Kelvina začíná absolutní nulou = - 273,15°C.

Následující tabulka má ilustrovat vztah °C a K:

	Kelvin	°C
Absolutní nula	0 K	-273,15°C
Bod tání ledu	273,15 K	0°C
Bod varu vody	373,15 K	+ 100°C

V praxi zůstává např. údaj, že voda má teplotu 20°C, zachován.
Pouze v případě teplotních rozdílů je nutno tyto uvádět v Kelvinech K.
Zde 1°C odpovídá přesně 1 K.

Např.: Rozdíl mezi teplotou na okenním rámu vně a uvnitř činí 15 K.
Značka ° pro stupně se při údajích v Kelvinech nepoužije.

*) SI-Système International d'Unités = Mezinárodní měrné jednotky



Přepočítací tabulka palec na milimetr od 1/64" do 12"

z DIN 4890 List 2

Přepočet : 1 Zoll = 25,400000 milimetr, viz DIN 4890 List 1
(zaokrouhleno)

Celé palce	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Celé palce	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
0	0	0,25400	0,50800	0,76200	1,01600	1,27000	1,52400	1,77800	2,03200	2,28600	2,54000	2,79400	3,04800
1/64	0,0937	0,25797	0,51197	0,76597	1,01997	1,27397	1,52797	1,78197	2,03597	2,28997	2,54397	2,79797	3,05197
1/32	0,0937	0,25797	0,51197	0,76597	1,01997	1,27397	1,52797	1,78197	2,03597	2,28997	2,54397	2,79797	3,05197
1/16	0,1875	0,51594	1,03188	1,54782	2,06376	2,57970	3,09564	3,61158	4,12752	4,64346	5,15940	5,67534	6,19128
5/64	1,984	2,7384	5,4768	8,2152	10,9536	13,6920	16,4304	19,1688	21,9072	24,6456	27,3840	30,1224	32,8608
3/32	2,381	2,7781	5,3181	7,8581	10,3981	12,9381	15,4781	18,0181	20,5581	23,0981	25,6381	28,1781	30,7181
7/64	2,778	2,8175	5,3575	7,8975	10,4375	12,9775	15,5175	18,0575	20,5975	23,1375	25,6775	28,2175	30,7575
1/8	3,175	2,8625	5,3975	7,9375	10,4775	13,0175	15,5575	18,0975	20,6375	23,1775	25,7175	28,2575	30,7975
9/64	3,572	28,972	54,372	79,772	105,172	130,572	155,972	181,372	206,772	232,172	257,572	282,972	308,372
5/32	3,969	29,369	54,769	80,169	105,569	130,969	156,369	181,769	207,169	232,569	257,969	283,369	308,769
11/64	4,366	29,766	55,166	80,566	105,966	131,366	156,766	182,166	207,566	232,966	258,366	283,766	309,166
3/16	4,763	30,163	55,563	80,963	106,363	131,763	157,163	182,563	207,963	233,363	258,763	284,163	309,563
13/64	5,159	30,559	55,959	81,359	106,759	132,159	157,559	182,959	208,359	233,759	259,159	284,559	309,959
7/32	5,556	30,956	56,356	81,756	107,156	132,556	157,956	183,356	208,756	234,156	259,556	284,956	310,356
15/64	5,953	31,353	56,753	82,153	107,553	132,953	158,353	183,753	209,153	234,553	259,953	285,353	310,753
1/4	6,350	31,750	57,150	82,550	107,950	133,350	158,750	184,150	209,550	234,950	260,350	285,750	311,150
17/64	6,747	32,147	57,547	82,947	108,347	133,750	159,150	184,550	209,950	235,350	260,750	286,150	311,550
9/32	7,144	32,544	57,944	83,344	108,744	134,150	159,550	184,950	210,350	235,750	261,150	286,550	311,950
19/64	7,541	32,941	58,341	83,741	109,141	134,550	159,950	185,350	210,750	236,150	261,550	286,950	312,350
5/16	7,938	33,338	58,738	84,138	109,538	134,940	160,340	185,740	211,140	236,540	261,940	287,340	312,740
21/64	8,334	33,734	59,134	84,534	109,934	135,330	160,730	186,130	211,530	236,930	262,340	287,740	313,140
11/32	8,731	34,131	59,531	84,931	110,331	135,730	161,130	186,530	211,930	237,330	262,730	288,130	313,530
23/64	9,128	34,528	59,928	85,328	110,728	136,130	161,530	186,930	212,330	237,730	263,130	288,530	313,930
3/8	9,525	34,925	60,325	85,725	111,125	136,530	161,930	187,320	212,730	238,130	263,530	288,930	314,330
25/64	9,922	35,322	60,722	86,122	111,522	136,920	162,320	187,720	213,120	238,520	263,920	289,320	314,720
13/32	10,319	35,719	61,119	86,519	111,919	137,320	162,720	188,120	213,520	238,920	264,320	289,720	315,120
27/64	10,716	36,116	61,516	86,916	112,316	137,720	163,120	188,520	213,920	239,320	264,720	290,120	315,520
7/16	11,113	36,513	61,913	87,313	112,713	138,110	163,510	188,910	214,310	239,710	265,110	290,510	315,910
29/64	11,509	36,909	62,309	87,709	113,109	138,510	163,910	189,310	214,710	240,110	265,510	290,910	316,310
15/32	11,906	37,306	62,706	88,106	113,506	138,910	164,310	189,710	215,110	240,510	265,910	291,310	316,710
31/64	12,303	37,703	63,103	88,503	113,903	139,300	164,700	190,100	215,500	240,900	266,300	291,700	317,100
1/2	12,700	38,100	63,500	88,900	114,300	139,700	165,100	190,500	215,900	241,300	266,700	292,100	317,500
33/64	13,097	38,497	63,897	89,297	114,697	140,100	165,500	190,900	216,300	241,700	267,100	292,500	317,900
17/32	13,494	38,894	64,294	89,694	115,094	140,490	165,890	191,290	216,690	242,090	267,490	292,890	318,290
35/64	13,891	39,291	64,691	89,991	115,491	140,890	166,290	191,690	217,090	242,490	267,890	293,290	318,690
9/16	14,288	39,688	65,088	90,488	115,888	141,290	166,680	192,090	217,490	242,890	268,290	293,690	319,090
37/64	14,684	40,084	65,484	90,884	116,284	141,680	167,080	192,480	217,890	243,290	268,690	294,090	319,490
19/32	15,081	40,481	65,881	91,281	116,681	142,080	167,480	192,880	218,290	243,690	269,090	294,490	319,890
39/64	15,478	40,878	66,278	91,678	117,078	142,480	167,880	193,280	218,690	244,090	269,490	294,890	320,280
5/8	15,875	41,275	66,675	92,075	117,475	142,880	168,280	193,680	219,090	244,490	269,890	295,290	320,680
41/64	16,272	41,672	67,072	92,472	117,872	143,270	168,670	194,070	219,490	244,890	270,290	295,670	321,070
21/32	16,669	42,069	67,469	92,869	118,269	143,670	169,070	194,470	219,890	245,290	270,670	296,070	321,470
43/64	17,066	42,466	67,866	93,266	118,666	144,070	169,470	194,870	220,270	245,670	271,070	296,470	321,870
11/16	17,463	42,863	68,263	93,663	119,063	144,460	169,860	195,260	220,660	246,060	271,460	296,860	322,260
45/64	17,859	43,259	68,659	94,059	119,459	144,860	170,260	195,660	221,060	246,460	271,860	297,260	322,660
23/32	18,256	43,656	69,056	94,456	119,856	145,260	170,660	196,060	221,460	246,860	272,260	297,660	323,060
47/64	18,653	44,053	69,453	94,853	120,253	145,650	171,050	196,450	221,850	247,250	272,650	298,050	323,450
3/4	19,050	44,450	69,850	95,250	120,650	146,050	171,450	196,850	222,250	247,650	273,050	298,450	323,850
49/64	19,447	44,847	70,247	95,647	121,047	146,450	171,850	197,250	222,650	248,050	273,450	298,850	324,250
25/32	19,844	45,244	70,644	96,044	121,444	146,840	172,240	197,640	223,040	248,440	273,840	299,240	324,640
51/64	20,241	45,641	71,041	96,441	121,841	147,240	172,640	198,040	223,440	248,840	274,240	299,640	325,040
13/16	20,638	46,038	71,438	96,838	122,238	147,640	173,040	198,440	223,840	249,240	274,640	300,040	325,440
53/64	21,034	46,434	71,834	97,234	122,634	148,030	173,430	198,830	224,240	249,640	275,040	300,440	325,840
27/32	21,432	46,831	72,231	97,631	123,031	148,430	173,830	199,230	224,630	250,030	275,430	300,830	326,230
55/64	21,828	47,228	72,628	98,028	123,428	148,830	174,230	199,630	225,030	250,430	275,830	301,230	326,630
7/8	22,225	47,625	73,025	98,425	123,825	149,230	174,630	200,030	225,430	250,830	276,230	301,630	327,030
57/65	22,622	48,022	73,422	98,822	124,222	149,620	175,020	200,420	225,820	251,220	276,620	302,020	327,420
29/32	23,019	48,419	73,819	99,219	124,619	150,020	175,420	200,820	226,220	251,620	277,020	302,420	327,820
59/64	23,416	48,816	74,216	99,616	125,016	150,420	175,820	201,220	226,620	252,020	277,420	302,820	328,220
15/16	23,813	49,213	74,613	100,013	125,413	150,810	176,210	201,620	227,020	252,410	277,810	303,210	328,610
61/64	24,209	49,609	75,009	100,409	125,809	151,210	176,610	202,010	227,410	252,810	278,210	303,610	329,010
31/32	24,606	50,006	100,806	126,206	151,610	176,010	202,410	227,810	227,810	253,210	278,610	304,010	329,410
63/64	25,003	40,403	75,803	101,203	126,603	152,000	177,400	202,800	228,200	253,600	279,000	304,400	329,800

Přepočet milimetr na palec

Decimální dělení: Přepočítací hodnota: 1 palec = 25,4 mm

	milimetr po palec									
mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0.0937"	0.07874"	0.1181"	0.15748"	0.19685"	0.23622"	0.27559"	0.31496"	0.35433"
10	0.39370"	0.43307"	0.47244"	0.51181"	0.55118"	0.59055"	0.62992"	0.66929"	0.70866"	0.74803"
20	0.78740"	0.82677"	0.86614"	0.90551"	0.94488"	0.98425"	1.02362"	1.06299"	1.10236"	1.14173"
30	1.18110"	1.22047"	1.25984"	1.29921"	1.33858"	1.37795"	1.41732"	1.45669"	1.49606"	1.53543"
40	1.57480"	1.61417"	1.65354"	1.69291"	1.73228"	1.77165"	1.81102"	1.85039"	1.88976"	1.92913"
50	1.96851"	2.00787"	2.04724"	2.08661"	2.12598"	2.16535"	2.20472"	2.24409"	2.28346"	2.32283"
60	2.36221"	2.40157"	2.44095"	2.48031"	2.51968"	2.55905"	2.59842"	2.63779"	2.67716"	2.71653"
70	2.75591"	2.79527"	2.83465"	2.87401"	2.91338"	2.95275"	2.99212"	3.03149"	3.07086"	3.11024"
80	3.14961"	3.18897"	3.22835"	3.26772"	3.30709"	3.34646"	3.38583"	3.42519"	3.46456"	3.50393"
90	3.54331"	3.58268"	3.62205"	3.66142"	3.70079"	3.74015"	3.77953"	3.81890"	3.85827"	3.89764"

Převodní tabulka tvrdosti podle Vickerse - Brinella - Rockwella a pevnost v tahu

Upozornění

Vickers HV 30	Brinell HB 30	Rockwell ²⁾		Pevnost v tahu σ_B N/mm ²	Vickers HV 30	Brinell HB 30	Rockwell ²⁾		Pevnost v tahu σ_B N/mm ²
		HRB	HRC				HRB	HRC	
80	80	36,4	–	270	350	350	–	36,0	1170
85	85	42,4	–	290	360	359	–	37,0	1200
90	90	47,4	–	310	370	368	–	38,0	1230
95	95	52,0	–	320	380	376	–	38,9	1260
100	100	56,4	–	340	390	385	–	39,8	1290
105	105	60,0	–	360	400	392	–	40,7	1320
110	110	63,4	–	380	410	400	–	41,5	1350
115	115	66,4	–	390	420	408	–	42,4	1380
120	120	69,4	–	410	430	415	–	43,2	1410
125	125	72,0	–	420	440	423	–	44,0	1430
130	130	74,4	–	440	450	430	–	44,8	1460
135	135	76,4	–	460	460	–	–	45,6	–
140	140	78,4	–	470	470	–	–	46,3	–
145	145	80,4	–	490	480	–	–	47,0	–
150	150	82,2	–	500	490	–	–	47,7	–
155	155	83,8	–	520	500	–	–	48,3	–
160	160	85,4	–	540	510	–	–	49,1	–
165	165	86,8	–	550	520	–	–	49,7	–
170	170	88,2	–	570	530	–	–	50,4	–
175	175	89,6	–	590	540	–	–	51,0	–
180	180	90,8	–	600	550	–	–	51,6	–
185	185	91,8	–	620	560	–	–	52,2	–
190	190	93,0	–	640	570	–	–	52,8	–
195	195	94,0	–	660	580	–	–	53,3	–
200	200	95,0	–	670	590	–	–	53,9	–
205	205	95,8	–	680	600	–	–	54,4	–
210	210	96,6	–	710	610	–	–	55,0	–
215	215	97,6	–	720	620	–	–	55,5	–
220	220	98,2	–	730	630	–	–	56,0	–
225	225	99,0	–	750	640	–	–	56,5	–
230	230	–	19,2	760	650	–	–	57,0	–
235	235	–	20,2	780	660	–	–	57,5	–
240	240	–	21,2	800	670	–	–	58,0	–
245	245	–	22,1	820	680	–	–	58,5	–
250	250	–	23,0	830	690	–	–	59,0	–
255	255	–	23,8	850	700	–	–	59,5	–
260	260	–	24,6	870	720	–	–	60,4	–
265	265	–	25,4	880	740	–	–	61,2	–
270	270	–	26,2	900	760	–	–	62,0	–
275	275	–	26,9	920	780	–	–	62,8	–
280	280	–	27,6	940	800	–	–	63,6	–
285	285	–	28,3	950	820	–	–	64,3	–
290	290	–	29,0	970	840	–	–	65,0	–
295	295	–	29,6	990	860	–	–	65,7	–
300	300	–	30,3	1010	880	–	–	66,3	–
310	310	–	31,5	1040	900	–	–	66,9	–
320	320	–	32,7	1080	920	–	–	67,5	–
330	330	–	33,8	1110	940	–	–	68,0	–
340	340	–	34,9	1140					

1) Všechny hodnoty tvrdosti zjištěné pomocí procesů měření tvrdosti různých materiálů jsou srovnatelné pouze přibližně.

2) Hodnoty tvrd. dle Rockwella s uvedením jednoho desetiny. místa slouží pouze k interpolaci a musejí být v koneč. výsledku zaokrouhleny na celá čísla.



Rejstřík

A

Aktivní síla 113

B

Bronz 72

C

Čas obrábění 626, 627

Časový objem třísek 122, 621

Cermet 145

D

Deformace, plastická 104

Diamant 148

Drsnost 124

Hloubka drsnosti 124, 621

Držáky nástrojů VDI 613

Duroplasty 77

E

Elastomery 77

F

Ferit 52

Frézování 342

Čelní frézování 366, 366

Frézy 359, 377

Obvodové frézování 365, 368

Ovlivňování výsledků frézování 372

Parametry třísek 362

Příklady použití 373

Řešení problémů 378

Rozdělení metod frézování 357

Tabulky parametrů 379

Typ nástroje 353

Výpočet pracovních hodnot 369

Frézování závitů 279

Čas obrábění 280

Dlabací frézování závitů 280

Frézování závitů s vyměnitelnými
břitovými destičkami 287

Příklady použití 290, 291

Princip 280

Stopkové frézování závitů 285

Zvláštnosti 281

G

Grafit 61, 62

Šedá litina 61

H

Hliník 63

Obrobitelnost 65

Řezné podmínky 68

Rozdělení 64

Technologické hodnoty 66

Hořčík 68

Řezné podmínky 69

J

Jemné soustružení 530

Příklad použití 538

Tabulka parametrů 580

K

Kroutící moment 121

L

Lámače třísky 514

Litina 51, 62

Označení 46

Řezné podmínky 63

Rozdělení 51, 60

Litinové materiály

Obrobitelnost 61

Rozdělení 60

Lom 106

M

Materiálové skupiny	10
Rozdělení	10
Materiály	8
Označení	43
Měď	72
Řezné podmínky	73
Mikromazací systém	271
Minimální mazání	126, 135
Moment	121, 622, 623, 624, 625
Mosaz	72

N

Nárůstěk (nastavené ostří)	100
Nitrid boru	146
Neželezné kovy	63
Označení	48

O

Obrábění tvrdých materiálů	126, 137
Obrábění s vysokým výkonem	130
Obrobitelnost	51, 53, 55, 94
Ocel	44, 51
Legovaná ocel	51, 53, 56
Nelegovaná ocel	51, 56
Obrobitelnost	52, 53, 56
Obsah uhlíku	51
Označení	44
Rozdělení	51, 53
Tepelné zpracování	55
Ocelová litina	60
Obrábění nasucho	132
Možnosti	133
Opotřebení	101
Příčiny	101
Tvary	102
Opotřebení hříbetních ploch	102, 114

P

Pasivní síla	113, 120
Perlit	52
Plasty	76

Identifikace a vlastnosti	80
Lamináty (FVK)	78
Obrobitelnost	83
Označení	80
Rozdělení	76
Počet otáček	621
Poháněné nástroje	614
Použití v kotoučové revolver. hlavě	615
Použití v obráběcích centrech	618
Použití ve svislé revolverové hlavě	616
Posuv	621
Povlaky	134, 140, 149
Postup	149
Vlastnosti	150
Povrch	124, 621

R

Řezání	324
Čas obrábění	328
Odstraňování poruch	334
Parametry třísek	326
Přesnosti	325
Rozteč zubů	329, 332, 333
Síla, výkon	327
Tabulky parametrů	336
Tvary zubů	329
Řezání vnitřních závitů	272
Příklady použití	289
Rozdělení řezu	274
Tabulky parametrů	276
Tvary	273
Síly, výkon	275
Řezná rychlost	621, 624
Řezná síla	114
CBN	146, 151
Cermet	145, 153
Diamant	148
Korekční faktory	118
Ovlivňující veličiny	119
Přehled	151
Rovnice	118, 622, 623, 624, 625
Řezné materiály	140
Tvrdokov	143, 151, 152, 153
Vlastnosti	140



Vysoce výkonná rychlořezná ocel	142,
153	
Rovnice	621
Příklad použití	537
Rozpichování	527
Tabulka parametrů	586
Rýhování	539
Postup	541
Používané hodnoty	588
Profily	539

S

Síla	112, 622, 623, 624, 625
Síla třískového obrábění	112
Komponenty	112
Rovnice	113
Slitiny na bázi kobaltu	75
Řezné podmínky	76
Slitiny na bázi niklu	73
Řezné podmínky	74
Soustružení	498
Čas obrábění	504
Držáky	508
Jemné soustružení	530
Lámače třísky	514
Parametry třísek	502
Podélné soustružení	504
Příklady použití	531
Řešení problémů	531
Řezné podmínky oceli	59
Rozpichování	527
Síly, výkon	503
Soustružení čelních ploch	505
Soustružení závitů	506, 520
Soustružnické nože	507
Tabulky parametrů	535
Upichování	525
Vnitřní soustružení	517
Výměnitelné břitové destičky	510
Výměnitelné břitové destičky Wiper	513
Vysoustružování	519
Vyvrtávací tyče	508, 518
Způsoby soustružení	501
Soustružení závitů	520

Čas obrábění	506
Metoda obrábění	521
Počet řezů	524
Podložky	522
Příklad použití	536
Přisuv	523
Tabulka parametrů	582
Specifická řezná síla	115, 116, 117
Parametry	116, 117
Specifický objem třísek	122
Stellit	75
Stopky nástrojů	619

T

Temperovaná litina	61, 62
Tepelné zpracování	55
Termoplasty	77
Titan	70
Řezné podmínky	71
Tříska	95, 96
Tvary třísek	97
Tvářecí závitník	278
Tvoření třísek	94
Tvrdokov	143
Tvrzená litina	60, 62
Typ nástroje	353
Typy třísek	96

U

Úhel nastavení	120
Upichování	525
Tabulka parametrů	584
Upínače pro nástroje s dutou kuželovou stopkou	594
Upínací dutina se strmým kuzelem	592
Upínací pouzdra	596
Hydraulická upínací pouzdra	598
Kleštiny	597
Meze použití	603
Mezní otáčky	605
Plošná upínací pouzdra	596
Tepelné upínače	600
Vysoce přesná upínací pouzdra	599

Upnutí	590	Výstružníky - provedení	307
Držáky nástrojů VDI	613	Vytváření hřebenových trhlin	105
Hydraulická upínací pouzdra	598	Vytváření vrubů	104
Kleštiny	597	Vyvrátací tyče	509
Plošná upínací pouzdra	596	Vyvážení	606
Poháněné nástroje	614	Celková jakost vyvážení	610
Teplné upínače	600	Dynamická nevyváženost	607
Srovnání upínacích pouzder	603	Jakost vyvážení	608
Stopky nástrojů	619	Statická nevyváženost	607
Upínače pro nástroje	591, 592	Zbytková nevyváženost	609
Upínače pro nástroje s dutou		Vzorce	621
kuželovou stopkou	594		
Upínací dutina se strmým kuzelem	592		
Vysoce přesná upínací pouzdra	599		
Vyvážení	606		

V

Vrtání	154	Zahlubování	292
Čas obrábění	170	Čas obrábění	296
Celistvé vrtáky ze slinut karbidu (TK)	177	Síly, kroutící moment, výkon	295
Hloubka vrtání	171	Parametry třísek	294
Odstraňování poruch	187	Tabulky parametrů	297
Parametry třísek	164	Závit	262
Příklady použití	181	Nástroje na řezání závitů	263
Průměr předvrtání	172	Tabulky otvorů pro řezání závitů	267
Síly, kroutící moment, výkon	166	Typy	266
Spirálové vrtáky	172	Železné materiály	51
Tabulky parametrů	188	Životnost	107
Vlivy na výsledek vrtání	186	Ovlivňující veličiny	109
Vrtáky s vyměň. břitovými destičkami	179	Životnost - rovnice	109
Vrtáky s výměnnou hlavou	178	Zkouška tvrdosti	87, 88
Výkon	121, 123	Kovy	87
Vyměnitelné břitové destičky	510	Plasty	88
Vymílání	103		
Vysokorychlostní obrábění	127		
Čas obrábění	306		
Jakosti	312		
Parametry třísek	305		
Přídavek na vystružování	314		
Procesové požadavky	128		
Síly, kroutící moment, výkon	306		
Tabulky parametrů	316		
Termín, potenciály	126, 127		
Vystružování	304		

Z



Vyrobeno ve spolupráci s Fraunhoferovým institutem IWU

Fraunhoferův institut pro obráběcí stroje a tvářecí techniku IWU - pod tímto názvem se skrývá aplikačně orientovaný výzkum a vývoj v úzké spolupráci s vědou, hospodářstvím a státem.

Inovační řešení celého výrobního řetězce tvářecí techniky dokumentují naše úspěšné úsilí o

dosažení špičkové pozice v oblasti výrobní techniky. Spektrum témat výzkumu sahá od širokého odvětví tvářecích postupů s náležitými zařízeními až po metody třískového obrábění a odpovídající strojní techniku, především pro výrobu nástrojů a forem.

Tradiční výrobní metody tvářecí techniky narážejí stále častěji na své technologické, ekologické, ale také ekonomické meze. Je tedy zapotřebí značného úsilí v rámci celého výrobního řetězce tvářecí techniky a především při výrobě nástrojů a forem pro to, aby kromě snížení finančních nákladů byly s použitím výkonnějších technologií a strojní techniky v první řadě zkráceny časy vývoje a výroby a vytvořeny alternativy pro efektivní výrobu malých sérií.



Fraunhofer IWU, Chemnitz



*5-osé simultánní frézování
na hexapodu*

V oblasti třískoobráběcí výroby probíhá v současnosti nový vývoj, zaměřený především na požadavky na produktivitu a flexibilitu, kvalitu a procesovou bezpečnost stejně jako na ekologickou slučitelnost. Cílený vývoj a optimalizace postupů, nástrojů a strojní techniky přitom mohou být realizovány jedinečně při adekvátním pochopení procesů na základě aplikačně orientovaných analýz. Těžištěm technologické práce v IWU je kromě vývoje metod, které slouží ke zkrácení doby výrobních cyklů, především splnění předpokladů pro efektivní využití moderních výrobních technologií, jako jsou např. vysokorychlostní obrábění a obrábění s

vysokým výkonem, ale také obrábění tvrdých materiálů, obrábění nasucho a 5-osé simultánní obrábění.

S více než 130 vysoce kvalifikovanými pracovníky a výrobně technickým zázemím o rozloze 3500 m² patří Fraunhofer IWU mezi nejvýznamnější výzkumné a vývojové ústavy v popsanych odvětvích v celém Německu. Nabídka služeb institutu Fraunhofer IWU mimo jiné zahrnuje:

- optimalizace a vývoj obráběcích strojů a výrobních zařízení včetně potřebných technologií, nástrojů a řídicích systémů,
- servisní práce při zavedení nových metod a výrobků i poté,
- vypracovávání realizačních studií,
- výroba prototypů,
- měřicí servisní práce.

Institut na jednu stranu vyvíjí pro malé, střední a velké průmyslové firmy a podniky služeb, především z automobilového a dodavatelského odvětví, technická a organizační řešení problémů "na klíč". Na druhou stranu realizuje státní zakázky ve formě strategických výzkumných projektů, které slouží pro podporu špičkových a klíčových technologií a inovací ve zvláštním veřejném zájmu. V rámci Evropského společenství se institut podílí na příslušných technologických programech.



Třískoobráběcí zkušebna v IWU

Předpoklady dané strukturou a technickým vybavením institutu umožňují rozsáhlé a komplexní zkoumání a vývoj. Tak jsou pod jednou střechou spojeny výzkum a vývoj, zajištění jakosti, poradenství a vzdělávání.

Také v příštích letech bude těžiště prací institutu spočívat v optimalizaci stávajících výrobních procesů a systémů stejně jako v inicializaci a realizaci zcela nových výrobních metod.

Kontaktní adresa:

Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik
Reichenhainer Straße 88
D-09126 Chemnitz
Tel.: +49 371 5397 400
Fax: +49 371 5397 404



Poznámky

Poznámky

GARANT – silná exkluzivní značka skupiny Hoffmann Group

Experti výborně hodnotí profesionální nástroje, které nabízejí při každodenním praktickém používání i za těch nejnáročnějších podmínek trvale vysokou kvalitu, funkčnost a spolehlivost. Naše nástroje GARANT jsou koncipovány přesně

pro tyto vysoké nároky a umožňují uživateli jednoduše a efektivně pracovat. Další rozhodující výhoda: S více než 10 000 různými výrobky nabízíme vhodný nástroj GARANT pro každou oblast použití – a to při nejlepším poměru kvality a ceny.



GARANT: Špičková kvalita pro různé oblasti použití

- Obráběcí technika
- Upínací technika
- Měřicí technika
- Brusná a dělicí technika
- Ruční nářadí
- Výrobní zařízení





GARANT

- Více než 10 000 výrobků
- 30 let zkušeností
- Vlastní vývoj výrobků, které se zhotovují u nejlepších výrobců na světě
- Certifikované zkušební metody (ISO 9001, VDA 6.4)
- Prvotřídní kvalita
- Nejlepší poměr kvality a ceny
- 99% zboží k vyskladnění do 24 hodin



NEZBYTNÁ PRO KAŽDÉHO PROFESIONÁLNÍHO OBRÁBĚČE

Nová příručka o obrábění GARANT obsahuje souhrn našich vědomostí o tématu obrábění od A až do Z. Na více než 600 stranách najdete mnoho užitečných informací, tipů a triků pro použití - v kompaktní, přehledné a aktuálně zpracované formě. Ideální pomůcka pro vaše každodenní použití!

GARANT ZNAMENÁ:

- **Více než 12 000 výrobků**
- **30 let zkušeností**
- **Vlastní vývoj výrobků, které se zhotovují u nejlepších výrobců na světě**
- **Certifikované zkušební metody (ISO 9001 a VDA 6.4)**
- **Prvotřídní kvalita**
- **Nejlepší poměr kvality a ceny**
- **99% zboží k vyskladnění do 24 hodin**
- **Exkluzivní značka Hoffmann Group**