



nádrže zatižovací nástroje.
středí při nájezdu snižá posuv i řeznou rychlost o 50
% v závislosti na výkonu nástroje.

Příručka obrábění



OSVĚDČENÍ
Osvědčení o výkonu nástroje na vysoké rychlosti.
Osvědčení o výkonu nástroje na vysoké rychlosti.
Osvědčení o výkonu nástroje na vysoké rychlosti.
Osvědčení o výkonu nástroje na vysoké rychlosti.

příručka obrábění

OBSAH

1. Úvod	2
2. Definice základních pojmů a výpočtové vzorce	3
3. Řezné materiály Pramet	
3.1 Materiály s povlaky MTCVD	7
3.2 Materiály s povlaky PVD	8
3.3 Nepovlakované materiály	9
3.4 Srovnávací tabulka materiálů - MTCVD	10
Srovnávací tabulka materiálů - PVD (pro soustružení)	11
Srovnávací tabulka materiálů - PVD (pro frézování)	12
4. Volba soustružnického nástroje	
4.1 Volba držáku	13
4.2 Volba VBD	15
4.3 Volba utvařeče	19
4.4 Volba řezných podmínek	24
Tabulky	25
4.5 Soustružení zápichů, upichování, systém CTP	43
4.6 Soustružení závitů	46
5. Volba frézovacího nástroje	
5.1 Volba frézy	53
5.2 Volba VBD	56
5.3 Volba řezných podmínek	57
Tabulky	58
5.4 Speciální technologie frézování	70
6. Vrtání	
6.1 Postup optimální volby nástroje	74
6.2 Volba řezných podmínek	74
Tabulky	75
6.3 Vrtání děr o průměru větším či menším než nominální průměr vrtáku	78
6.4 Doporučení pro praxi	82
6.5 Použití řezných kapalin	83
6.6 Řešení některých problémů	84
7. Opotřebení VBD	
7.1 Typy opotřebení	85
7.2 Mechanismy vzniku opotřebení	86
7.3 Některé typy opotřebení a jejich řešení	88
8. Rozdělení obráběných materiálů a tabulky ekvivalentů	
Rozdělení obráběných materiálů	92
8.1 Tabulka ekvivalentů - Skupina P	93
8.2 Tabulka ekvivalentů - Skupina M	96
8.3 Tabulka ekvivalentů - Skupina K	97
8.4 Tabulka ekvivalentů - Skupina N	98
8.5 Tabulka ekvivalentů - Skupina S	99
8.6 Tabulka ekvivalentů - Skupina H	99
8.7 Převodní tabulka tvrdostí	100

Příručka obrábění nástroji se slinutými karbidy PRAMET je určena pracovníkům technologických útvarů, technologům, programátorům, mistrům, seřizovačům a dělníkům strojírenských závodů. Slouží k základní orientaci při volbě nástrojů, pracovních i řezných podmínek při soustružení, frézování a vrtání nástroji s vyměnitelnými břitovými destičkami Pramet.

Tyto nástroje jsou dodávány v širokém sortimentu tvarů, rozměrů i materiálů břitových destiček především povlakovaných, ale i nepovlakovaných. Podmínkou efektivního použití těchto nástrojů, tj. dosažení maximálního řezného výkonu při řešení konkrétních technologických problémů, jsou spolehlivé podklady, které umožňují dosažení tohoto cíle při minimálních nákladech na obrábění.

Při použití nástrojů se ve strojírenské praxi setkáme především se širokou paletou obráběných materiálů. Nástroje pracují rovněž za rozmanitých záběrových podmínek, tj. počínaje jemným, přes dokončovací obrábění, až po těžké hrubování. S ohledem na tuto značnou variabilitu podmínek, za kterých bříty nástroje pracují, považujeme za nezbytné poskytnout technologům systematicky uspořádaný soubor některých základních poznatků o opotřebení bříty nástrojů s vyměnitelnými břitovými destičkami SK (dále jen VBD).

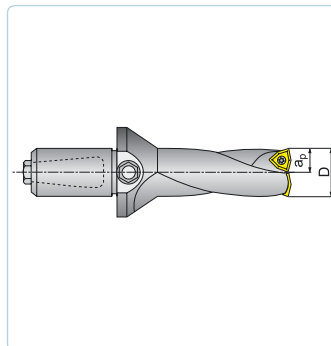
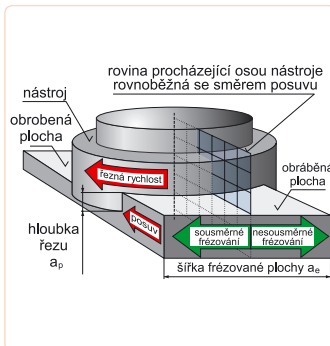
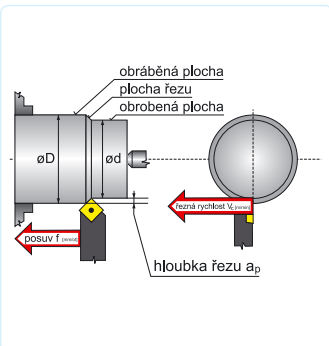
2. Definice základních pojmů a výpočtové vzorce

Soustružení

Frézování

Vrtání

Schéma operace



Obráběná plocha

Jedná se o plochu, z níž se odebírá vrstva materiálu, která se mění v třísku.

Plocha řezu

Plocha, která se vytváří na obrobku hlavním a vedlejším břitem nástroje a tvoří přechod mezi obráběnou a obrobenou plochou.

Obrobená plocha

Nově vytvořený povrch vzniklý odebráním vrstvy materiálu.

Řezná rychlost

Jedná se o vektorový součet všech rychlostí (pro jednoduchost bereme jako řeznou rychlost rychlost hlavního rotačního pohybu), kterou u soustružení vykonává obrobek, u frézování nástroj a u vrtání obrobek nebo nástroj.

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad [\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$$

v_c = řezná rychlost $[\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$
 D = průměr obráběné plochy $[\text{mm}]$
 n = počet otáček obrobku $[\text{min}^{-1}]$

v_c = řezná rychlost $[\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$
 D = průměr frézy $[\text{mm}]$
 n = počet otáček nástroje $[\text{min}^{-1}]$

v_c = řezná rychlost $[\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$
 D = průměr vrtáku $[\text{mm}]$
 (průměr vrtané díry)
 n = počet otáček nástroje $[\text{min}^{-1}]$
 nebo obrobku

Posuv

Pohyb, který vykonává nástroj nebo obrobek, jeho rychlost je udávána v mm/ot nebo v mm/min a také v mm/zub.

Posuv na otáčku

$$f_{ot} = \frac{f_{min}}{n} \quad [\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}]$$

f_{ot} = posuv na otáčku $[\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}]$
 f_{min} = minutový posuv $[\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}]$
 n = počet otáček vřetene $[\text{min}^{-1}]$
 Někdy se F_{min} označuje jako rychlost posuvu V_f

2. Definice základních pojmů a výpočtové vzorce

Soustružení

Frézování

Vrtání

Posuv na zub

Neudává se
($f_z = f_{ot}$)

$$f_z = \frac{f_{ot}}{z} = \frac{f_{min}}{n \cdot z} \text{ [mm.zub}^{-1}\text{]}$$

f_z = posuv na zub [mm.zub⁻¹]
 f_{ot} = posuv na otáčku [mm.ot⁻¹]
 f_{min} = minutový posuv [mm.min⁻¹]
 n = otáčky vřetene [1.min⁻¹]
 z = počet zubů [1]

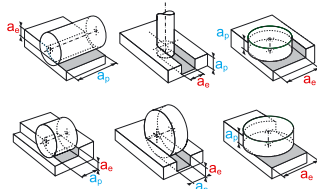
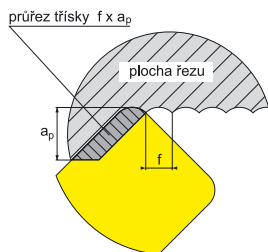
$$f_z = \frac{f_{ot}}{z} \text{ [mm.zub}^{-1}\text{]}$$

f_z = posuv na zub [mm.zub⁻¹]
 f_{ot} = posuv na otáčku [mm.ot⁻¹]
 z = počet zubů [1]

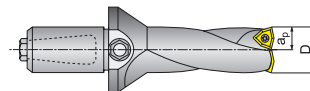
Přísuv

je pohyb, kterým se nástroj nastavuje do pracovní polohy na určitou hloubku řezu a_p resp. a_e .

Hloubka řezu a_p (a_e)



Axiální hloubka řezu a_p se měří ve směru osy rotace frézy
 Radiální hloubka řezu a_e (šířka frézované plochy) je měřena v rovině kolmé na osu frézy



při vrtání do plného materiálu

$$a_p = \frac{D}{2} \text{ [mm]}$$

resp. při rozšiřování díry předvrtané na průměr d

$$a_p = \frac{D-d}{2} \text{ [mm]}$$

Průřez třísky

Tím rozumíme průřez odebírané vrstvy materiálu, jeho velikost je jedním z činitelů, který má vliv na charakter zatížení břitu a na absolutní velikost řezné síly

$$A = f_{ot} \cdot a_p \text{ [mm}^2\text{]}$$

f_{ot} = posuv na otáčku [mm.ot⁻¹]
 a_p = hloubka řezu [mm]
 A = průřez třísky [mm²]

$$A = f_z \cdot a_p \text{ [mm}^2\text{]}$$

f_z = posuv na zub [mm.zub⁻¹]
 a_p = axiální hloubka řezu [mm]
 A = průřez třísky [mm²]

$$A = f_{ot} \cdot a_p \text{ [mm}^2\text{]}$$

f_{ot} = posuv na otáčku [mm.ot⁻¹]
 a_p = hloubka řezu [mm]
 A = průřez třísky [mm²]

2. Definice základních pojmů a výpočtové vzorce

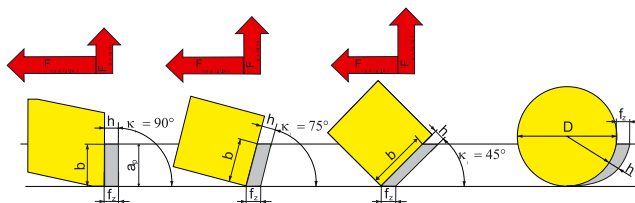
Soustružení

Frézování

Vrtání

Tloušťka třísky

je rozhodující pro velikost měrného řezného odporu a tím i pro silové namáhání břitu resp. její šířka b , je při stejném posuvu a hloubce řezu závislá na velikosti úhlu nastavení hlavního břitu κ_r .



$$h = f \cdot \sin \kappa_r \quad [\text{mm}]$$

resp. pro kruhové VBD počítáme

$$h_{\max} = f_z \sqrt{\frac{a_p}{D}} \quad [\text{mm}]$$

D = průměr VBD [mm]

Tloušťka třísky je závislá na tvaru břitu VBD (resp. na poloze funkční části břitu).

Střední tloušťka třísky

Neudává se

Tloušťka třísky h se mění během 1 otáčky v závislosti na úhlu záběru φ podle závislosti $h\varphi = f_z \cdot \sin\varphi$. Křivka znázorňující tuto závislost je sinusovka.

Maximální tloušťku rovnou f_z dosahuje třísky v ose frézy.

Střední tloušťka třísky se spočítá ze vztahu:

$$h_m = f_z \sin \kappa_r 57,3 \left(\frac{a_e}{D \cdot \arcsin\left(\frac{a_e}{D}\right)} \right)$$

Neudává se

Drsnost obrobeneho povrchu

Teoretická hodnota maximální nerovnosti povrchu

$$R_{\max} = \frac{125 \cdot f_{ot}^2}{r_e} \quad [\mu\text{m}]$$

Střední drsnost obrobeneho povrchu R_a

$$R_a = \frac{43,9 \cdot f_{ot}^{1,88}}{r_e^{0,97}} \quad [\mu\text{m}]$$

U rovinného frézování je drsnost obrobeneho povrchu nejvíce závislá na vzájemné poloze (axiální házivos-ti) jednotlivých břitů frézy a dále je ovlivněna geometrií břitu (typem použité VBD), řeznými podmínkami a vlastnostmi obráběného materiálu.

Neudává se

R _ε	posuv f [mm·ot ⁻¹]											
	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40				
	drsnost Ra [μm]											
0,2	2,7	3,9	6,7	10,1	15,4	-	-	-				
0,4	1,4	2,0	3,4	5,2	7,9	11,1	14,8	-				
0,5	1,1	1,6	2,7	4,2	6,3	8,9	11,9	15,3				
0,8	0,7	1,0	1,8	2,6	4,0	5,7	7,6	9,7				
1,0	0,6	0,8	1,4	2,1	3,2	4,6	6,0	7,8				
1,2	-	0,65	1,2	1,8	2,7	3,8	5,1	6,6				
1,5	-	-	0,95	1,4	2,2	3,1	4,1	5,3				
1,6	-	-	0,9	1,35	2,0	2,9	3,9	5,2				
2,4	-	-	0,6	0,9	1,4	1,9	2,6	3,4				

2. Definice základních pojmů a výpočtové vzorce

Soustružení

Frézování

Vrtání

Při svislém (zapichovacím) frézování rozlišujeme drsnost v radiálním směru (vlnitost), která závisí na velikosti řádkování (kroku) - tj. posuvu frézy f_e v radiálním směru. Ta se vypočte ze vztahu:

$$R_{\max} = h_{\max} = \frac{f_e^2}{4 \cdot D} [\mu\text{m}]$$

f_e = posuv (krok) řádkování [mm]
 D = průměr frézy [mm]

Drsnost obrobeneho povrchu axiálním směru (ve směru axiálního posuvu frézy) je možno určit z empirického vztahu:

$$R_a = 43,9 \frac{f_z^{1,88}}{r_e^{0,97}} [\text{mm}]$$

f_z = posuv na zub [mm]
 r_e = poloměr zaoblení špičky [mm]

Objem odebraného materiálu

Je jedním z hlavních kritérií pro hodnocení ekonomiky řezného procesu a lze ho vypočítat ze vztahů:

$$Q = a_p \cdot f_{ot} \cdot v_c [\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}]$$

Q = objem odebraného materiálu [$\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$]
 a_p = hloubka řezu [mm]
 f_{ot} = posuv na otáčku [$\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}$]
 v_c = řezná rychlost [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]

$$Q = \frac{a_p \cdot a_e \cdot f_{\min}}{1000} [\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}]$$

Q = objem odebraného materiálu [$\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$]
 a_p = axiální hloubka řezu [mm]
 a_e = radiální hloubka řezu [mm]
 f_{\min} = minutový posuv [$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$]

$$Q = f_{\min} \frac{\pi D^2}{4000} [\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}]$$

Q = objem odebraného materiálu [$\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$]
 f_{\min} = minutový posuv [$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$]
 D = průměr vrtáku resp. díry [mm]

Potřebný výkon hnacího motoru stroje

Je limitním kritériem pro optimalizaci s ohledem na maximální možné využití stroje. Při výpočtu řezného výkonu hraje velmi důležitou roli druh obráběného materiálu resp. tzv měrný řezný odpor.

Se zmenšující se tloušťkou třísky měrný řezný odpor roste !!!

Pro jednoduchost uvádíme i vzorec pro přibližný výpočet ve kterém není nutno použít hodnotu měrného řezného odporu

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot k_c \cdot v_c}{60 \cdot 10^3 \cdot \eta} [\text{kW}]$$

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c}{x} [\text{kW}]$$

P_c = potřebný výkon [kW]
 a_p = hloubka řezu [mm]
 f = posuv [$\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}$]
 k_c = měrný řezný odpor [MPa]
 v_c = řezná rychlost [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]
 η = účinnost soustruhu obvykle 0,7-0,8
 x = součinitel pro vliv obráběného mater.

materiál	ocel	litina	Al
součinitel x	20	25	100

$$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot f_{\min} \cdot k_c \cdot k_\gamma}{60 \cdot 10^6 \cdot \eta} [\text{kW}]$$

$$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot f}{x} [\text{kW}]$$

P_c = potřebný výkon [kW]
 a_p = axiální hloubka řezu [mm]
 a_e = radiální hloubka řezu [mm]
 f_{\min} = minutový posuv [$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$]
 k_c = měrný řezný odpor [MPa]
 k_γ = korekční koeficient na efektivní ortogonální úhel čela γ_0
 v_c = řezná rychlost [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]
 η = účinnost frézky obvykle 0,75
 x = součinitel pro vliv obráběného mater.

materiál	ocel	litina	Al
součinitel x	24000	30000	120000

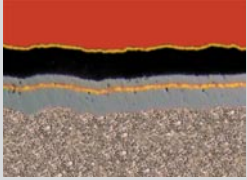
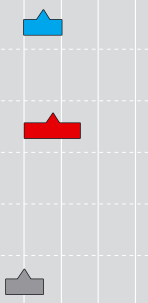
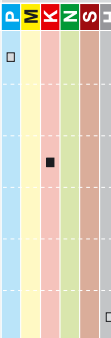
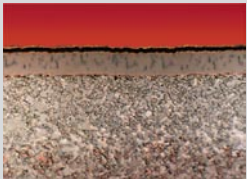
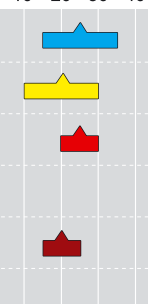
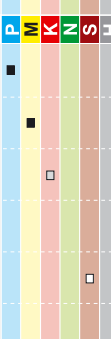
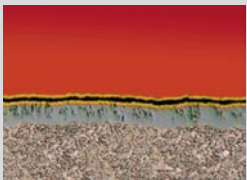
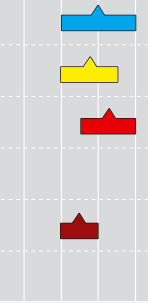
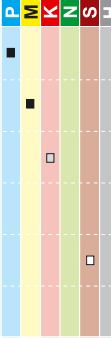
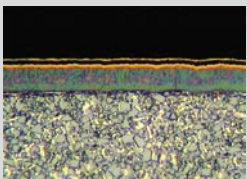
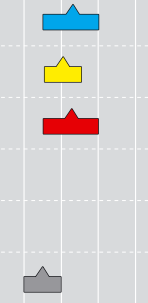
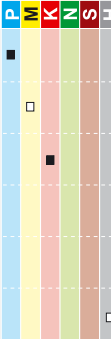
$$P_c = \frac{k_{c1} \cdot f^{1-c} \cdot D \cdot v_c}{24 \cdot 10^4 \cdot \eta} [\text{kW}]$$

$$P_c = \frac{D \cdot f \cdot v_c}{x} [\text{kW}]$$

P_c = potřebný výkon [kW]
 D = průměr vrtáku resp. díry [mm]
 f = posuv [$\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}$]
 c = exponent vyjadřující vliv tloušťky třísky h (\approx posuvu f) na velikost měrného řezného odporu
 k_{c1} = měrný řezný odpor při posuvu \approx tloušťce třísky $h = 1 \text{ mm}$ [MPa]
 v_c = řezná rychlost [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]
 η = účinnost stroje obvykle 0,7- 0,8
 x = součinitel pro vliv obráběného mater.

materiál	ocel	litina	Al
součinitel x	48	60	240

3.1 Materiály s povlaky MTCVD

ozn. Pramet	MIKROSTRUKTURA	APLIKAČNÍ OBLASTI PODLE ISO 513	SKUPINA OBRÁBĚNÝCH MATERIÁLŮ	DOPORUČENÉ POUŽITÍ
6620		<div>10 20 30 40</div> 	<div>P M K N S H</div> 	<p>Materiál s nejvyšší ořezuvzdorností z řady 6000.</p> <p>Vhodný pro dokončovací až polohrubovací soustružení litiny, uhlíkových i legovaných ocelí.</p> <p>Lze ho také (podmíněně) použít pro jemné a dokončovací soustružení kalených ocelí a tvrdých litin.</p>
6630		<div>10 20 30 40</div> 	<div>P M K N S H</div> 	<p>Univerzální materiál pro soustružení ocelí se širokou aplikační oblastí.</p> <p>Vhodný též pro obrábění litiny i korozi-vzdorných ocelí.</p> <p>Spojuje dobrou ořezuvzdornost s vysokou houževnatostí.</p>
6640		<div>10 20 30 40</div> 	<div>P M K N S H</div> 	<p>Nejhouževnatější z materiálů řady 6000.</p> <p>Použití pro operace se silným mechanickým namáháním břitů. Přerušovaný řez, hrubá kůra výkovek a odlitků. Soustružení korozi-vzdorných ocelí. Upichování, zapichování a kopírovací soustružení (CTP) běžných i korozi-vzdorných ocelí. Dále tento materiál doporučujeme i pro obvodové destičky vrtacích nástrojů.</p>
5026		<div>10 20 30 40</div> 	<div>P M K N S H</div> 	<p>Tento materiál je určený zejména pro frézování uhlíkových i slitinových ocelí a litin středními a vyššími řeznými rychlostmi a středními posuvy.</p> <p>Jedná se o materiál s vysokou ořezuvzdorností danou speciálně vyvinutým podkladovým materiálem a koncepčně novým typem povlaku.</p>

3.2 Materiály s povlaky PVD

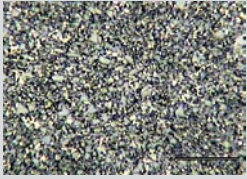
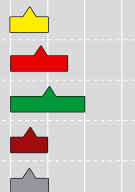
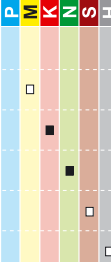

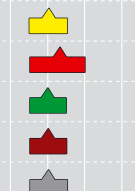
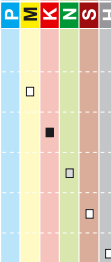
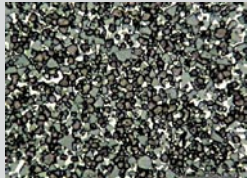

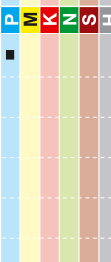
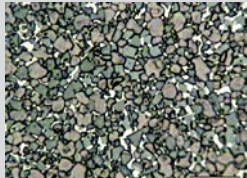

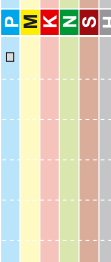

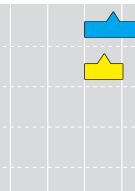
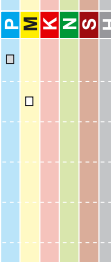
ozn. Pramet	MIKROSTRUKTURA	APLIKAČNÍ OBLASTI PODLE ISO 513	SKUPINA OBRÁBĚNÝCH MATERIÁLŮ	DOPORUČENÉ POUŽITÍ
8016		10 20 30 40 soustružení	P M K N S H	<p>Materiál pro jemné až polohrubovací soustružení běžných, korozivzdorných i zušlechtěných ocelí (HRC>55).</p> <p>Dále pak pro obrábění žárupevných a žáruvzdorných ocelí. Lze ho také použít pro soustružení litin a slitin na bázi Al a Cu.</p> <p>V oblasti frézování tento materiál doporučujeme pro obrábění běžných, žárupevných, žáruvzdorných ocelí a také litin nižšími a středními posuvy.</p>
		frézování	P M K N S H	
8026		10 20 30 40 soustružení	P M K N S H	<p>Tento materiál má dominantní postavení při frézování korozivzdorných ocelí, ale lze ho použít i při obrábění běžných uhlíkových i slitinových ocelí a ocelolitin vyššími a středními posuvy, středními a vyššími rychlostmi.</p> <p>Lze ho použít pro obrábění litin a dle typu VBD i frézování Al a Cu resp. slitin neželezných kovů.</p> <p>Vhodný jak pro běžné tak i kopírovací frézování.</p>
		frézování	P M K N S H	
8030		10 20 30 40 soustružení	P M K N S H	<p>Tento materiál nachází velmi širokou oblast použití, zejména díky své vysoké provozní spolehlivosti.</p> <p>Je určen pro VBD složících k závitování, upichování, zapichování a kopírovacímu soustružení (CTP). Používá se při obrábění běžných i korozivzdorných ocelí a dále pak pro jemné a dokončovací soustružení korozivzdorných a vysoce legovaných ocelí a superslitin.</p> <p>Jednou z jeho hlavních aplikačních oblastí je vedle závitování i vrtání, kde se používá jak pro vnitřní tak i obvodové VBD.</p>
		frézování	P M K N S H	
8040		10 20 30 40 soustružení	P M K N S H	<p>Jedná se o nejhouževnatější materiál, který je určen pro extrémně přerušované řezy a špatné záběrové podmínky.</p> <p>Ve frézování ho lze doporučit jako prvou volbu pro nástroje určené k obrábění uhlíkových a slitinových ocelí</p> <p>Své použití dále nachází i při soustružení i frézování litin a hlavně pak těžkoobrobitelných slitin na bázi Ni, Co a Fe. Obrábění licí a kovací kůry.</p>
		frézování	P M K N S H	

DEFINICE POJMŮ
VZORCEŘEZNÉ MATERIÁLY
PRAMETVOLBA NÁSTROJE
PRO SOUSTRUŽENÍVOLBA NÁSTROJE
PRO FRÉZOVÁNÍVOLBA NÁSTROJE
PRO VRTÁNÍ

OPOTŘEBENÍ VBD

SKUPINY MATERIÁLŮ
TABULKY EKVIVALENTŮ

3.3 Nepovlakované materiály

ozn. Pramet	MIKROSTRUKTURA	APLIKAČNÍ OBLASTI PODLE ISO 513	SKUPINA OBRÁBĚNÝCH MATERIÁLŮ	DOPORUČENÉ POUŽITÍ
HF7		10 20 30 40 	P M K N S H 	Soustružení šedé litiny, temperované tvárné litiny, korozivzdorných ocelí, žáruvzdorných a žárupevných ocelí a speciálních slitin. Soustružení slitin Al a Cu a zušlechtěných ocelí (HRC > 55).
H10		10 20 30 40 	P M K N S H 	Frézování šedé litiny, temperované litiny, hliníkových slitin, barevných kovů, dřeva a umělých hmot. Obrábění při vyšších a středních rychlostech při lehkém a středním frézování.
S26		10 20 30 40 	P M K N S H 	Frézování načisto, polohrubování oceli a ocelolitiny. Obrábění vyššími a středními rychlostmi při lehkém a středním frézování. Základní nepovlakovaný materiál pro frézování oceli.
S30		10 20 30 40 	P M K N S H 	Střední frézování oceli a ocelolitiny středními a nižšími řeznými rychlostmi při méně příznivých podmínkách.
S45		10 20 30 40 	P M K N S H 	Frézování ocelí, korozivzdorných ocelí a ocelolitiny. Obrábění při nízkých řezných rychlostech a při těžkém hrubování. Pro hrubování obrobků s nerovnoměrnou hloubkou řezu a s nečistým povrchem za ztížených podmínek.

3.4 Srovnávací tabulka materiálů - MTCVD

Srovnávací tabulka aplikačních oblastí zahraničních řezných materiálů s materiály Pramet základní řady pro soustružení.

		6630						
		6620				6640		
	TP05	TP10	TP15	TP20	TP25	TP30	TP35	TP40
SECO	T15M	TP100	TP100	TP200	TP200	TP200	TP300	TP300
	TX100	TX150	TP200			TP300		
			GC4015					
COROMANT	GC3005	GC2015	GC4025	GC4025	GC4025	GC4035	GC4035	GC235
	GC3015	GC3020	GC3025	GC2025	GC2025	GC2025	GC2025	GC2035
			KC9010	KC9025			CM4	
KENNAMETAL	KC910	KC850	KC9020		KC935	KC9040	KC9045	KC250
			KC990	KC950				
			CW2			CL4		
HERTEL	CP1	CPX		CM2	CM3			CM5
			13E			CM4		
			GM10			GM25		
HITACHI	HC5000		(MG10)			(MG25)		
			IC815	IC825		IC656		IC635
ISCAR	IC428	IC805	IC9015		IC8025	IC9025		
			IC848	IC8048		IC835		IC3028
KYOCERA			CR7015		CR600	CR7025	CA225	
	UC5005	U420				U625		
MITSUBISHI			U610	UC6010	UC6010			US735
	UE6005	U510				UC6025		
				ON125				
SAFETY		OR1500	ORX	OR110			OR500	OR50
				OR2500				
	AC05	AC05A	AC10					
SUMITOMO				AC108	AC2000		AC25	AC300
	AC105	AC105G	AC15					
TELEDYNE	NL25		MP37		MP26	MP15		
		Sr117			Sr127	Sr137		Gm40
TIZIT	Sr17		Gm517	Gm520				
		Gm517			Gm527	Gm537		Gm540
			T715X	T803			T725X	
TOSHIBA	T5020	T7010			T7020	T813		
			T7015	T822			T7025	
	HK150	TN150		TN200		TN250		
WIDIA			TN25M			TN350	HK35	TN7035
	TN7005	TN7015		TN7015		TN7025		
			V01		SV235			
VALENITE	SV310	SV315	VN8			SV325		V1N
			VN5	(SV200)				
	WTA13		WAP20			WTA43	WTA53	
WALTER		WTA23		WTA33	WAM20			
	WAP10		WAP25			WAP30	WTA51	

3.4 Srovnávací tabulka materiálů - PVD

Srovnávací tabulka aplikačních oblastí zahraničních řezných materiálů s materiály Pramet základní řady pro soustružení

	8030							
	8016				8040			
* = uncoated								
SECO	CP200	CP200	CP200	CP25	CP50	CP50		
		CP25	CP25	CP50	CP50	CP50		
		GC1020	GC1020	GC1020	GC1025	GC1025		
COROMANT	GC1010	GC1010		GC1025	GC1025	GC1025		
							S6*	S6*
KENNAMETAL		KC732	KC732	KC732				
		KC730	KC730	KC730				
					KC720	KC720	KC720	
				KC722	KC722	KC722		
HERTEL					CS5	CS5	CS5	
							PVA*	PVA*
		HC843	HC843	HC843	HC843			
HITACHI			HC844	HC844	HC844	HC844		
ISCAR	IC220	IC220	IC220	IC250	IC250	IC228	IC228	IC228
			IC308	IC308	IC328	IC328	IC328	
					IC354	IC354	IC354	IC354
KYOCERA			PR630	PR630	PR630			
				PR660	PR660	PR660		
MITSUBISHI		UTi20T*	UTi20T*	UP20M	UP20M	UP20M		
				UTi20T*				
						STi40T*	STi40T*	STi40T*
			KX15	KX15	KX15			
SAFETY				KX20	KX20	KX20		
					KX25	KX25	KX25	
SUMITOMO	EH510Z							
	EH510							
			A30N*	A30N*	A30N*	A30N*		
TELEDYNE			TP21	TP21	TP21			
TIZIT								
			S40T*	S40T*	S40T*	S40T*	S40T*	
TOSHIBA	AH110	AH110	AH110	GH330	GH330	GH330		
		AH120	AH120	AH120	AH120			
	AH740	AH740	AH740		GH340	GH340	GH340	
	TTX*	TTX*						
WIDIA		TTM*	TTM*	TTM*				
				TTR*	TTR*	TTR*		
	VC927	VC927						
VALENITE	UC907	UC907	UC905	UC905	UC905			
	VC902	VC902	VC902	VC902				
	WXK10	WXK10	WXK10					
WALTER				WXM25	WXM25	WXM25	WK40*	WK40*
				WXM35	WXM35	WXM35	WXM35	

3.4 Srovnávací tabulka materiálů - PVD

Srovnávací tabulka aplikačních oblastí zahraničních řezných materiálů s materiály Pramet základní řady pro frézování

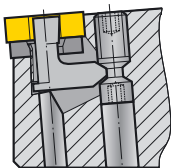
	8026							
	8016				8040			
			F20M	CP25		T60M		F40M
SECO		CP20		F25M		F30M	F40M	CP50
	F15M		F25M		F30M			
	GC1015		GC1020	GC1020	GC1020	GC1025	GC2030	
COROMANT		GC1015			GC1025	GC1120		
		GC1020						GC2030
				KC710	KC721M	KC725M		KC720
KENNAMETAL			KC732	KC730	KC740	KCF22		
	KC705M	KC709M	KC730	KC740				
				CS5	CS5			
HERTEL				CM2				
		CY15	HC844	CY25	CZ250	CY250		
HITACHI								
		HC830						
			IC250	IC950	IC354		IC928	IC328
ISCAR		IC220		IC308				IC228
			IC910	IC508				IC3028
KIENINGER								
		CKA128	CKC128					
				UP20M				
MITSUBISHI						M20		
		UP10H						
			P25TiAIN	P25TiAIN	P25TiAIN		P40TiAIN	P40TiAIN
POKOLM						P25TiAIN		
	K10							
			OR725					
SAFETY								
			OR820					
		AC325	AC330	ACZ320			K50L	
SUMITOMO		KC130C						
		EH10Z	EH20Z					
		AH330	GH330	T260				
TOSHIBA			GH336					
			T221					
			TPC25	HCP25				
WIDIA								
			VC905	VC935				
VALENITE								
		VC901	VC929	VC928				
			WXM22				WXP35	
WALTER								

4.1 Volba držáku

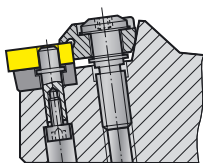
4.1.1 Volba držáku s ohledem na způsob upnutí

Nabídka firmy PRAMET TOOLS obsahuje nožové držáky, stavitelné držáky, karuselové hlavice a stavitelné hlavice pro vnější soustružení podélné, čelní i kopírovací a také samozřejmě pro soustružení vnitřní.

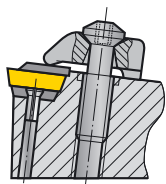
Nožové držáky rozdělujeme podle systému upínání VBD do šesti skupin, které jsou schematicky znázorněny v následující stati.



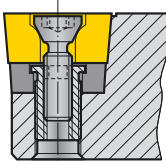
ISO P - Tento systém slouží k upínání negativních destiček s válcovým otvorem a to jak s utvařeči tak bez nich. Upnutí destičky je realizováno úhlovou pákou, která po dotažení šroubu dotlačí destičku do lůžka v držáku. Držáky s tímto systémem upnutí VBD zajišťují spolehlivé a přesné upnutí VBD. Jejich nejvýhodnější a také nejčastější použití je pro vnější soustružnické operace a to jak dokončovací tak i hrubovací. Alternativně se tento způsob upínání používá i pro držáky určené pro vnitřní soustružení otvorů větších průměrů.



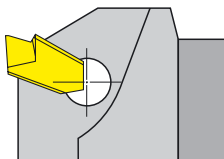
ISO M - tímto způsobem se upínají VBD stejného typu jako u systému ISO P. V tomto případě je destička nasazena na pevný čep, k němuž je dotlačována upínkou, která současně fixuje břitovou destičku i shora. Tento typ upínání je vhodný zejména pro držáky, u nichž se dá předpokládat zvýšené dynamické namáhání. Tyto držáky se používají takřka výhradně pro vnější soustružení.



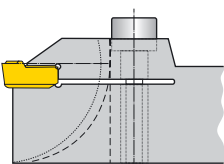
ISO C - Tento systém slouží k upínání negativních i pozitivních destiček bez otvoru a to jak s utvařeči (předlisované, vybrušované a příložené) tak bez nich. Destička je v lůžku nožového držáku stabilizována upínkou dotahovanou šroubem, pod níž se u některých typů destiček vkládá ještě příložený utvařeč. Držáky s tímto systémem upínání jsou používány pro obrábění vnějších i vnitřních ploch. Systém upínání C ztrácí v současné době svůj význam. Zejména u nástrojů pro vnitřní soustružení je s výhodou nahrazován systémem S.



ISO S - S tímto systémem upínání se setkáváme zejména u nožů menších průřezů těles, určených pro vnější i vnitřní soustružení (vyvrtávání). Upnutí je v tomto případě realizováno speciálním šroubem, procházejícím kuželovým otvorem destičky. Dotažením tohoto šroubu je destička fixována v lůžku nožového držáku. Toto řešení je výhodné zejména v tom, že zde není žádná překážka pro odchod třísky.



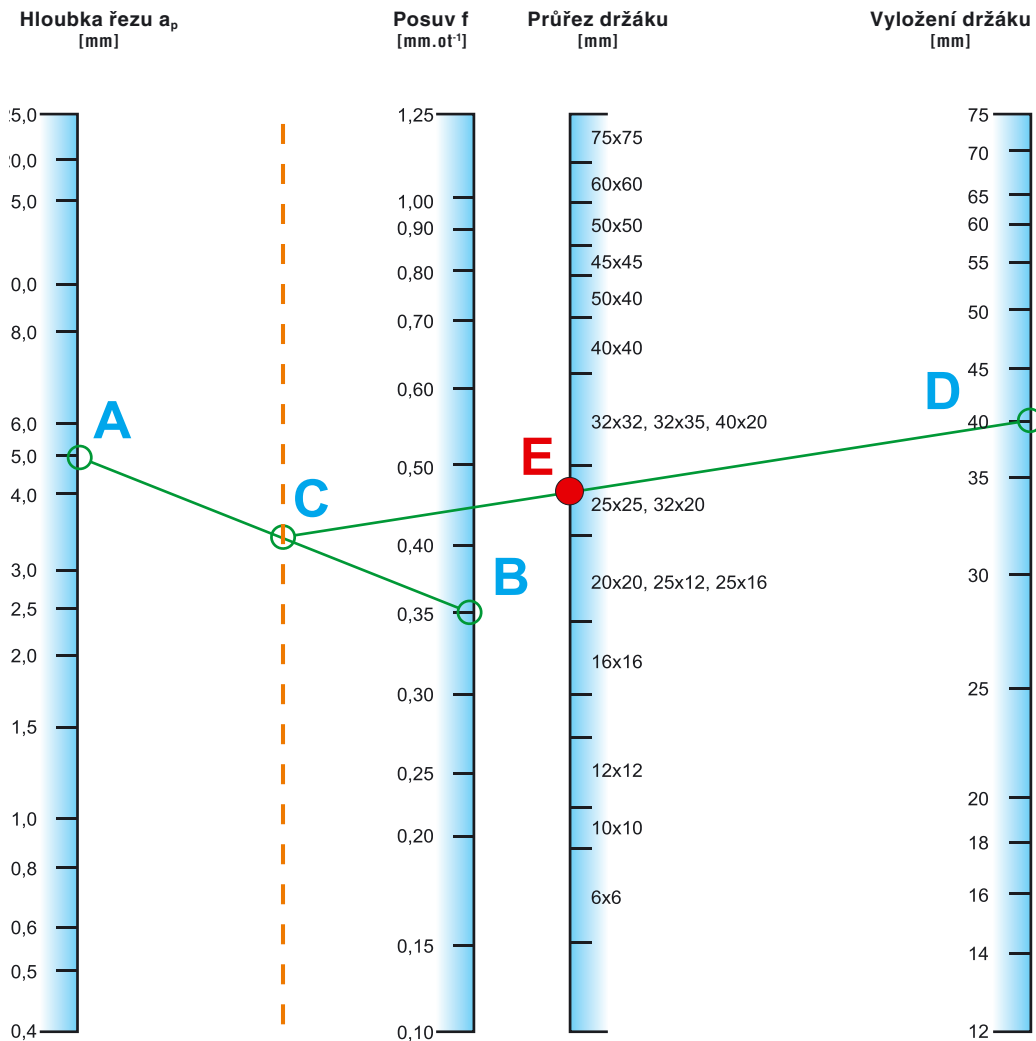
ISO X - Pod tímto označením se setkáváme s noži s tzv. speciálním systémem upnutí (tzn. je odlišný u jednotlivých výrobců a dodavatelů nářadí). V našem případě jsou pod tímto označením uvedeny nožové držáky, které realizují upnutí destičky řeznou silou do samosvorného lůžka. Tento typ upínání se používá pro nástroje určené pro upichování a zapichování.



ISO G - Tento systém upínání se používá u nožů pro soustružení zápichů a u nožů pro kopírovací soustružení (systém CTP). Destička je do lůžka držáku dotlačována upínkou shora. Dosedací plocha v držáku, v upínce i v destičce je profilována tak, aby se zabránilo vyvrácení destičky posuvovou složkou řezné síly.

4.1.2 Volba průřezu (kvadrátu) nožového držák

Volba průřezu držáku je ve většině případů dána možnostmi obráběcího stroje, ale pro případ, že lze provést optimální volbu uvádíme následující nomogram který umožňuje optimální volbu průřezu držáku s ohledem na použité řezné podmínky (posuv a hloubka řezu) a vyložení nástroje.




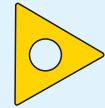
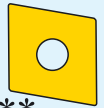

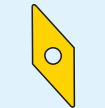


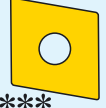

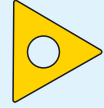
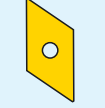
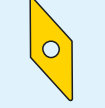
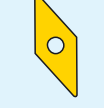
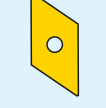
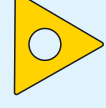


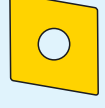





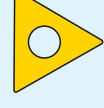
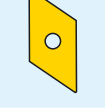
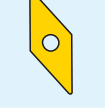


Příklad použití nomogramu:

V prvním kroku spojíme zvolenou (nebo maximální) hloubku řezu a_p (bod **A**) se zvoleným (nebo opět maximálním použitým) posuvem f (bod **B**). Z průsečíku středové přímkou a spojnice těchto dvou bodů (bod **C**) vedeme úsečku do bodu označujícího vyložení držáku (bod **D**). Na druhé ose zprava pak odečteme vhodný průřez držáku (bod **E**).

4.2 Volba VBD

4.2.1 Volba základního tvaru břitové destičky

Kritérium volby	Priorita volby						
	1	2	3	4	5	6	7
Počet využitelných břitů	 *				 **		
Stabilita při přerušovaném řezu	 *		 ***				
Přístup k opěrnému kuželu							
Odolnost vůči plastické deformaci	 *		 ***				
* závisí na hloubce řezu a_p ** v případě, že máme možnost využít jak "ostrý" tak "tupý" roh posouvá se na pozici druhé volby *** v případě, že používáme "tupý roh" přesouvá se na prvou až druhou pozici							

4.2.2 Volba velikosti břitové destičky

Maximální přípustná hloubka řezu $a_{p \max}$ je závislá jednak na hlavním rozměru VBD a na úhlu nastavení, pod kterým je destička upnuta v nožovém držáku, samozřejmě záleží i na funkčních vlastnostech předloženého utvařeče.

Maximální hodnoty hloubky řezu $a_{p \max}$ pro soustružení kruhovými destičkami v závislosti na průměru d jsou v následující tabulce.

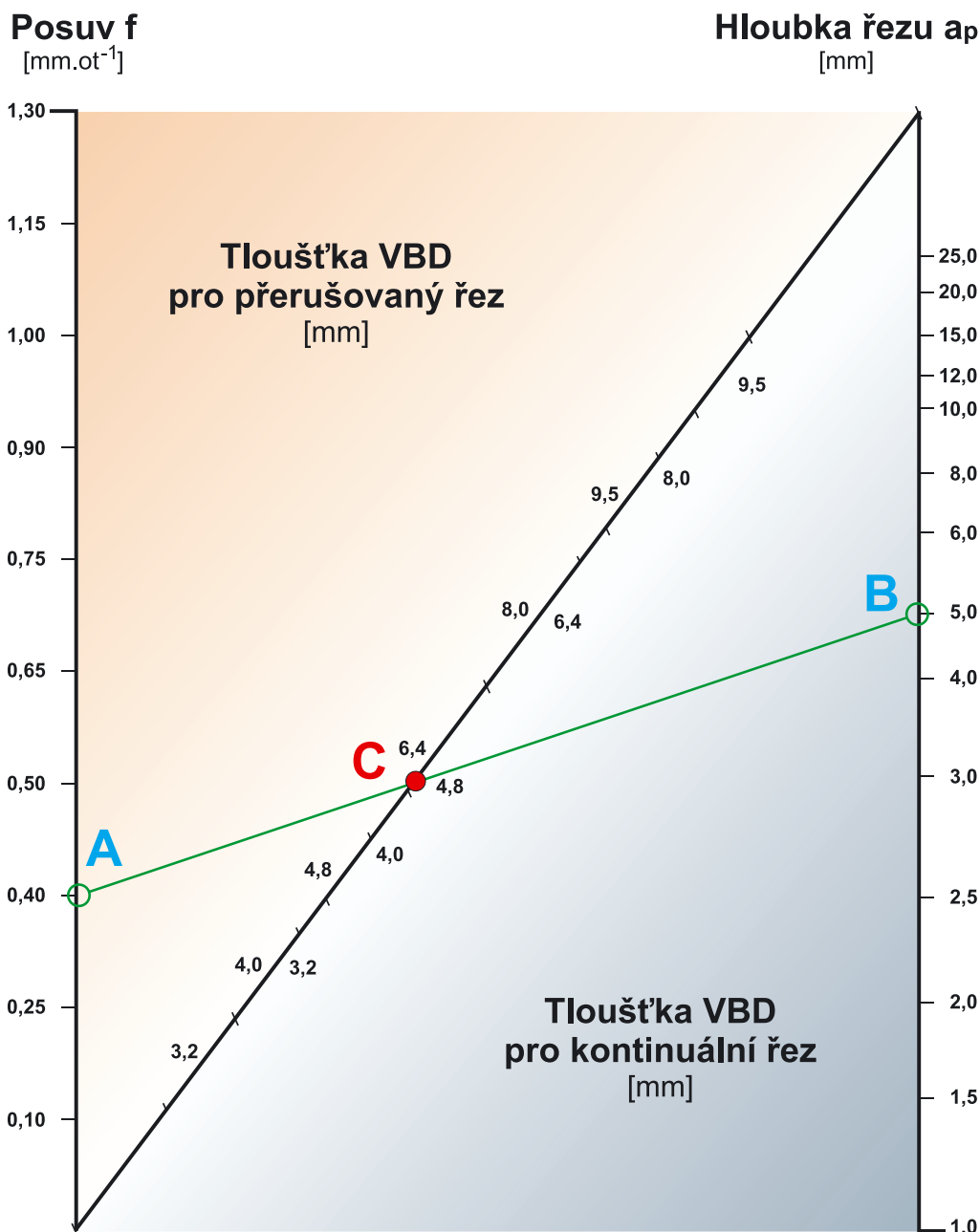
Tvar a velikost VBD RP, RC..., RN..	$\varnothing d = \text{I.C.}$	$a_{p \max}$
	06	2,5
	08	3,0
	10	3,5
	12	5,0
	13	5,5
	15	6,5
	16	7,0
	19	8,0
	20	8,5
	25	10,5
	32	16,0

V následující tabulce jsou uvedeny přístupné hodnoty $a_{p\max}$ pro různé tvary VBD a různé úhly κ_r při soustružení.

Tvar a velikost VBD		Maximální přípustná délka břitu v záběru		$a_{p\max}$ [mm]			
		L_{\max} [mm]		$\kappa_r = 90^\circ$	$\kappa_r = 75^\circ = 105^\circ$	$\kappa_r = 60^\circ = 120^\circ$	$\kappa_r = 45^\circ = 135^\circ$
VC	11	0,25L	2,8	2,8	2,7	2,4	-
	16		4,2	4,2	4,0	3,7	-
VN	11		2,8	2,8	-	-	-
	16		4,1	4,1	-	-	-
DC	07	0,25L	2,0	2,0	1,9	1,7	-
	11		2,9	2,9	2,8	2,5	-
DN	11		2,9	2,9	2,8	2,5	-
	15		3,9	3,9	3,8	3,4	-
KN	16		4,7	4,7	-	3,9	-
	19		4,7	4,7	-	3,9	-
TC	11	0,33L	3,6	3,6	-	-	-
	16		5,5	5,5	-	-	-
TN	11		3,6	3,6	-	-	-
	16		5,5	5,5	-	4,8	-
	22		7,3	7,3	-	6,4	-
	27		9,1	9,1	-	7,9	-
CC	06	0,66L	4,2	4,2	4,1	-	3,0
	09		6,4	6,4	6,2	-	-
	12		8,5	8,5	8,2	-	-
CN	12		8,5	8,5	8,2	-	-
	16		10,6	10,6	10,5	-	-
$\varepsilon_r = 80^\circ$	19		12,7	12,7	12,3	-	-
	25		16,5	16,5	16,0	-	-
CN	12	0,66L	8,5	-	8,2	-	-
	16		10,6	-	10,3	-	-
$\varepsilon_r = 100^\circ$	19		12,7	-	12,3	-	-
	25		16,5	-	16,0	-	-
WC	06	0,5L	3,3	3,3	-	-	-
	08		4,4	4,4	-	-	-
WN	06	0,5L	3,3	3,3	-	-	-
	08		4,4	4,4	-	-	-
SC	09	0,66L	6,3	-	6,1	-	4,5
	12		8,4	-	8,1	-	6,0
SN	12	0,66L	8,4	-	8,1	-	6,0
	15		10,4	-	10,0	-	7,1
	19		12,6	-	12,2	-	8,9
	25		16,8	-	16,3	-	12,0

4.2.2.1 Volba optimální tloušťky břitové destičky

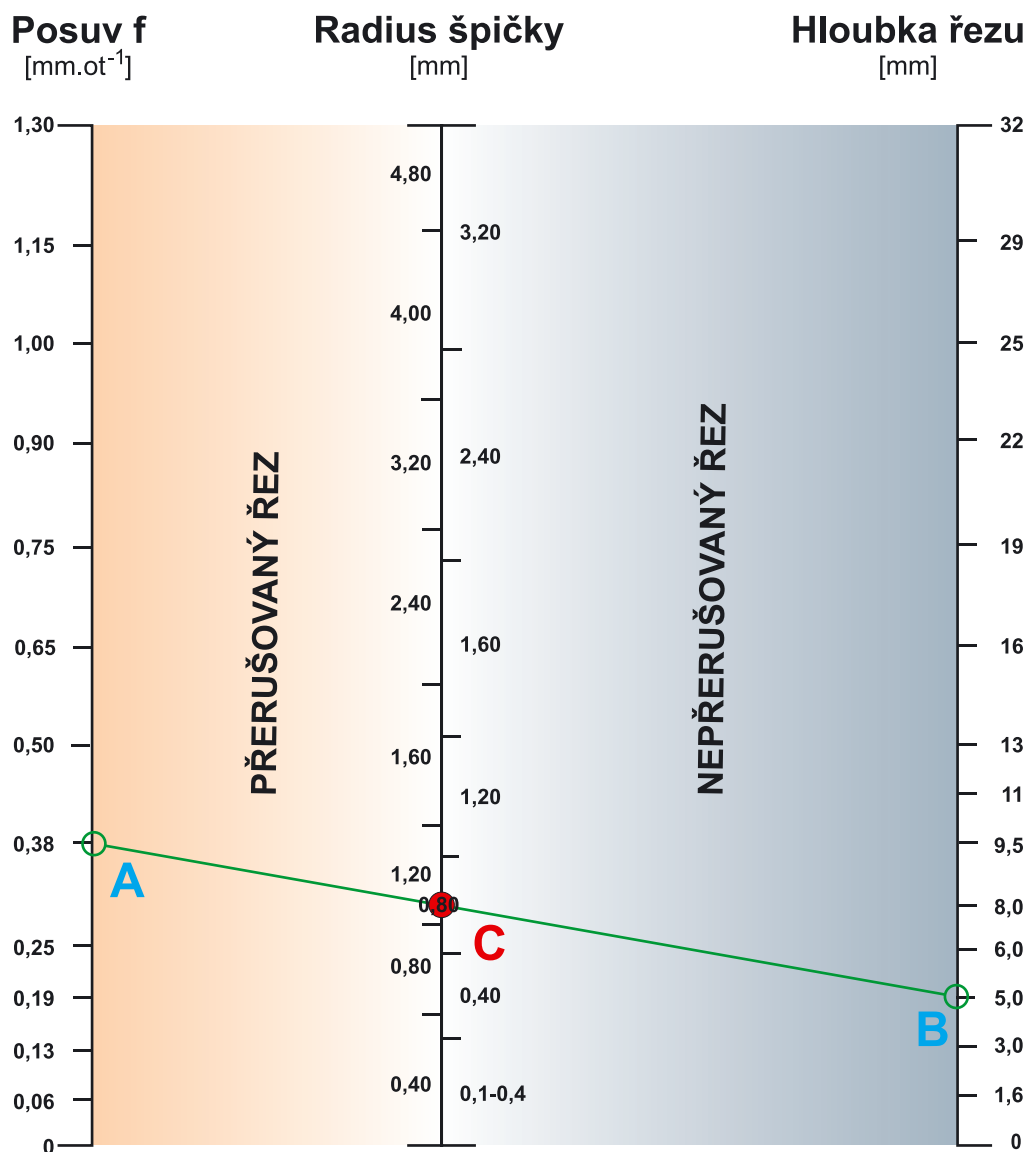
Pro určení tloušťky VBD opět použijeme jednoduchý nomogram. Pro zvolenou kombinaci posuvu a hloubky řezu určíme tloušťku destičky z průsečíku na střední (šikmé) ose pro přerušovaný nebo nepřerušovaný řez. Zvolíme VBD o nejbližší vyšší tloušťce.



4.2.2.2 Volba poloměru zaoblení špičky břitové destičky

Poloměr zaoblení špičky r_e (poslední dvojčíslí v ISO kódu značení VBD) se volí pokud možno co největší. Jeho velikost spolu s úhlem špičky VBD ϵ_r je dána základním tvarem destičky a má vliv na odolnost břitu proti plastické deformaci špičky. Čím větší je poloměr zaoblení r_e , tím větší je odolnost proti plastické deformaci - totální destrukci špičky účinkem překročení meze tepelné stability materiálu VBD. Větší hodnota r_e umožňuje použití větších posuvů, ale současně vyžaduje větší tuhost soustavy stroj-nástroj-obrobek. U méně tuhých obrobků roste při použití VBD s větším poloměrem špičky r_e nebezpečí vzniku vibrací.

Pro prvotní volbu rádiusu VBD lze použít následně uvedený nomogram:



Příklad použití nomogramu:

Pro zvolený posuv respektive pro nejvyšší posuv při němž bude daná VBD pracovat (bod A) a pro zvolenou hloubku řezu a_p (bod B) (opět volíme nejvyšší) odečteme na středních osách velikost rádiusu špičky a to s ohledem zda se jedná o přerušovaný či kontinuální řez (bod C).

Při volbě hloubky řezu je nutno dbát na to, aby nejmenší z použitých hloubek byla stejná a nebo raději větší než rádius zvolené VBD.

Se vzrůstem poloměru špičky se snižuje drsnost obrobeneho povrchu.

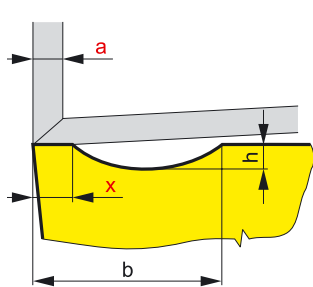
Maximální přípustné hodnoty posuvu f z hlediska eliminace nebezpečí vzniku plastické deformace břitu v závislosti na poloměru r_ϵ pro VBD různého tvaru je v následující tabulce.

Tvar VBD	Maximální přípustný posuv f [mm.ot ⁻¹]								
	$r_\epsilon = 0,2$	$r_\epsilon = 0,4$	$r_\epsilon = 0,5$	$r_\epsilon = 0,8$	$r_\epsilon = 1,0$	$r_\epsilon = 1,2$	$r_\epsilon = 1,5$	$r_\epsilon = 1,6$	$r_\epsilon = 2,4$
VC	0,07	0,14	-	0,28	-	0,42	-	0,56	-
DC, DN	0,09	0,18	-	0,36	-	0,54	-	0,72	-
KN	-	-	0,23	-	0,45	-	0,68	-	-
TC.. TN	0,10	0,20	-	0,40	-	0,60	-	0,80	-
CC.. TN $\epsilon_r = 80^\circ$	0,15	0,30	-	0,60	-	0,90	-	1,20	-
WC, WN	0,15	0,30	-	0,60	-	0,90	-	1,20	-
SC, SN	0,17	0,34	-	0,68	-	1,02	-	1,34	2,04
CC, CN $\epsilon_r = 100^\circ$	0,18	0,36	-	0,72	-	1,08	-	1,44	-

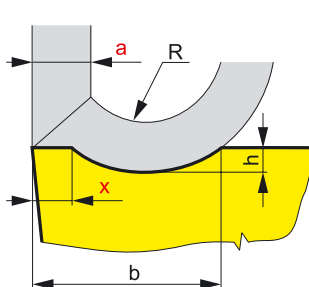
4.3 Volba utvařeče

Tvar odebrané třísky je závislý na mnoha faktorech. Jsou to vlastnosti obráběného materiálu, jeho pevnost, houževnatost a struktura, vlastnosti řezného materiálu, zejména jeho třecí vlastnosti (na čele), statické a dynamické vlastnosti obráběcího stroje, řezná kapalina, geometrie břitu, řezné podmínky a druh utvařeče třísky, tedy prakticky všechny faktory řezného procesu, které ve své kombinaci rozhodují, zdali vznikne krátká dělená transportovatelná tříška nebo plynulá, případně smotaná tříška, která rychle zaplní pracovní prostor stroje a je překážkou prakticky zcela znemožňující práci stroje.

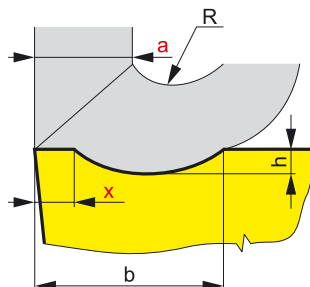
Určitý typ utvařeče utváří (láme třísku) pouze v určitém rozmezí posuvu a hloubky řezu. **Minimální posuv**, při kterém začíná utvařeč fungovat, **je závislý** především na **šířce stabilizační fazetky x a na jejím úhlu γ_x** . Maximální posuv, při kterém končí funkce utvařeče je závislý u žlábkového utvařeče na vzdálenosti výstupní hrany žlábků od ostří **b** a na hloubce žlábků **h** .



Tloušťka odřezávané vrstvy a je (při úhlu nastavení $\kappa_r = 90^\circ$ rovna posuvu) výrazně menší než šířka fazetky x potom dochází ke kontaktu třísky jen na fazetce. Tříška nemůže vniknout do utvařeče a tudíž nemůže být utvářena (viz schematický náčrt).

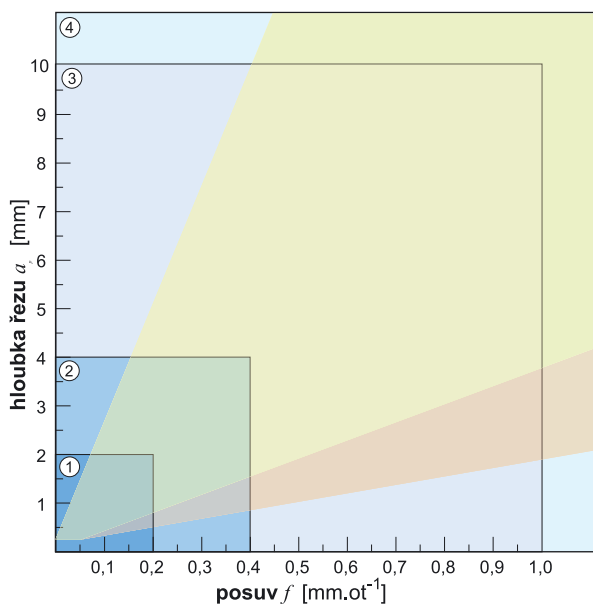


Je-li použit vyšší posuv f (větší tloušťka odebrané vrstvy a), kdy $x < a$, tříška vniká do utvařeče a **je jím utvářena** - zakřivena pod určitým poloměrem R (viz obr.).



$x \ll a$ (viz obr.) dochází nejprve k příliš tvrdému (nadměrnému) utváření (drcení) a při dalším zvyšování posuvu již tříška májí utvařeč aniž by byl ovlivněn její tvar (utváření neprobíhá).

Funkce určitého typu utvařeče je omezena pouze na určité rozmezí řezných podmínek. Z těchto důvodů jsou jednotlivé utvařeče koncipovány do komplexních řad, které umožňují vykrytí celého pásma nejčastěji používaných kombinací hloubka řezu – posuv viz následující obr., přičemž platí, že funkční oblasti jednotlivých členů této řady se překrývají.



①

Jemné a dokončovací soustružení

posuv $f = 0,05 \div 0,2 \text{ mm.ot}^{-1}$
hloubka řezu $a_p = 0,2 \div 2 \text{ mm}$

②

Polohrubovací soustružení

posuv $f = 0,2 \div 0,4 \text{ mm.ot}^{-1}$
hloubka řezu $a_p = 2 \div 4 \text{ mm}$

③

Hrubovací soustružení

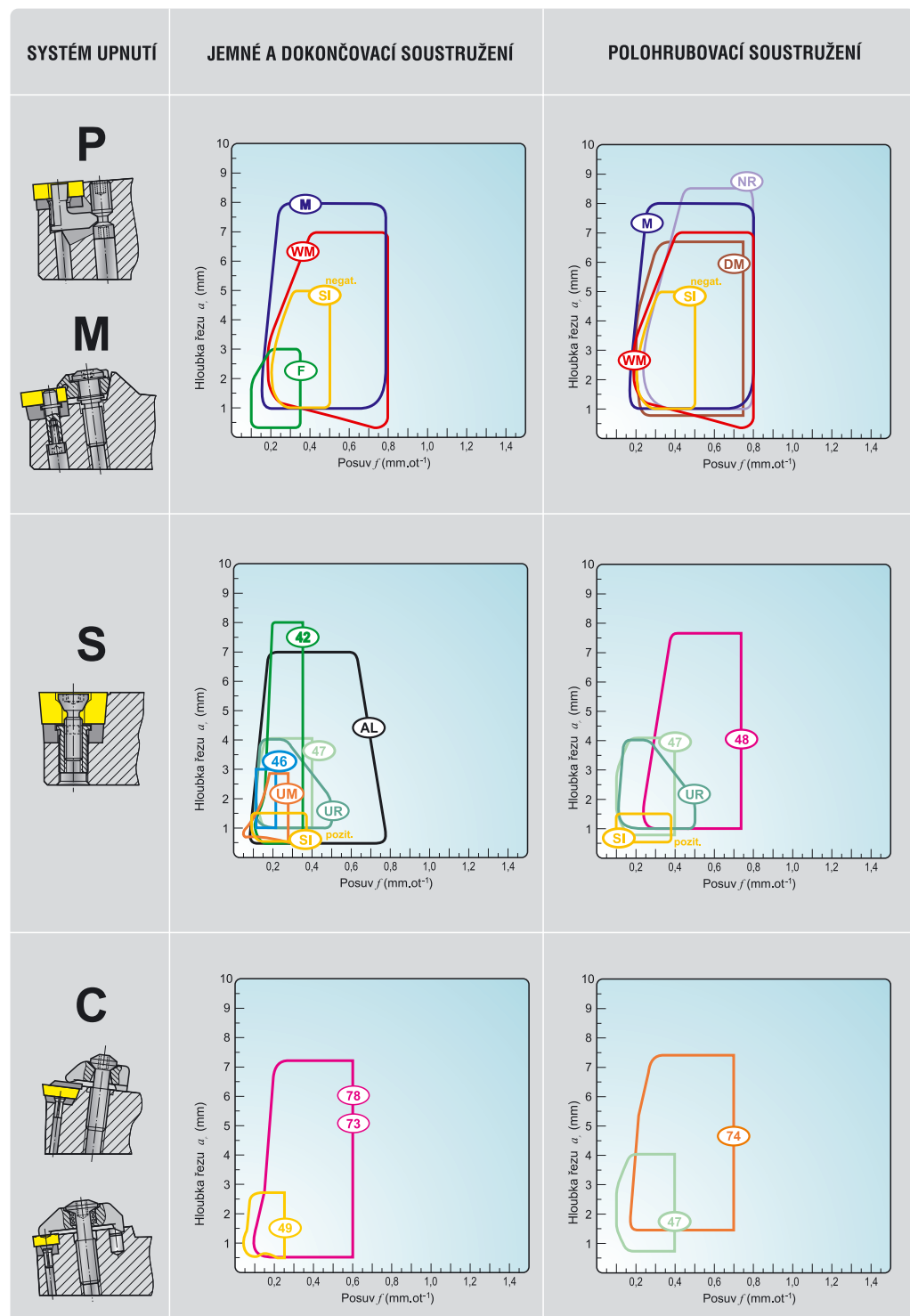
posuv $f = 0,4 \div 1,0 \text{ mm.ot}^{-1}$
hloubka řezu $a_p = 4 \div 10 \text{ mm}$

④

Těžké hrubovací soustružení

posuv $f = > 1,0 \text{ mm.ot}^{-1}$
hloubka řezu $a_p = > 10 \text{ mm}$

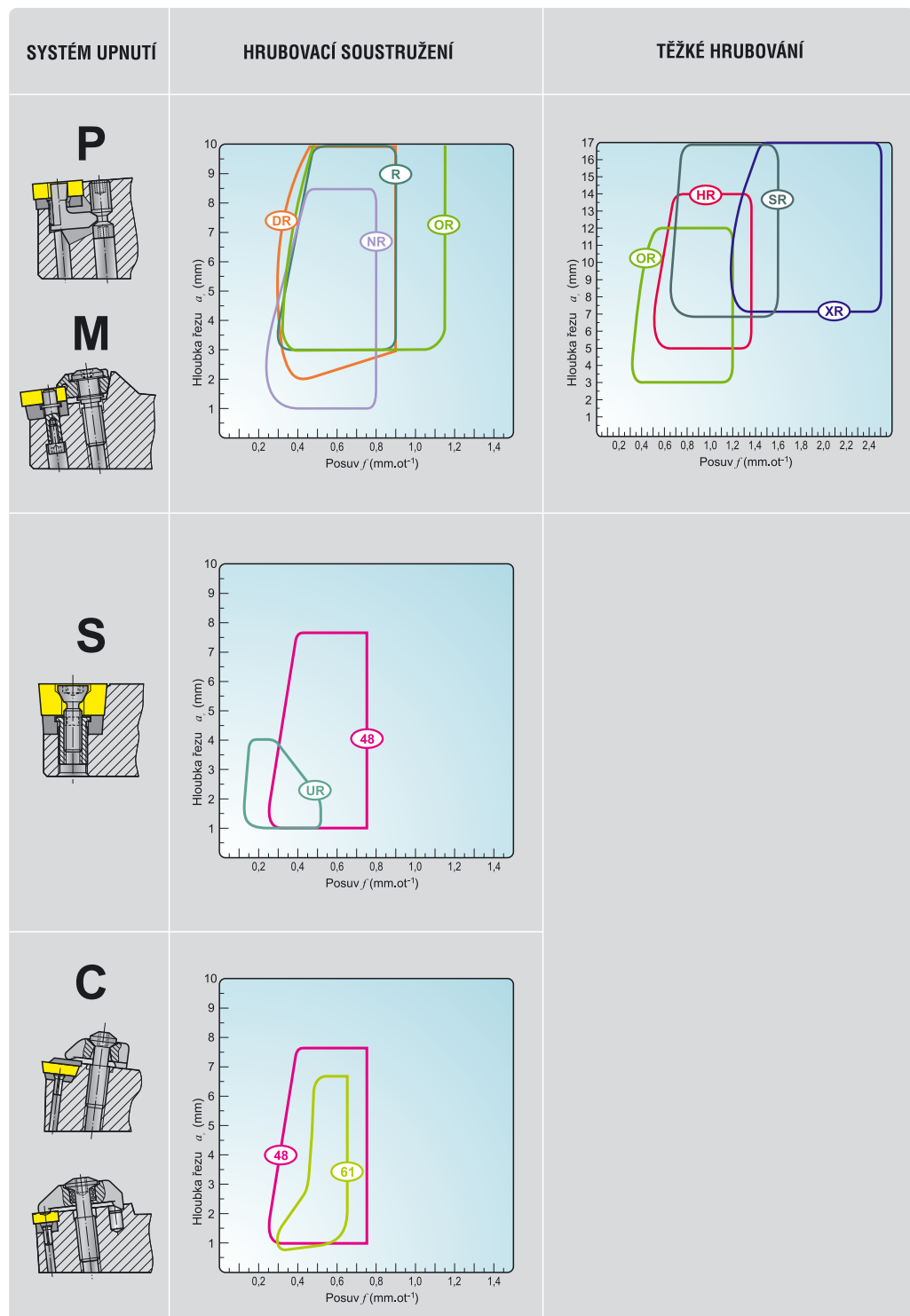
Přehled systému utvářečů Pramet:

DEFINICE POJMŮ
VZORCEREZNÉ MATERIÁLY
PRAMETVOLBA NÁSTROJE
PRO SOUSTRUŽENÍVOLBA NÁSTROJE
PRO FRÉZOVÁNÍVOLBA NÁSTROJE
PRO VRTÁNÍ

OPOTŘEBENÍ VBD

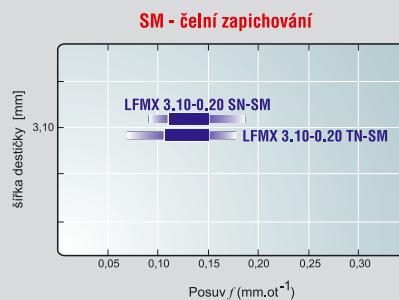
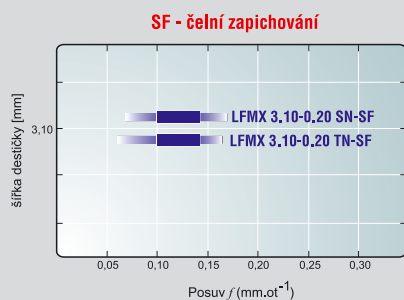
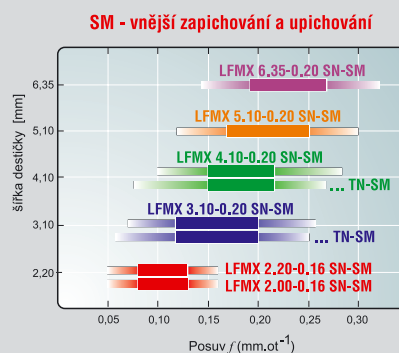
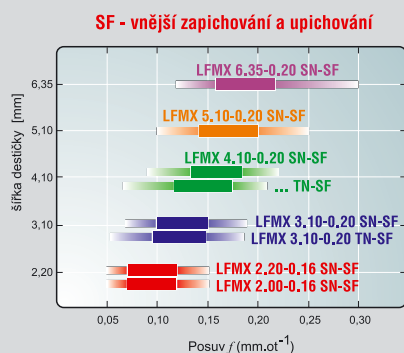
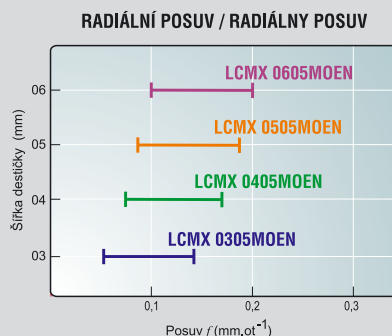
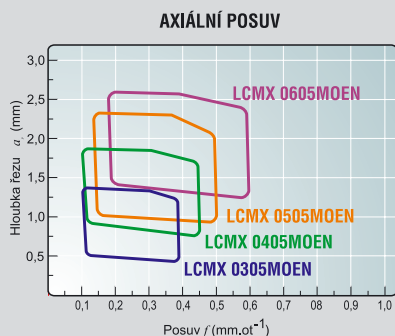
SKUPINY MATERIÁLŮ
TABULKY EKVIVALENTŮ

Přehled systému utvářečů Pramet:



Přehled systému utvářečů Pramet:

OBLAST UTVÁŘENÍ CTP A ROZSAH DOPORUČENÝCH POSUVŮ PRO UPICHOVÁNÍ A ZAPICHOVÁNÍ



4.4 Volba řezných podmínek

V další uvedené stati se pokusíme usnadnit volbu vhodného nástroje, respektive volbu startovních (počátečních řezných podmínek).

1. V prvním kroku přiřadíme obráběný materiál do jedné ze šesti skupin dle ISO 513 (str. 92 - 99)
2. Přiřadíme danou operaci do jedné ze skupin dle jejího charakteru (jemné a dokončovací soustružení, polohrubování, hrubování, těžké hrubování, upichování a zapichování nebo závitování) (str. 20)
3. V prvé z tabulek pro danou skupinu obráběných materiálů zvolíme pro předem zvolenou VBD kombinaci materiál-utvařeč. (str. 25 – 42)
4. V následujících tabulkách pak zvolíme startovní řeznou rychlost a případné korekce (na stav stroje, tvrdost obráběného materiálu) (str. 25 – 42)

Hodnoty řezných rychlostí uvedené v tabulkách platí pro obrábění bez použití řezných kapalin.

Základní hodnoty řezných rychlostí uvedené v tabulkách pro jemné, dokončovací, polohrubovací i hrubovací soustružení jsou stanoveny pro trvanlivost břitu $T = 15$ min (pro těžké hrubování pak pro trvanlivost $T = 45$ min). Pokud bude požadována odlišná hodnota trvanlivosti, $T < 15$ min nebo $T > 15$ min, násobí se tabulková hodnota v_c součinitelem k_{vT} podle tabulek korekcí, uvedených v tabulkách příslušných skupin obrobitelnosti.











Jestliže se tvrdost obrobků HB liší od základní tvrdosti uvedené v záhlaví tabulky, násobí se hodnota v_{15} uvedená v tabulce součinitelem k_{vHB} .

Výsledná řezná rychlost je dána součinem:

$$v_T = v_{Ttab} \cdot k_{vX} \cdot k_{vT} \cdot k_{vHB} \cdot (k_{vM})$$











Materiál				6620				6630				6640					P						
Rozmezí posuvů a hloubky řezu																	HB = 180				14b	9b ÷ 16b	
Tvar VBD	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Hloubka řezu a_p [mm]	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...		KOREKČNÍ SOUČINITEL k_{xx}						
				Kůra výkovku a odlitku		0,70÷0,80																	
				Vnitřní soustružení		0,75÷0,85																	
				Přerušovaný řez		0,80÷0,90																	
				Dobrý stav stroje		1,05÷1,20																	
Špatný stav stroje		0,85÷0,95																					
Jemné a dokončovací soustružení				I	0,05	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		KOREKCE NA TRVANLIVOST k_{VT}						
				II	0,10		355	335	315	390	-	-	-	250	235		220	275	T_{min}	k_{VT}	T_{min}	k_{VT}	
				III	0,20		320	300	280	350	290	275	255	320	210	195	185	230	10	1,10	30	0,84	
Polohrubovací soustružení				I	0,20	2,5	305	285	270	335	275	260	240	300	195	185	170	215	15	1,00	45	0,76	
				II	0,30		245	230	215	270	235	220	205	260	170	160	150	185	20	0,93	60	0,71	
				III	0,40		215	200	190	235	210	195	185	230	155	145	135	170	KOREKCE NA TRVANLIVOST PRO TĚŽKÉ HRUBOVÁNÍ				
Hrubovací soustružení				I	0,40	5,0	200	190	175	220	195	185	170	215	145	135	130	160	T_{min}	k_{VT}	T_{min}	k_{VT}	
				II	0,60		165	155	145	180	165	155	-	180	125	120	-	140	30	1,10	60	0,93	
				III	0,80		145	135	130	160	145	135	-	160	115	110	-	125	45	1,00			
Těžké hrubovací soustružení				I	0,80	12	-	-	-	-	110	105	-	-	90	85	-	-	KOREKCE NA TVRDOST OBROBKU				
				II	1,00		-	-	-	-	100	95	-	-	80	75	-	-	HB	k_{vHB}	HB	k_{vHB}	
				III	1,30		-	-	-	-	90	85	-	-	75	70	-	-	120	1,18	220	0,90	
Upichování obvodové zápichy a kopírování (CTP)					0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140	1,12	240	0,86		
					0,15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	160	1,05	260	0,82	
					0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180	1,00	280	0,80	
					0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	0,95	300	0,77
Čelní a vnitřní zápichy					0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKCE NA TVRDOST OBROBKU				
					0,15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKCE NA TVRDOST OBROBKU			
					0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKCE NA TVRDOST OBROBKU			
					0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKCE NA TVRDOST OBROBKU		
Závitování							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKCE NA TVRDOST OBROBKU				
							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKCE NA TVRDOST OBROBKU			
							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKCE NA TVRDOST OBROBKU			

Materiál				8016				8030				8040					P					
Rozmezí posuvů a hloubky řezu																	HB = 180				14b	9b ÷ 16b
Tvar VBD	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Hloubka řezu a_p [mm]	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...		KOREKČNÍ SOUČINITEL k_{vx}					
																	Kůra výkovku a odlitku		0,70÷0,80			
Jemné a dokončovací soustružení	I	0,05	1,0	375	350	330	410	250	235	220	275	-	-	-	-		V ₁₅ [m.min ⁻¹]	Vnitřní soustružení		0,75÷0,85		
	II	0,10		-	-	-	-	240	225	210	265	-	-	-	-			Prerušovaný řez		0,80÷0,90		
	III	0,20		-	-	-	-	230	215	200	250	-	-	-	-			Dobrý stav stroje		1,05÷1,20		
Polohrubovací soustružení	I	0,20	2,5	-	-	-	-	225	210	200	245	165	155	135	180			V ₄₅ [m.min ⁻¹]	Špatný stav stroje		0,85÷0,95	
	II	0,30		-	-	-	-	190	180	165	210	130	120	115	145				KOREKCE NA TRVANLIVOST k_{VT}			
	III	0,40		-	-	-	-	170	160	150	185	110	105	95	120				T_{min}	k_{VT}	T_{min}	k_{VT}
Hrubovací soustružení	I	0,40	5,0	-	-	-	-	155	145	135	170	105	100	90	115	V ₁₅ [m.min ⁻¹]			15	1,00	45	0,76
	II	0,60		-	-	-	-	135	125	120	150	80	75	-	90				KOREKCE NA TRVANLIVOST PRO TĚŽKÉ HRUBOVÁNÍ			
	III	0,80		-	-	-	-	120	115	105	130	70	65	-	75				T_{min}	k_{VT}	T_{min}	k_{VT}
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	12	-	-	-	-	85	80	-	-	45	40	-	-		V ₄₅ [m.min ⁻¹]		30	1,10	60	0,93
	II	1,00		-	-	-	-	75	70	-	-	40	35	-	-				45	1,00		
	III	1,30		-	-	-	-	70	65	-	-	35	30	-	-				KOREKCE NA TVRDOTOST OBROBKU			
Upichování obvodové zápichy a kopírování (CTP)		0,10		-	-	-	-	-	-	180	-	-	-	-	-			V ₁₅ [m.min ⁻¹]	HB	k_{HB}	HB	k_{HB}
		0,15		-	-	-	-	-	-	165	-	-	-	-	-				120	1,18	220	0,90
		0,20		-	-	-	-	-	-	155	-	-	-	-	-				140	1,12	240	0,86
		0,30		-	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	160			1,05	260	0,82	
Čelní a vnitřní zápichy		0,10		-	-	-	-	-	-	110	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]			180	1,00	280	0,80
		0,15		-	-	-	-	-	-	105	-	-	-	-	-				200	0,95	300	0,77
		0,20		-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-							
		0,30		-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-							
Závitování				-	-	-	-	-	165	-	-	-	-	-	-							
				-	-	-	-	-	155	-	-	-	-	-	-							
				-	-	-	-	-	135	-	-	-	-	-	-							

obrábený materiál hlavní skupina ISO	TYP BŘITOVÉ DESTIČKY podle ISO			PRACOVNÍ PODMÍNKY SOUSTRUŽENÍ																				
				JEMNÉ A DOKONČOVACÍ SOUSTRUŽENÍ			POLOHRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ			HRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ			TĚŽKÉ HRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ			UPÍCHOVANÍ A ZAPÍCHOVANÍ			ZÁVITOVÁNÍ					
				f = 0,05 ÷ 0,2 [mm.ot ⁻¹] a _p = 0,2 ÷ 2,0 [mm]			f = 0,2 ÷ 0,4 [mm.ot ⁻¹] a _p = 1,5 ÷ 4,0 [mm]			f = 0,4 ÷ 0,8 [mm.ot ⁻¹] a _p = 4,0 ÷ 10,0 [mm]			f > 1,0 [mm.ot ⁻¹] a _p > 10,0 [mm]			f = 0,05 ÷ 0,3 [mm.ot ⁻¹]			-					
				obrobený povrch neprerušovaný řez	odlitek, výkovek přerušovaný řez		obrobený povrch vývalek neprerušovaný řez	odlitek, výkovek přerušovaný řez		obrobený povrch vývalek neprerušovaný řez	odlitek, výkovek přerušovaný řez		neprerušovaný řez	odlitek, výkovek přerušovaný řez		obvodové zápíchy a upichování	čelní zápíchy a upichování							
M	..A		CNMA CNMM CNMG	I	8016 F	I	6640 F	I	6630 M	I	6630 M	I	6630 NR	I	8030 NR	I	8030 HR	I	8040 HR	I				
	..M		DNMA DNMM DNMG																					
	..G		DNMU SNMA SNMM	II		II	8030 F	II	8030 M	II	8030 NR	II	6630 DR	II	6630 DR	II	6630 HR	II	6640 HR	II			II	
	..U		TNMM TNMG VNMM																					
	..N		RNMA RNMM RNMG WNMA WNMM WNMG	III		III		III	6630 NR	III	6640 NR	III	6630 R	III	8030 R	III		III	8040 SR, XR	III			III	
	..X		KNUX	I		I		I	6630 73	I	6630 73	I	6630 74	I		I		I		I			I	
				II		II		II	6630 74	II	6630 74	II		II		II		II		II		II		
	..W ..T	 	CCMW CCMT SCMW SCMT DCMW DCMT TCMW TCMT VCMW VCMT WCMW WCMT RCMW RCMT RCMX	I	8016 UM	I	6630 UM	I	6630 UR	I	8030 UR	I		I		I		I		I			I	
				II		II	8030 UM	II	8030 UR	II	6630 UR	II		II		II		II		II		II		
				III		III	8030 UR	III	6630 47	III	6630 47	III		III		III		III		III		III		
	..R ..N	 	SPMR SPGR SPUN SPGN TPMR TPGR TPUN TPGN	I	8016 49	I	6630 46	I	6630 47	I	6630 47	I		I		I		I		I			I	
				II		II	6630 47	II	6630 48	II	6640 47, 48	II		II		II		II		II		II		
				III		III	6640 46, 47	III		III	8030 47, 48	III		III		III		III		III		III		
	..X		LFMX, LFUX, LCMX TN16E	I	8030	I	8030	I	6640	I	6640	I		I		I		I		I	6640	I	8030	I
				II	-	II	6640	II	8030	II	8030	II		II		II		II		II	8030	II	6640	II
			TN11... TN16... TN22	I		I		I		I		I		I		I		I		I			I	8030

Materiál				6620				6630				6640								M			
Rozmezí posuvů a hloubky řezu																				HB = 180 ÷ 210			
Tvar VBD	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Hloubka řezu a_p [mm]	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	8b		5b ÷ 11b					
																KOREKČNÍ SOUČINITEL k_{st}							
Jemné a dokončovací soustružení	I	0,05	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	280	265	265	-	Kůra výkovku a odlitku 0,70÷0,80							
	II	0,10		-	-	-	-	205	195	180	225	Vnitřní soustružení 0,75÷0,85											
	III	0,20		205	195	180	225	155	145	135	170	Přerušovaný řez 0,80÷0,90											
Polohrubovací soustružení	I	0,20	2,5					190	180	165	210	150	140	130	165	Dobry stav stroje 1,05÷1,20							
	II	0,30		160	150	140	175	110	105	95	120	Špatný stav stroje 0,85÷0,95											
	III	0,40		145	135	130	160	85	80	75	95	KOREKCE NA TRVANLIVOST k_{vt}											
Hrubovací soustružení	I	0,40	5,0					135	125	120	150	80	75	70	90	T_{min} k_{vt} T_{min} k_{vt}							
	II	0,60		115	110	-	125	60	55	50	65	10 1,10 30 0,84											
	III	0,80		100	95	-	110	50	45	40	55	15 1,00 45 0,76											
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	12					55	50	-	-	25	20	-	-	20 0,93 60 0,71							
	II	1,00		50	45	-	-	20	15	-	-	KOREKCE NA TRVANLIVOST PRO TĚŽKÉ HRUBOVÁNÍ											
	III	1,30		45	40	-	-	15	10	-	-	T_{min} k_{vt} T_{min} k_{vt}											
Upichování obvodové zápichy a kopírování (CTP)		0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	-	30 1,10 60 0,93							
		0,15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102	-	45 1,00							
		0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96	-	KOREKCE NA TVRDOST OBROBKU							
		0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87	-	HB k_{vHB} HB k_{vHB}							
Čelní a vnitřní zápichy		0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	-	<150 1,40 270-300 0,72							
		0,15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	150-180 1,18 300-330 0,68							
		0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	-	180-210 1,00 330-360 0,66							
		0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	-	210-240 0,87 360-390 0,62							
Závitování				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	240-270 0,79							
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								

Materiál				8016				8030				8040					M				
Rozmezí posuvů a hloubky řezu																	HB = 180 ÷ 210				8b
Tvar VBD	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Hloubka řezu a_p [mm]	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...		KOREKČNÍ SOUČINITEL k_{vt}				
																	Kůra výkovku a odlitku	0,70÷0,80			
Jemné a dokončovací soustružení	I	0,05	1,0	140	130	125	155	125	120	110	140	-	-	-	-		V ₁₅ [m.min ⁻¹]	KOREKCE NA TRVANLIVOST k_{VT}			
	II	0,10		135	125	120	150	115	110	100	125	110	105	95	120			T_{min}	k_{VT}	T_{min}	k_{VT}
	III	0,20		125	115	110	140	105	100	90	115	85	80	75	95			10	1,10	30	0,84
Polohrubovací soustružení	I	0,20	2,5	-	-	-	-	100	95	88	110	80	75	70	90		V ₁₅ [m.min ⁻¹]	15	1,00	45	0,76
	II	0,30		-	-	-	-	80	75	70	90	70	65	60	75			20	0,93	60	0,71
	III	0,40		-	-	-	-	70	65	60	75	65	60	55	70			KOREKCE NA TRVANLIVOST PRO TĚŽKÉ HRUBOVÁNÍ			
Hrubovací soustružení	I	0,40	5,0	-	-	-	-	65	60	55	70	60	55	50	65	V ₄₅ [m.min ⁻¹]	T_{min}	k_{VT}	T_{min}	k_{VT}	
	II	0,60		-	-	-	-	55	50	45	60	50	45	40	55		30	1,10	60	0,93	
	III	0,80		-	-	-	-	50	45	40	55	45	40	35	50		45	1,00			
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	12	-	-	-	-	35	35	-	-	35	30	-	-	V ₄₅ [m.min ⁻¹]	HB	k _{HB}	HB	k _{HB}	
	II	1,00		-	-	-	-	25	25	-	-	30	30	-	-		<150	1,40	270-300	0,72	
	III	1,30		-	-	-	-	20	20	-	-	25	25	-	-		150-180	1,18	300-330	0,68	
Upichování obvodové zápichy a kopírování (CTP)		0,10		-	-	-	-	-	-	105	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]	180-210	1,00	330-360	0,66	
		0,15		-	-	-	-	-	-	95	-	-	-	-	-		210-240	0,87	360-390	0,62	
		0,20		-	-	-	-	-	-	91	-	-	-	-	-		240-270	0,79			
		0,30		-	-	-	-	-	-	82	-	-	-	-	-						
Čelní a vnitřní zápichy		0,10		-	-	-	-	-	-	75	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]					
		0,15		-	-	-	-	-	-	67	-	-	-	-	-						
		0,20		-	-	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-						
		0,30		-	-	-	-	-	-	55	-	-	-	-	-						
Závitování				-	-	-	-	-	130	-	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]					
				-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	-						
				-	-	-	-	-	110	-	-	-	-	-	-						

obráběný materiál hlavní skupina ISO				PRACOVNÍ PODMÍNKY SOUSTRUŽENÍ													
				JEMNÉ A DOKONČOVACÍ SOUSTRUŽENÍ		POLOHRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ		HRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ		TĚŽKÉ HRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ		UPICHOVÁNÍ A ZAPICHOVÁNÍ		ZÁVITOVÁNÍ			
				f = 0,05 ÷ 0,2 [mm.ot ⁻¹] a _p = 0,2 ÷ 2,0 [mm]		f = 0,2 ÷ 0,4 [mm.ot ⁻¹] a _p = 1,5 ÷ 4,0 [mm]		f = 0,4 ÷ 0,8 [mm.ot ⁻¹] a _p = 4,0 ÷ 10,0 [mm]		f > 1,0 [mm.ot ⁻¹] a _p > 10,0 [mm]		f = 0,05 ÷ 0,3 [mm.ot ⁻¹]		-			
TYP BŘITOVÉ DESTIČKY podle ISO				obrobený povrch nepřerušovaný řez	odlitek, výkovek přerušovaný řez	obrobený povrch vývalek nepřerušovaný řez	odlitek, výkovek přerušovaný řez	obrobený povrch vývalek nepřerušovaný řez	odlitek, výkovek přerušovaný řez	nepřerušovaný řez	odlitek, výkovek přerušovaný řez	obvodové zápichy a upichování	čelní zápichy a upichování				
K	..A		CNMA CNMM CNMG DNMA DNMM DNMG DNMU SNMA SNMM SNMG SNMX TNMA TNMM TNMG VNMG RNMA RNMM RNMG WNMA WNMM WNMG	I 8016 F	I 6630 F	I 6620 M	I 6630 M	I 6620 R	I 6630 R	I 6630 HR	I 6640 HR	I	I	I	I	I	I
	..M																
	..G			II	II 6640 R	II 6620	II 6640 R	II 6620	II 6640 R	II	II 8040 HR	II	II	II	II	II	II
	..U																
	..N			III	III	III	III	III	III 8040 HR	III	III	III	III	III	III	III	III
	..X		KNUX	I	I 6640 72	I 6620 73	I 6640 73	I 6620 74	I 6640 74	I	I	I	I	I	I	I	I
				II	II 6630 72	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
	..W		CCMW CCMT SCMW SCMT DCMW DCMT TCMW TCMT VCMW VCMT WCMW WCMT RCMW RCMT RCMX	I 8016 UM	I 6630 UM	I 6630 UR	I 6630 UR	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	..T			II	II 8016	II 6620	II 8016	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
				III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
	..R		SPMR SPGR SPUN SPGN TPMR TPGR TPUN TPGN	I 8016	I 8030 47	I 8016	I 8030 47	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	..N			II 6620 46, 47	II 6630 47, 48	II 6620 46, 47	II 6640 46, 47	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
				III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
	..X		LFMX, LFUX, LCMX TN16E	I 8030	I 8030	I 8030	I 8030	I	I	I	I	I 8030	I 8030	I	I	I	I
				II -	II 6640	II 6640	II 6640	II	II	II	II	II 6640	II 6640	II	II	II	II
			TN11... TN16... TN22	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	8030

Materiál				6620				6630				6640					K			
Tvar VBD	Rozmezí posuvů a hloubky řezu																LITINY - šedá, temperovaná, tvárná, žáruvzdorná a speciální			
	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Hloubka řezu a_p [mm]	KOREKČNÍ SOUČINITEL k_{ce}																
				S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...		Kůra výkovku a odlitku	0,70÷0,80		
Jemné a dokončovací soustružení	I	0,05	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vnitřní soustružení	0,75÷0,85			
	II	0,10		340	320	300	375	275	260	240	305	200	190	175	220	Přerušovaný řez	0,80÷0,90			
	III	0,20		290	275	255	320	260	245	230	286	175	165	155	195	Dobry stav stroje	1,05÷1,20			
Polohrubovací soustružení	I	0,20	2,5	275	260	240	300	250	235	220	275	170	160	150	185	Špatný stav stroje	0,85÷0,95			
	II	0,30		250	235	220	275	205	195	180	225	135	125	120	150					
	III	0,40		230	215	200	255	185	175	165	205	115	110	100	125					
Hrubovací soustružení	I	0,40	5,0	215	200	190	235	170	160	150	185	105	100	90	115					
	II	0,60		195	185	170	215	145	135	130	160	85	80	75	95					
	III	0,80		185	175	165	205	125	120	110	140	75	70	65	80					
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	12	-	-	-	-	85	80	-	-	45	40	-	-					
	II	1,00		-	-	-	-	75	70	-	-	40	35	-	-					
	III	1,30		-	-	-	-	70	65	-	-	35	30	-	-					
Upichování obvodové zápichy a kopírování (CTP)		0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	-					
		0,15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-					
		0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-					
		0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-					
Čelní a vnitřní zápichy		0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-					
		0,15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-					
		0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	-					
		0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	-					
Závítování				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

KOREKCE NA TRVANLIVOST k_{VT}	
T_{min}	k_{VT}
10	1,10
15	1,00
20	0,93
KOREKCE NA TRVANLIVOST PRO TĚŽKÉ HRUBOVÁNÍ	
T_{min}	k_{VT}
30	1,10
45	1,00
KOREKCE NA TVRĐOST OBROBKU	
Tvrđost obrobku	k_{HB} - litiny
HB	šedá
150-180	1,40
180-200	1,25
200-220	1,10
220-240	1,00
240-280	0,86
280-330	0,60
260-300	-
300-360	-
360-450	-
KOREKCE NA MATERIÁL	
Druh litiny	k_{MT}
šedá	1,00
tvárná	0,85
temperovaná	0,95
žáruvzdorná	0,40

Materiál				8016				8030									K			
Tvar VBD	Rozmezí posuvů a hloubky řezu																S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...
	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Hloubka řezu a_p [mm]	KOREKČNÍ SOUČINITEL		k _{xx}														
Jemné a dokončovací soustružení	I	0,05	1,0	260	245	230	285	145	135	130	160	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]	KOREKCE NA TRVANLIVOST		k _{VT}	
	II	0,10		230	215	200	255	135	125	120	150	-	-	-	-		T _{min}	k _{VT}	T _{min}	k _{VT}
	III	0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		10	1,10	30	0,84
Polohrubovací soustružení	I	0,20	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]	KOREKCE NA TRVANLIVOST		k _{VT}	
	II	0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15		1,00	45	0,76	
	III	0,40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20		0,93	60	0,71	
Hrubovací soustružení	I	0,40	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]	KOREKCE NA TRVANLIVOST		k _{VT}	
	II	0,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30		1,10	60	0,93	
	III	0,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45		1,00			
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]	KOREKCE NA TRVANLIVOST		k _{VT}	
	II	1,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30		1,10	60	0,93	
	III	1,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45		1,00			
Upichování obvodové zápichy a kopírování (CTP)		0,10		-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]	KOREKCE NA TRVANLIVOST		k _{VT}	
		0,15		-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	-	-		30	1,10	60	0,93
		0,20		-	-	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-		45	1,00		
		0,30		-	-	-	-	-	-	70	-	-	-	-	-		45	1,00		
Čelní a vnitřní zápichy		0,10		-	-	-	-	-	-	70	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]	KOREKCE NA TRVANLIVOST		k _{VT}	
		0,15		-	-	-	-	-	-	65	-	-	-	-	-		30	1,10	60	0,93
		0,20		-	-	-	-	-	-	60	-	-	-	-	-		45	1,00		
		0,30		-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-		45	1,00		
Závítování				-	-	-	-	-	150	-	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]	KOREKCE NA TRVANLIVOST		k _{VT}	
				-	-	-	-	-	130	-	-	-	-	-	-		30	1,10	60	0,93
				-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	-		45	1,00		

obrábený materiál hlavní skupina ISO			PRACOVNÍ PODMÍNKY SOUSTRUŽENÍ														
			JEMNÉ A DOKONČOVACÍ SOUSTRUŽENÍ			POLOHRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ			HRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ			TĚŽKÉ HRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ			UPICHOVANÍ A ZAPICHOVANÍ		
			$f = 0,05 \div 0,2$ [mm.ot ⁻¹] $a_p = 0,2 \div 2,0$ [mm]			$f = 0,2 \div 0,4$ [mm.ot ⁻¹] $a_p = 1,5 \div 4,0$ [mm]			$f = 0,4 \div 0,8$ [mm.ot ⁻¹] $a_p = 4,0 \div 10,0$ [mm]			$f > 1,0$ [mm.ot ⁻¹] $a_p > 10,0$ [mm]			$f = 0,05 \div 0,3$ [mm.ot ⁻¹]		
			obrobený povrch nepřerušovaný řez		odlitek, výkovek přerušovaný řez	obrobený povrch vývalek nepřerušovaný řez		odlitek, výkovek přerušovaný řez	obrobený povrch vývalek nepřerušovaný řez		odlitek, výkovek přerušovaný řez	nepřerušovaný řez		odlitek, výkovek přerušovaný řez	obvodové zápichy a upichování		čelní zápichy a upichování
N	.A		CNMA CNMM CNMG	I	I	PKD	I	PKD	I	PKD	I	I	I	I	I	I	I
	.M		DNMA DNMM DNMG	I	I	PKD	I	PKD	I	PKD	I	I	I	I	I	I	I
	.G		DNMU SNMA SNMM	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
	.U		SNMG SNMX TNMA	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
	.N		TNMM TNMG VNMU RNMA RNMM RNMG WNMA WNMM WNMG	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
	.X		KNUX	I	I	I	8016 72	I	8016 73	I	8016 74	I	8016 74	I	I	I	I
				II	II	II	HF7 73	II	HF7 74	II	HF7 74	II	II	II	II	II	II
	.W .T		CCMW CCMT SCMW SCMT DCMW DCMT TCMW TCMT VCMW VCMT WCMW WCMT RCMW RCMT RCMX	I	I	8016 AI	I	8016 AI	I	8016 AI	I	8016 AI	I	I	I	I	I
				II	II	HF7 AI	II	HF7 AI	II	HF7 AI	II	HF7 AI	II	II	II	II	II
				III	III	PKD	III	PKD	III	PKD	III	III	III	III	III	III	III
	.R .N		SPMR SPGR SPUN SPGN TPMP TPGR TPUN TPGN	I	I	8030 47	I	8016	I	8030 47	I	8016	I	8030 47, 48	I	I	I
				II	II	8016	II	8030 47	II	8016	II	8030 47, 48	II	8016	II	II	II
				III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
	.X		LFMX, LFUX, LCMX TN16E	I	8030	I	8030	I	8030	I	8030	I	8030	I	8030	I	8030
				II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
			TN11... TN16... TN22	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	8030

Materiál				Tvářené slitiny Al tepelně zpracované HB = 100								Slitiny Al s obsahem Si > 12%				N
Tvar VBD	Rozmezí posuvů a hloubky řezu			8016, 8030				HF7				PKD				
	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Hloubka řezu a_p [mm]	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	
	I	0,10	1,0	900	-	-	-	700	-	-	-	850	-	-	-	
	II	0,15		800	-	-	-	650	-	-	-	600	-	-	-	
	III	0,20		750	-	-	-	600	-	-	-	550	-	-	-	
Polohrubovací soustružení	I	0,20	2,5	750	-	-	-	550	-	-	-	700	-	-	-	
	II	0,30		600	-	-	-	480	-	-	-	550	-	-	-	
	III	0,40		550	-	-	-	400	-	-	-	500	-	-	-	
Hrubovací soustružení	I	0,40	5,0	450	-	-	-	400	-	-	-	500	-	-	-	
	II	0,60		400	-	-	-	350	-	-	-	450	-	-	-	
	III	0,80		300	-	-	-	300	-	-	-	400	-	-	-	
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	II	1,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	III	1,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Upichování, obvodové zápichy a kopírování (CTP)		0,10		-	-	650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		0,15		-	-	550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		0,20		-	-	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		0,30		-	-	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Čelní a vnitřní zápichy		0,10		-	-	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		0,15		-	-	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		0,20		-	-	360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		0,30		-	-	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Závítování				-	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				-	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				-	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

SLITINY AI	
materiál	k _{vt}
Slitiny Al tvářené nevytvrzené HB 60	2,6
Slitiny Al tvářené vytvrzené HB 100	1,0
Slitiny Al lité nevytvrzené HB 75	0,9
Slitiny Al lité vytvrzené HB 90	0,6
Slitiny Al lité nevytvrzené HB 130 >12% Si	PKD
SLITINY Cu	
materiál	k _{vt}
Automatová mosaz (>1% Pb)	1,8
Mosaz HB 90	0,76
Bronz, elektrolytická Cu	0,7

N	
Slitiny Al Slitiny Cu	
KOREKČNÍ SOUČINITEL	
Kůra výkovku a odlitku	0,70÷0,80
Vnitřní soustružení	0,75÷0,85
Přerušovaný řez	0,80÷0,90
Dobrý stav stroje	1,05÷1,20
Špatný stav stroje	0,85÷0,95
SLITINY Al	
materiál	k ₀₁
Slitiny Al tvářené nevytvrzené HB 60	2,6
Slitiny Al tvářené vytvrzené HB 100	1,0
Slitiny Al lité nevytvrzené HB 75	0,9
Slitiny Al lité vytvrzené HB 90	0,6
Slitiny Al lité nevytvrzené HB 130 >12% Si	PKD
SLITINY Cu	
materiál	k ₀₁
Automatová mosaz (>1% Pb)	1,8
Mosaz HB 90	0,76
Bronz, elektrolytická Cu	0,7

Materiál				Slitiny Cu - mosaz HB = 100												N
Tvar VBD	Rozmezí posuvů a hloubky řezu			8016, 8030				HF7								
	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Hloubka řezu a_p [mm]	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	
Jemné a dokončovací soustružení	I	0,10	1,0	500	-	-	-	400	-	-	-	-	-	-	-	
	II	0,15		450	-	-	-	360	-	-	-	-	-	-	-	
	III	0,20		400	-	-	-	300	-	-	-	-	-	-	-	
Polohrubovací soustružení	I	0,20	2,5	400	-	-	-	350	-	-	-	-	-	-	-	
	II	0,30		350	-	-	-	300	-	-	-	-	-	-	-	
	III	0,40		300	-	-	-	250	-	-	-	-	-	-	-	
Hrubovací soustružení	I	0,40	5,0	350	-	-	-	300	-	-	-	-	-	-	-	
	II	0,60		300	-	-	-	270	-	-	-	-	-	-	-	
	III	0,80		250	-	-	-	250	-	-	-	-	-	-	-	
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	II	1,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	III	1,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Upichování, obvodové zápichy a kopírování (CTP)		0,10		-	-	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		0,15		-	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		0,20		-	-	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		0,30		-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Čelní a vnitřní zápichy		0,10		-	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		0,15		-	-	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		0,20		-	-	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		0,30		-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Závitování				-	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				-	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				-	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

SLITINY AI	
materiál	k _α
Kúra výkovku a odlitku	0,70÷0,80
Vnitřní soustružení	0,75÷0,85
Přerušovaný řez	0,80÷0,90
Dobrý stav stroje	1,05÷1,20
Špatný stav stroje	0,85÷0,95
SLITINY AI	
materiál	k _{αN}
Slitiny AI tvářené nevytvrzené HB 60	2,6
Slitiny AI tvářené vytvrzené HB 100	1,0
Slitiny AI lité nevytvrzené HB 75	0,9
Slitiny AI lité vytvrzené HB 90	0,6
Slitiny AI lité nevytvrzené HB 130 >12% Si	PKD
SLITINY Cu	
materiál	k _{αN}
Automatová mosaz (>1% Pb)	1,8
Mosaz HB 90	0,76
Bronz, elektrolytická Cu	0,7

Slitiny Al Slitiny Cu

KOREKČNÍ SOUČINITEL		k _{yz}
Kůra výkovku a odlitku		0,70÷0,80
Vnitřní soustružení		0,75÷0,85
Přerušovaný řez		0,80÷0,90
Dobrý stav stroje		1,05÷1,20
Špatný stav stroje		0,85÷0,95

SLITINY Al		
materiál	k _{yz}	
Slitiny Al tvářené nevytvrzené HB 60	2,6	
Slitiny Al tvářené vytvrzené HB 100	1,0	
Slitiny Al lité nevytvrzené HB 75	0,9	
Slitiny Al lité vytvrzené HB 90	0,6	
Slitiny Al lité nevytvrzené HB 130 >12% Si	PKD	

SLITINY Cu		
materiál	k _{yz}	
Automatová mosaz (>1% Pb)	1,8	
Mosaz HB 90	0,76	
Bronz, elektrolytická Cu	0,7	

obráběný materiál hlavní skupina ISO	PRACOVNÍ PODMÍNKY SOUSTRUŽENÍ														
	JEMNÉ A DOKONČOVACÍ SOUSTRUŽENÍ			POLOHRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ			HRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ			TĚŽKÉ HRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ			UPÍCHOVÁNÍ A ZAPÍCHOVÁNÍ		ZÁVITOVÁNÍ
	$f = 0,05 - 0,2 \text{ [mm.ot}^{-1}\text{]}$ $a_p = 0,2 - 2,0 \text{ [mm]}$			$f = 0,2 - 0,4 \text{ [mm.ot}^{-1}\text{]}$ $a_p = 1,5 - 4,0 \text{ [mm]}$			$f = 0,4 - 0,8 \text{ [mm.ot}^{-1}\text{]}$ $a_p = 4,0 - 10,0 \text{ [mm]}$			$f > 1,0 \text{ [mm.ot}^{-1}\text{]}$ $a_p > 10,0 \text{ [mm]}$			$f = 0,05 \div 0,3 \text{ [mm.ot}^{-1}\text{]}$		-
	obrobený povrch nepřerušovaný řez		odlitek, výkovek přerušovaný řez	obrobený povrch vývalek nepřerušovaný řez		odlitek, výkovek přerušovaný řez	obrobený povrch vývalek nepřerušovaný řez		odlitek, výkovek přerušovaný řez	nepřerušovaný řez		odlitek, výkovek přerušovaný řez	obvodové zápichy a upíchování	čelní zápichy a upíchování	-
S	..A		CNMA CNMM CNMG	I		I 8030 F	I 6640 NR	I 8030 NR	I 6640 NR	I 8030 NR	I	I	I	I	I
	..M		DNMA DNMM DNMG												
	..G		DNMM SNMA SNMM												
	..U		SNMG SNMX TNMA	II	II	II 8030 NR	II 6640 NR	II 8030 NR	II 6640 NR	II	II	II	II	II	II
	..N		TNMM TNMG VNMM												
			RNMA RNMM RNMG	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
			WNMA WNMM WNMG												
	..X		KNUX	I	I	I 6640 73	I 6640 73	I 6640 74	I	I	I	I	I	I	I
				II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
	..W		CCMW CCMT SCMW	I	I 8030 UM	I 8030 UR	I 8030 UR	I	I	I	I	I	I	I	I
	..T		SCMT DCMW DCMT	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
			TCMW TCMT VCMW	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
			VCMT WCMW WCMT												
			RCMW RCMT RCMX												
	..R		SPMR SPGR SPUN	I	I 6630 46	I 8030 47	I 8030 47	I	I	I	I	I	I	I	I
	..N		SPGN TPMR TPGR	II	II 6640 47, 61	II 6640 47, 61	II 6640 47, 61	II	II	II	II	II	II	II	II
			TPUN TPGN	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
	..X		LFMX, LFUX, LCMX	I 8030	I 8030	I 8030	I 8030	I	I	I	I	I	I 8030	I 8030	I
			TN16E	II -	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
			TN11... TN16... TN22	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I 8030











Materiál				8016				8030				8040					S			
Tvar VBD	Rozmezí posuvů a hloubky řezu																Žárupevné slitiny na bázi Ni, Co, Fe a Ti			
	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Hloubka řezu a_p [mm]	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...		KOREKČNÍ SOUČINITEL		K _{rx}	
Jemné a dokončovací soustružení	I	0,05	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	Kůra výkovku a odlitku		0,70-0,80
	II	0,10		60	56	53	65	55	50	48	60	50	45	44	55		Vnitřní soustružení		0,75-0,85	
	III	0,20		50	47	45	55	45	43	40	50	40	35	33	44		Přerušovaný řez		0,80-0,90	
Polohrubovací soustružení	I	0,20	2,5	45	42	40	50	40	35	33	45	35	30	28	40		Dobry stav stroje		1,05-1,20	
	II	0,30		40	38	35	45	35	30	28	40	30	28	26	33		Špatný stav stroje		0,85-0,95	
	III	0,40		30	28	25	33	30	25	23	35	25	23	20	28					
Hrubovací soustružení	I	0,40	5,0	40	38	-	45	35	33	-	40	30	28	-	35					
	II	0,60		35	33	-	40	30	28	-	33	25	23	-	28					
	III	0,80		30	28	-	35	25	23	-	28	20	18	-	22					
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	II	1,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	III	1,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Upichování obvodové zápichy a kopírování (CTP)		0,10		-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-					
		0,15		-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-					
		0,20		-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-					
		0,30		-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-					
Čelní a vnitřní zápichy		0,10		-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-					
		0,15		-	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-					
		0,20		-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-					
		0,30		-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-					
Závítování				-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-					
				-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-					
				-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-					

KOREKCE NA TRVANLIVOST				K _{rT}				
T _{min}	k _{rT}	T _{min}	k _{rT}					
10	1,10	30		0,84				
15	1,00	45		0,76				
20	0,93	60		0,71				
KOREKCE NA DRUH SLITINY								
druh slitiny	k _{rx}	druh slitiny	k _{rx}					
slitiny Ti	2,30	slitiny Ni		1,00				
slitiny Fe	1,25	slitiny Co		0,70				
KOREKCE NA TVRDOST OBROBKU								
tvrdost Ni (HB)	k _{rHB}	tvrdost Co (HB)	k _{rHB}	tvrdost Fe (HB)	k _{rHB}	pevnost R _m (N/mm²)	k _{rHB}	
230	1,05	200	1,30	180	1,05	450	2,50	
250	1,00	250	1,14	200	1,00	900	1,00	
280	0,92	300	1,00	240	0,90	1100	0,90	
320	0,84	320	0,95	280	0,83			
350	0,79							

V₁₅ [m.min⁻¹]V₄₅ [m.min⁻¹]V₁₅ [m.min⁻¹]

KOREKCE NA TRVANLIVOST				K _{VT}			
T _{min}	k _{CT}	T _{min}	k _{CT}				
10	1,10	30	0,84				
15	1,00	45	0,76				
20	0,93	60	0,71				
KOREKCE NA DRUH SLITINY							
druh slitiny	k _{KT}	druh slitiny	k _{KT}				
slitiny Ti	2,30	slitiny Ni	1,00				
slitiny Fe	1,25	slitiny Co	0,70				
KOREKCE NA TVRDOT OBROBKU							
tvrdost Ni [HB]	k _{VHB}	tvrdost Co [HB]	k _{VHB}	tvrdost Fe [HB]	k _{VHB}	tvrdost Ti [HB]	k _{VHB}
230	1,05	200	1,30	180	1,05	450	2,50
250	1,00	250	1,14	200	1,00	900	1,00
280	0,92	300	1,00	240	0,90	1100	0,90
320	0,84	320	0,95	280	0,83		
350	0,79						

Materiál				HF7													S							
Tvar VBD	Rozmezí posuvů a hloubky řezu																Žárupevné slitiny na bázi Ni, Co, Fe a Ti							
	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Hloubka řezu a_p [mm]	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...		KOREKČNÍ SOUČINITEĽ		K _{cr}					
Jemné a dokončovací soustružení	I	0,05	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Kůra výkovku a odlitku		0,70-0,80					
	II	0,10		45	40	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	Vnitřní soustružení		0,75-0,85						
	III	0,20		35	30	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	Přerušovaný řez		0,80-0,90						
Polohrubovací soustružení	I	0,20	2,5	30	25	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Dobrý stav stroje		1,05-1,20					
	II	0,30		27	20	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	Špatný stav stroje		0,85-0,95						
	III	0,40		22	20	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKCE NA TRVANLIVOST K _{rT}								
Hrubovací soustružení	I	0,40	5,0	25	23	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T _{min}	k _{rT}	T _{min}	k _{rT}				
	II	0,60		20	18	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1,10	30	0,84					
	III	0,80		15	10	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	15	1,00	45	0,76					
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	0,93	60	0,71				
	II	1,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKCE NA DRUH SLITINY								
	III	1,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	druh slitiny	k _{rN}	druh slitiny	k _{rN}					
Upichování obvodové zápichy a kopírování (CTP)		0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	slitiny Ti	2,30	slitiny Ni	1,00				
		0,15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	slitiny Fe	1,25	slitiny Co	0,70					
		0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKCE NA TVRDOST OBROBKU								
		0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tvrdost Ni [HB]	k _{rHB}	tvrdost Co [HB]	k _{rHB}	tvrdost Fe [HB]	k _{rHB}	pevnost Ti [R _m]	k _{rHB}	
Čelní a vnitřní zápichy		0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230	1,05	200	1,30	180	1,05	450	2,50
		0,15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250	1,00	250	1,14	200	1,00	900	1,00	
		0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	280	0,92	300	1,00	240	0,90	1100	0,90	
		0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	320	0,84	320	0,95	280	0,83			
Závítování				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	350	0,79						
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									

obrábený materiál hlavní skupina ISO	TYP BRITOVÉ DESTIČKY podle ISO			MATERIÁL OBROBKU	PRACOVNÍ PODMÍNKY SOUSTRUŽENÍ														
					JEMNÉ A DOKONČOVACÍ SOUSTRUŽENÍ		POLOHRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ		HRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ		TĚŽKÉ HRUBOVACÍ SOUSTRUŽENÍ		UPICHOVÁNÍ A ZAPICHOVÁNÍ		ZÁVITOVÁNÍ				
					f = 0,05 - 0,2 [mm.ot ⁻¹] a _p = 0,2 - 2,0 [mm]		f = 0,2 - 0,4 [mm.ot ⁻¹] a _p = 1,5 - 4,0 [mm]		f = 0,4 - 0,8 [mm.ot ⁻¹] a _p = 4,0 - 10,0 [mm]		f > 1,0 [mm.ot ⁻¹] a _p > 10,0 [mm]		f = 0,05 ÷ 0,3 [mm.ot ⁻¹]		-				
					obrobený povrch nepřerušovaný řez	přerušovaný řez	obrobený povrch vývalek nepřerušovaný řez	odlitek, výkovek přerušovaný řez	obrobený povrch vývalek nepřerušovaný řez	odlitek, výkovek přerušovaný řez	nepřerušovaný řez	odlitek, výkovek přerušovaný řez	obvodové zápichy a upichování	čelní zápichy a upichování					
H	..A		CNMA CNMM CNMG DNMA DNMM DNMG DNMU SNMA SNMM SNMG SNMX TNMA TNMM TNMG VNMU RNMA RNMM RNMG WNMA WNMM WNMG	ZUŠLECHTĚNÉ OCELI 55 - 60 HRC	I	6620	I	8030 M	I		I		I		I		I		
	..M				II	8016 F	II	8030	II		II		II		II		II		
	..G				III	PKBN PB0	III	PKBN PB2	III		III		III		III		III		
	..U				I	PKBN PB0	I	PKBN PB2	I		I		I		I		I		
	..N				I	6620	I	8030	I		I		I		I		I		
				TVRZENÁ LITINA 400 - 500 HB															
				TVRZENÁ LITINA > 500 HB															
	..X		KNUX		I		I		I		I		I		I		I		
					II		II		II		II		II		II				
	..W		CCMW CCMT SCMW SCMT DCMW DCMT TCMW TCMT VCMW VCMT WCMW WCMT RCMW RCMT RCMX	ZUŠLECHTĚNÉ OCELI 55 - 60 HRC	I	6620	I	8030 UM	I		I		I		I		I		
	..T				II	8016	II	8030 UR	II		II		II		II		II		
					III	6620 UM	III		III		III		III		III		III		
	..R		SPMR SPGR SPUN SPGN TPMR TPGR TPUN TPGN	ZUŠLECHTĚNÉ OCELI 55 - 60 HRC	I	6620 47	I	8030 47	I		I		I		I		I		
	..N				II	8016	II	8016	II		II		II		II		II		
					III	6620	III		III		III		III		III		III		
	..X		LFMX, LFUX, LCMX TN16E	ZUŠLECHTĚNÉ OCELI 55 - 60 HRC	I	8030	I	8030	I		I		I		I	8030	I	8030	I
				TVRZENÁ LITINA > 500 HB	II	8030	II	8030	II		II		II		II	8030	II	8030	II
			TN11... TN16... TN22	ZUŠLECHTĚNÉ OCELI 55 - 60 HRC	I		I		I		I		I		I		I		8030
				TVRZENÁ LITINA > 500 HB	I		I		I		I		I		I		I		8030

Materiál		6620				8016				8030					H			
Tvar VBD	Rozmezí posuvů a hloubky řezu		S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...		Zušlechtěné oceli Tvrzená litina		
	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]														KOREKČNÍ SOUČINITEL		K ₂₂
Jemné a dokončovací soustružení	I	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]	KOREKCE NA MATERIÁL		
	II	0,10	60	56	-	70	60	56	-	70	55	52	-	60		materiál	tvrdość	6620 8016, 8030
	III	0,20	45	42	-	50	45	42	-	50	40	38	-	45		Zušlechtěné oceli	HRC 55-60	1
Polohrubovací soustružení	I	0,20	45	42	-	50	45	42	-	50	40	38	-	45		Tvrzená litina	HsH 55-70	0,5
	II	0,30	40	38	-	45	40	38	-	45	30	28	-	35				
	III	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Hrubovací soustružení	I	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V ₄₅ [m.min ⁻¹]	HsH 75-80	-	0,7
	II	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	III	0,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	II	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	III	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Upichování obvodové zápichy a kopírování (CTP)		0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]			
		0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-				
		0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
		0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Čelní a vnitřní zápichy		0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-				
		0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-				
		0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
		0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Závitování			-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	-	-				
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-				
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-				

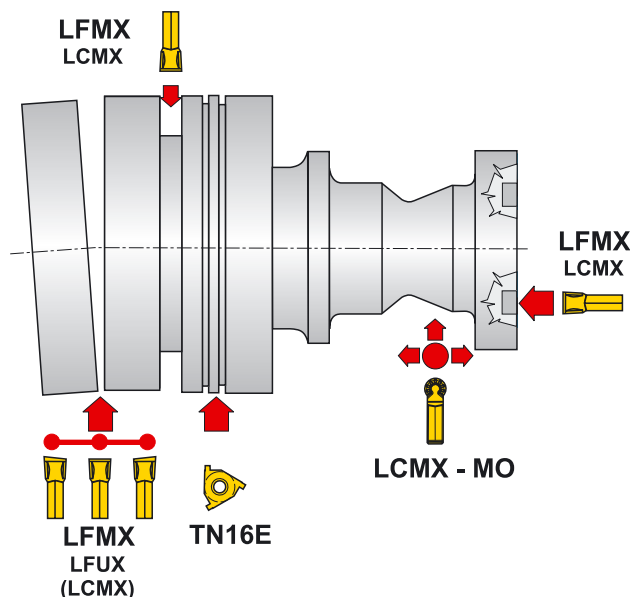
Materiál				PKBN													H			
Tvar VBD	Rozmezí posuvů a hloubky řezu																Zušlechtnuté oceli Tvrzená litina			
	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Hloubka řezu a_p [mm]	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...		KOREKČNÍ SOUČINITEL		K _{uz}	
Jemné a dokončovací soustružení	I	0,05	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Kůra výkovku a odlitku	0,70-0,80			
	II	0,10		110	105	95	120	-	-	-	-	-	-	-	Vnitřní soustružení	0,75-0,85				
	III	0,20		90	85	80	100	-	-	-	-	-	-	-	Přerušovaný řez	0,80-0,90				
Polohrubovací soustružení	I	0,20	2,5	90	85	80	100	-	-	-	-	-	-	-	-	Dobrý stav stroje	1,05-1,20			
	II	0,30		80	75	70	90	-	-	-	-	-	-	-	Špatný stav stroje	0,85-0,95				
	III	0,40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKCE NA MATERIÁL					
Hrubovací soustružení	I	0,40	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	materiál	tvrdost	6620 8016, 8030	PKBN	
	II	0,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Zušlechtnuté oceli	HRC 55-60	1	1		
	III	0,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tvrzená litina	HsH 55-70	0,5	1		
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HsH 75-80	-	0,7		
	II	1,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	III	1,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Upichování obvodové zápichy a kopírování (CTP)		0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
		0,15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Čelní a vnitřní zápichy		0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
		0,15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Závitování				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						

Materiál				PKBN													H			
Rozmezí posuvů a hloubky řezu																	Zušlechtněné oceli Tvrzená litina			
Tvar VBD	stupeň	Posuv	Hloubka řezu	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	S... C... W..	T... D... K..	V...	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...		KOREKČNÍ SOUČINITEL		K _{ce}	
		f [mm.ot ⁻¹]	a_p [mm]													Kůra výkovku a odlitku	0,70-0,80			
Jemné a dokončovací soustružení	I	0,05	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Vnitřní soustružení	0,75-0,85	0,80-0,90		
	II	0,10		110	105	95	120	-	-	-	-	-	-	-	Přerušovaný řez	1,05-1,20	Špatný stav stroje	0,85-0,95		
	III	0,20		90	85	80	100	-	-	-	-	-	-	-						
Polohrubovací soustružení	I	0,20	2,5	90	85	80	100	-	-	-	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]	KOREKCE NA MATERIÁL			
	II	0,30		80	75	70	90	-	-	-	-	-	-	-	Tvrzená litina		HsH 55-70	0,5	1	
	III	0,40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			HsH 75-80	-	0,7	
Hrubovací soustružení	I	0,40	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V ₄₅ [m.min ⁻¹]	materiál	tvrdost	6020 8016, 8030	PKBN
	II	0,60		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	III	0,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]	Zušlechtněné oceli	HRC 55-60	1	1
	II	1,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	III	1,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Upichování obvodové zápichy a kopírování (ČTP)		0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]				
		0,15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Čelní a vnitřní zápichy		0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]				
		0,15		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		0,20		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		0,30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Závitování				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V ₁₅ [m.min ⁻¹]				
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						

4.5 Soustružení zápichů, upichování, CTP systém pro kopírovací a zapichovací soustružení

Výrobní program nástrojů Pramet umožňuje produktivní soustružení mělkých i hlubokých zápichů radiálních i axiálních (čelních). Dále zápichů kruhového profilu s možností následného rozjíždění podélným posuvem (*obecně kopírovací soustružení - CTP systém*).

Technologické možnosti zapichovacích a upichovacích nástrojů Pramet jsou schematicky naznačeny na následujícím obrázku.



Pro soustružení hlubokých ($T:B \approx 1:4$ kde B je šířka zápichu a T je jeho hloubka) radiálních i čelních zápichů lze použít břitové destičky LFMX 2.00–016 SN až 6.35–020 SN nebo VBD LCMX 020502TN až 050502TN upínané v nožových držácích upínkou shora s fixovanou radiální polohou.

Pro upichování jsou určeny opět destičky LFMX 2.00–016 SN až 6.35–020 SN nebo VBD LFUX 030802TN až 060802TN upínané jak v pevných, tak i planžetových držácích řeznou silou v klínovitém lůžku v držáku. Alternativně jsou dodávány tyto nástroje i s břitovou destičkou LCMX.

Pro mělké zápichy malé šířky ($T:B \approx \max.1$) jsou určeny tříbřité destičky TN16E pro vnější zápichy a TN16N pro vnitřní zápichy. Šířky zápichů se pohybují v rozmezí $B = 1,1 \div 2,15$ mm. Tyto destičky jsou upínány do nožových držáků pro soustružení závitů.

Břítové destičky LCMX 030502MO až 0605MO se používají pro zapichování a následné rozjíždění (rozšiřování zápichů) podélným posuvem.

Tento systém CTP (Copy Turning Pramet) je tedy obecně určen pro kopírovací soustružení.

4.5.1 Materiály VBD pro zapichování, upichování a kopírování (CTP)

Materiály břitové destičky pro soustružení zápichů musí mít především dobrou houževnatost při dostatečné otěruvzdornosti. Tyto požadavky splňují v maximální míře materiály VBD Pramet 8030 a 6640. Jejich vlastnosti a použití jsou uvedeny v kapitolách 3.1 a 3.2 (str. 7-8).

4.5.2 Řezné podmínky pro zapichovací a upichovací nástroje

Směrné hodnoty radiálních a axiálních posuvů pro soustružení VBD LFMX, LCMX a TN16E; N jsou v následující tabulce:

Radiální i čelní zápichy (LFMX, LCMX; TN16E; N)

Šířka VBD [mm]	posuv f [mm.ot ⁻¹]		
	počáteční (startovní)	rozmězí	
		min.	max.
1,1 ÷ 1,6	0,05	0,02	0,08
1,85 ÷ 2,15	0,06	0,02	0,12
2 ÷ 3	0,12	0,08	0,18
3 ÷ 4	0,15	0,08	0,25
5 ÷ 6,5	0,20	0,12	0,30

Směrné hodnoty radiálních posuvů pro upichování jsou v následující tabulce:

Upichování (LFMX, LFUX, LCMX)

Šířka VBD [mm]	posuv f [mm.ot ⁻¹]					
	počáteční (startovní)	rozmězí		počáteční (startovní)	rozmězí	
		min.	max.		min.	max.
2,0 ÷ 2,65	0,10	0,08	0,20	0,08	0,07	0,15
3 ÷ 3,15	0,13	0,09	0,22	0,10	0,08	0,20
4 ÷ 4,15	0,15	0,10	0,25	0,13	0,08	0,23
5 ÷ 5,15	0,18	0,10	0,30	0,15	0,08	0,25
6 ÷ 6,35	0,20	0,12	0,35	0,16	0,10	0,30
VBD	LFMX, LCMX, LFUX..TN			LFUX..TR;TL		

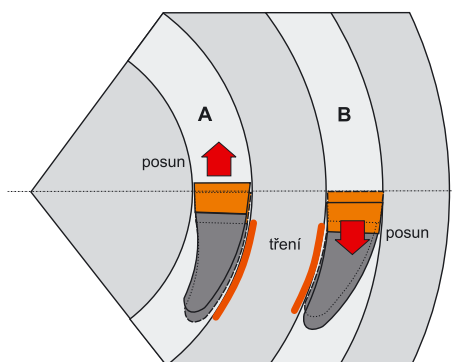
Počáteční (startovní) řezné rychlosti pro soustružení vnějších, vnitřních i čelních zápichů a pro upichování jsou v dále uvedeny v souhrnných tabulkách soustružení.

Tyto hodnoty platí za předpokladu použití řezné kapaliny.

Doporučení pro praxi soustružení zápichů a upichování:

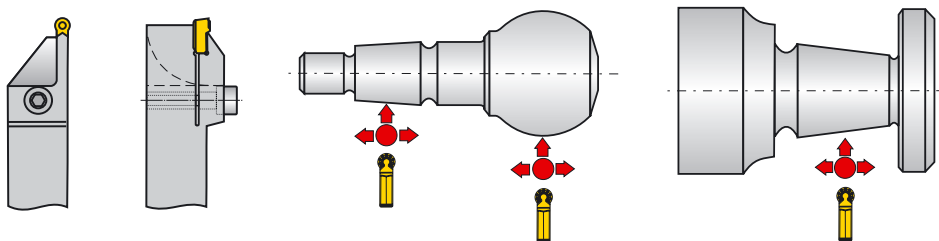
- Pro omezení vibrací soustavy je nutno volit nožový držák o maximálním průřezu a s minimálním vyložením
- Podélná osa VBD musí být kolmá k ose rotace obrobku (u radiálních zápichů)
- Ostří VBD musí být ve výšce osy rotace obrobku v toleranci $\pm 0,1$ mm
- Řezná kapalina musí být přiváděna přímo na břit v dostatečném množství, aby bylo zajištěno účinné chlazení břitu, ale i k části držáku pod břitovou destičkou
- Při soustružení čelních zápichů je především zapotřebí volit vhodný nožový držák pro určitý rozsah průměrů zápichu. Dále musí být podélná osa nožového držáku rovnoběžná s osou rotace. V opačném případě vzniká nebezpečí nadměrného tření hřbetu nástroje o stěny zápichu. V případě, že dochází k zadírání hřbetu na vnější stěně držáky – obr. na další straně, případ A, je nutno posunout břit VBD nad osu obrobku. Pokud dochází k zadírání na vnitřní stěně drážky, případ B, je nutno posunout břit pod osu obrobku.

Při čelním zapichování je dále nutné klást zvláštní důraz na umístění nože do osy obrobku, protože jinak může dojít k tření nástroje o brobek a následnému poškození.



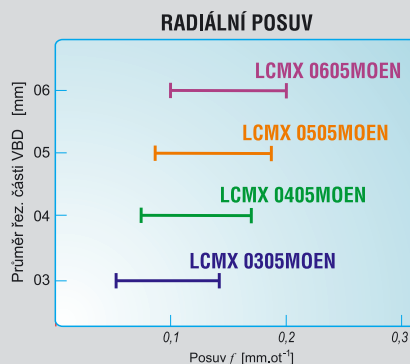
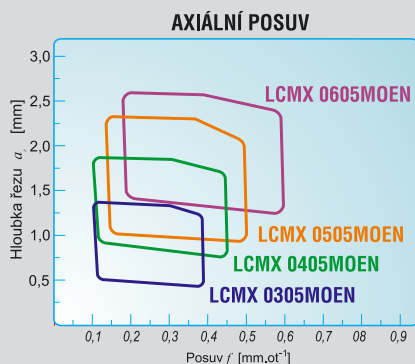
Multifunkční systém nástrojů CTP (Copy Turning Pramet) významně rozšiřuje program nástrojů pro soustružení. Tyto nástroje umožňují podélné i čelní soustružení a kopírovací soustružení ploch různých tvarů.

Jedním nástrojem s nožovým držákem tvaru běžného zapichovacího nože, ve kterém je břitová destička upnuta upínkou shora, lze soustružit součásti s tvarově složitými povrchy.



“Startovní” řezné rychlosti jsou uvedeny v tabulkách prezetovaných v jedné z předchozích kapitol věnované volbě řezných rychlostí pro soustružnické nástroje.

Doporučené rozmezí radiálních a axiálních posuvů a hloubky řezu pro CTP nástroje o různém průměru kruhové hlavy VBD jsou pak uvedeny v následujících diagramech.



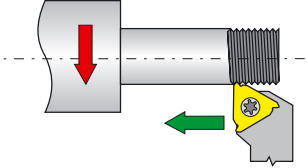
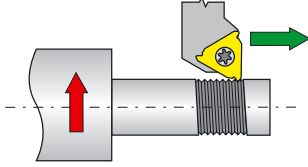
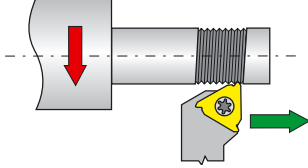
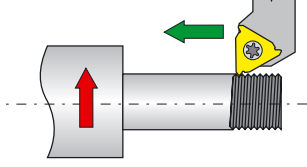
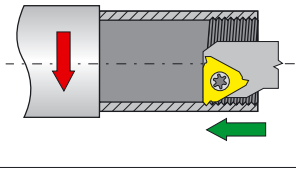
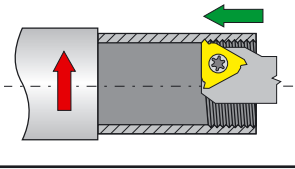
Velmi důležité je použití řezné kapaliny s výrazným chladícím účinkem, přiváděné k břitu v dostatečném množství. Vydátné chlazení musí zabezpečit jednak snížení teploty břitu, ale i podložené části nožového držáku s lůžkem pro VBD.

4.6 Soustružení závitů



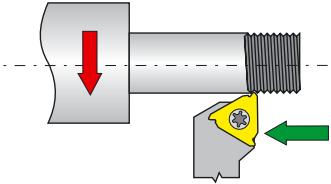
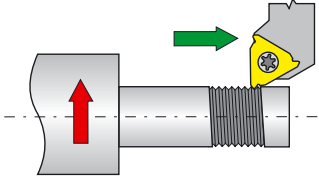
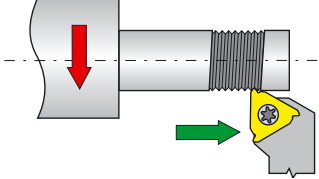
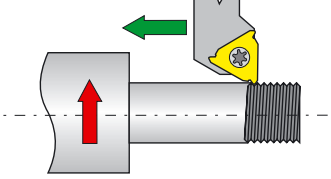
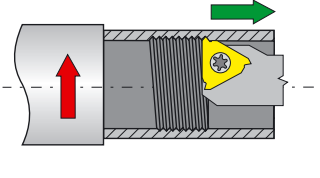
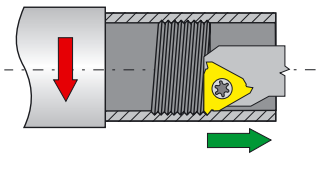
4.6.1 Volba metody soustružení závitů

Podle tvaru obrobku a typu soustruhu se zvolí základní metoda soustružení, tj. směr posuvu a smysl otáčení vřetene pro soustružení pravého vnějšího nebo vnitřního závitu resp. levého vnějšího či vnitřního závitu. Volbu lze provést podle následující tabulky.

Typické metody soustružení závitů

SOUSTRUŽENÝ ZÁVIT	VBD + DRŽÁK	SMYSL OTÁČENÍ VŘETENE SMĚR POSUVU NÁSTROJE
VNĚJŠÍ ZÁVIT PRAVÝ	TN.....ER... + SER	
VNĚJŠÍ ZÁVIT PRAVÝ	TN.....ER... + SER	
VNĚJŠÍ ZÁVIT LEVÝ	TN.....EL... + SEL	
VNĚJŠÍ ZÁVIT LEVÝ	TN.....EL... + SEL	
VNITŘNÍ ZÁVIT PRAVÝ	TN.....NR... + SIR	
VNITŘNÍ ZÁVIT LEVÝ	TN.....NL... + SIL	

Doplňkové metody soustružení závitů

SOUSTRUŽENÝ ZÁVIT	VBD + DRŽÁK	SMYSL OTÁČENÍ VŘETENE SMĚR POSUVU NÁSTROJE  
VNĚJŠÍ ZÁVIT PRAVÝ	TN.....EL... + SEL	
VNĚJŠÍ ZÁVIT PRAVÝ	TN.....EL... + SEL	
VNĚJŠÍ ZÁVIT LEVÝ	TN.....ER... + SER	
VNĚJŠÍ ZÁVIT LEVÝ	TN.....ER... + SER	
VNITŘNÍ ZÁVIT PRAVÝ	TN.....NL... + SIL	
VNITŘNÍ ZÁVIT LEVÝ	TN.....NL... + SIR	

DEFINICE POJMŮ
VZORCEREZNÉ MATERIÁLY
PRAMETVOLBA NÁSTROJE
PRO SOUSTRUŽENÍVOLBA NÁSTROJE
PRO FRÉZOVÁNÍVOLBA NÁSTROJE
PRO VRTÁNÍ

OPOTŘEBENÍ VBD

SKUPINY MATERIÁLŮ
TABULKY EKIVALENTŮ

4.6.2 Volba úhlu sklonu břítu λ a redukční podložky

Všechny držáky závitových nožů PRAMET TOOLS mají konstantní úhel sklonu (naklonění VBD) $\lambda = 1,5^\circ$. Pro dosažení potřebného sklonu λ blízkého úhlu stoupání šroubovice závitu ω , který je dán průměrem závitu a jeho stoupáním, je zapotřebí pod břitovou destičku vložit speciální redukční podložku, pomocí které se dosáhne požadovaného úhlu sklonu λ VBD. Jeho dodržení je podmínkou nezkrácení profilu závitu i rovnoměrného opotřebení obou břitů VBD. Pro volbu vhodné podložky pod závitovou břitovou destičku pro soustružení závitu průměru d a stoupání p je určen následující diagram.

Postup volby podložky:

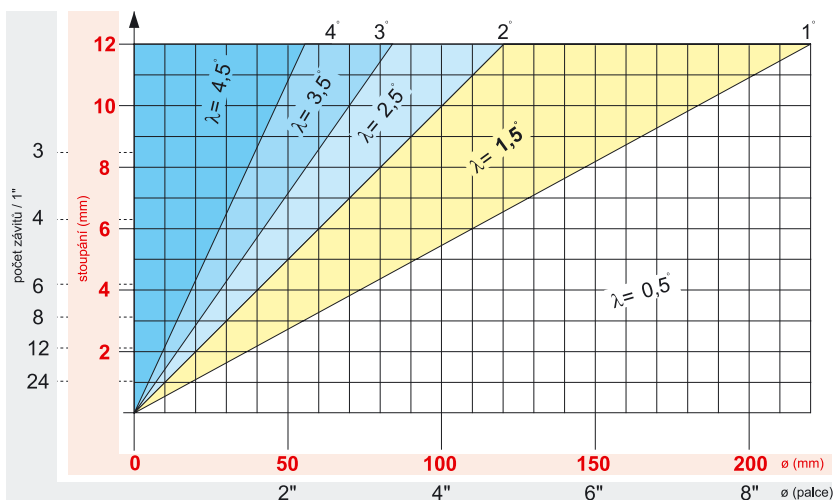
1. Podle průměru závitu na vodorovné ose diagramu a podle stoupání závitu na svislé ose se určí požadovaný úhel sklonu λ břitové destičky.
2. Podle požadovaného úhlu sklonu se zvolí pro příslušný nožový držák redukční podložka podle následující tabulky.

PŘÍKLAD:

Soustružení závitu $d = 80$ mm o stoupání $p = 4$ mm břitovou destičkou upnutou v držáku SER 22.

1. V diagramu určíme požadovaný úhel sklonu $\lambda = 0,5^\circ$ (průsečík obou hodnot leží v poli označeném $\lambda = 0,5^\circ$)
2. V tabulce určíme pro požadovaný úhel sklonu $\lambda = 0,5^\circ$ a nožový držák SER 22 redukční podložku PE 22 + 0,5

V tabulce jsou uvedeny podložky s negativním úhlem sklonu. Tyto podložky umožňují použít např. pravý nožový držák i pro soustružení levého závitu za předpokladu opačného směru posuvu nástroje.



ÚHEL NASTAVENÍ λ	POZITIVNÍ					NEGATIVNÍ		PRO ZÁPÍCHOVÉ VBD	
	4,5°	3,5°	2,5°	1,5°	0,5°	-0,5°	-1,5°		
ZÁVITOVÝ NŮŽ	OZNAČENÍ PODLOŽKY								
SER 16 SIL 16	PE16+4,5	PE16+3,5	PE16+2,5	PE16+1,5*	PE16+0,5	PE16-0,5	PE16-1,5	PE16ZZ	
SEL 16 SIR 16	PI16+4,5	PI16+3,5	PI16+2,5	PI16+1,5*	PI16+0,5	PI16-0,5	PI16-1,5	PI16ZZ	
SER 22 SIL 22	PE22+4,5	PE22+3,5	PE22+2,5	PE22+1,5*	PE22+0,5	PE22-0,5	PE22-1,5	-	
SEL 22 SIR 22	PI22+4,5	PI22+3,5	PI22+2,5	PI22+1,5*	PI22+0,5	PI22-0,5	PI22-1,5	-	
SER-S 16 SIL 16	PE16S+4,5	PE16S+3,5	PE16S+2,5	PE16S+1,5*	PE16S+0,5	PE16S-0,5	PE16S-1,5	-	
SEL-S 16 SIR 16	PI16S+4,5	PI16S+3,5	PI16S+2,5	PI16S+1,5*	PI16S+0,5	PI16S-0,5	PI16S-1,5	-	
SER-S 22 SIL 22	PE22S+4,5	PE22S+3,5	PE22S+2,5	PE22S+1,5*	PE22S+0,5	PE22S-0,5	PE22S-1,5	-	
SEL-S 22 SIR 22	PI22S+4,5	PI22S+3,5	PI22S+2,5	PI22S+1,5*	PI22S+0,5	PI22S-0,5	PI22S-1,5	-	

Poznámka: Všechny závitové držáky mají úhel naklonění $\lambda = 1,5^\circ$. Úhel naklonění je možné měnit vyměnitelnou podložkou viz tabulka a diagram.

4.6.3 Volba druhu materiálu VBD

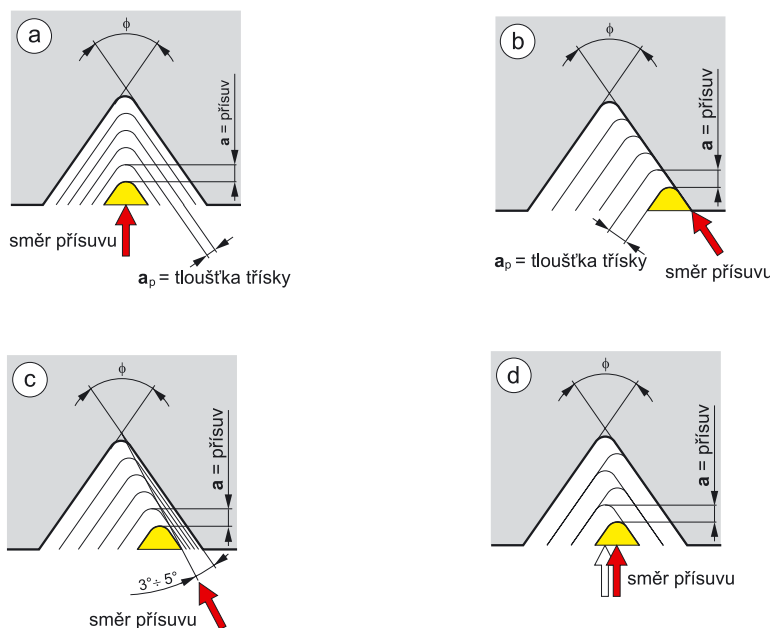
Břítové destičky pro soustružení závitů jsou z univerzálního materiálu 8030 s povlakem PVD jehož vlastnosti umožňují produktivní výrobu závitů v materiálech všech skupin P, M, K, N, S, H.

4.6.4 Volba řezné rychlosti

Podle druhu obráběného materiálu (skupiny P, M, K, N, S, H) se zvolí počáteční řezná rychlost podle tabulek uvedených v předchozí části.

4.6.5 Dělení třísky, metody a velikost přísuvu

Pro úběr celého profilu závitu existují čtyři různé metody přísuvu a to radiální přísuv - *obr. a*, boční přísuv - *obr. b*, boční přísuv s odklonem 3-5° - *obr. c* a střídavý přísuv - *obr. d*.



Volba příslušné metody přísuvu závisí na typu soustruhu, druhu obráběného materiálu a stoupání závitu.

Radiální přísuv - je nejjednodušší a nejčastěji používán. Přísuv je kolmý na osu rotace obrobku - úběr materiálu probíhá na obou bocích profilu. Napomáhá příznivé tvorbě třísky a tudíž rovnoměrnému opotřebení bříty. Je vhodný pro závit s menším stoupáním ($p < 1,5$ mm). Při vyšších posuvech může dojít u tohoto přísuvu ke vzniku vibrací. Radiální přísuv je vhodný pro obráběné materiály dávající krátkou třísku a pro materiály, u kterých dochází ke zpevňování za studena - např. austenitické korozivzdorné oceli a oceli s nízkým obsahem uhlíku.

Boční přísuv - snižuje tepelné zatížení špičky bříty VBD a tím i snižuje opotřebení. Umožňuje i lepší tvar a odvod třísky. Používá se na závit se stoupáním $p > 1,5$ mm pro soustružení trapézových závitů. Nevýhodou je tření pravého bočního bříty o pravý bok profilu a následné nepravidelné opotřebení bříty i zhoršení jakosti obrobce na pravém boku profilu.

Boční přísuv s odklonem 3-5° - eliminuje tření na boku profilu, které vzniká při bočním přísuvu.

Střídavý přísuv - doporučuje se u velkých stoupání závitů a materiálů tvořících dlouhou špatně utvářitelnou třísku. Výhodou je rovnoměrnější rozdělení úběru materiálu na oba boky a tím rovnoměrnější opotřebení bříty VBD. Klade větší nároky na programování obráběcího stroje.

Velikost přísuvu a počet záběrů - jsou závislé na stoupání závitu. Pro různé typy závitů je lze volit podle dále prezentovaných tabulek. Uvedené hodnoty je nutno považovat za *směrné-východí* a lze je podle konkrétních zkušeností upravovat.

Závít ISO - metrický - vnitřní

počet záběrů	snižovat řeznou rychlost úměrně s rostoucím stoupáním															
	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	5,50	6,0
	Radiální přísv [mm]															
1		0,11	0,17	0,19	0,20	0,22	0,22	0,25	0,27	0,28	0,32	0,33	0,36	0,41	0,41	0,44
2		0,09	0,14	0,16	0,17	0,21	0,21	0,23	0,25	0,26	0,30	0,31	0,33	0,38	0,38	0,41
3		0,07	0,10	0,11	0,13	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20	0,23	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35
4		0,07	0,07	0,09	0,10	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28
5		0,34	0,48	0,08	0,09	0,11	0,10	0,12	0,13	0,14	0,17	0,18	0,21	0,22	0,22	0,24
6				0,63	0,08	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13	0,15	0,15	0,19	0,20	0,20	0,22
7					0,77	0,90	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20
8							0,08	0,08	0,10	0,11	0,13	0,13	0,15	0,16	0,17	0,19
9							1,07	1,20	0,10	0,10	0,12	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18
10									0,08	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,15	0,16
11									1,49	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,14	0,15
12										0,08	0,08	0,10	0,12	0,14	0,14	0,15
13										1,77	2,04	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
14												0,08	0,10	0,10	0,12	0,13
15												2,32	2,62	2,89	0,12	0,12
16															0,10	0,10
															3,20	3,46

Tab. a

Závít ISO - metrický - vnější

počet záběrů	snižovat řeznou rychlost úměrně s rostoucím stoupáním															
	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	5,50	6,0
	Radiální přísuv [mm]															
1		0,11	0,17	0,19	0,20	0,22	0,22	0,25	0,27	0,28	0,34	0,34	0,37	0,41	0,43	0,46
2		0,09	0,15	0,16	0,17	0,21	0,21	0,24	0,25	0,26	0,31	0,32	0,34	0,39	0,40	0,43
3		0,07	0,11	0,13	0,14	0,17	0,17	0,18	0,19	0,21	0,25	0,25	0,28	0,32	0,32	0,35
4		0,07	0,07	0,11	0,11	0,14	0,14	0,16	0,17	0,18	0,21	0,22	0,24	0,27	0,27	0,30
5		0,34	0,48	0,08	0,10	0,12	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,22	0,24	0,24	0,27
6				0,67	0,08	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14	0,17	0,17	0,20	0,22	0,22	0,24
7					0,80	0,94	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,20	0,20	0,22
8							0,08	0,08	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,19	0,19	0,21
9							1,14	1,28	0,11	0,12	0,14	0,14	0,16	0,18	0,18	0,20
10									0,08	0,11	0,12	0,13	0,15	0,17	0,17	0,19
11									1,58	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,16	0,18
12										0,08	0,08	0,12	0,13	0,15	0,15	0,16
13										1,89	2,20	0,11	0,12	0,12	0,13	0,15
14												0,08	0,10	0,10	0,13	0,14
15												2,50	2,80	3,12	0,12	0,12
16															0,10	0,10
															3,41	3,72

Tab. b

Závít UN - vnitřní

počet záběrů	snižovat řeznou rychlost úměrně s rostoucím stoupáním																
	stoupání [záv./palec]	32	28	24	20	18	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
	Radiální přísuv [mm]																
1		0,17	0,17	0,18	0,20	0,23	0,22	0,23	0,25	0,27	0,27	0,27	0,28	0,30	0,34	0,35	0,42
2		0,14	0,14	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24	0,24	0,25	0,26	0,28	0,32	0,33	0,38
3		0,10	0,10	0,14	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,18	0,18	0,18	0,19	0,21	0,23	0,24	0,30
4		0,08	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,20	0,20	0,25
5		0,49	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,22
6			0,59	0,66	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,15	0,16	0,20
7					0,78	0,86	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,14	0,15	0,18
8							0,95	0,08	0,08	0,08	0,10	0,10	0,11	0,11	0,13	0,14	0,17
9								1,10	1,17	1,26	0,08	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,16
10											1,38	0,08	0,09	0,10	0,12	0,12	0,15
11												1,49	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14
12													1,66	0,08	0,08	0,11	0,14
13														1,86	2,11	0,11	0,12
14																0,10	0,10
15																2,44	2,93
16																	0,10
																	3,27
																	3,65

Tab. c

Závít UN - vnější

počet záběrů	snižovat řeznou rychlost úměrně s rostoucím stoupáním																
	stoupání [záv./palec]	32	28	24	20	18	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
	Radiální přísuv [mm]																
1		0,17	0,17	0,19	0,20	0,23	0,22	0,23	0,25	0,27	0,27	0,27	0,28	0,30	0,35	0,36	0,43
2		0,15	0,15	0,17	0,19	0,21	0,21	0,22	0,24	0,26	0,26	0,26	0,26	0,28	0,33	0,34	0,40
3		0,12	0,12	0,15	0,14	0,16	0,16	0,17	0,18	0,20	0,20	0,20	0,21	0,22	0,26	0,27	0,32
4		0,08	0,10	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,22	0,23	0,28
5		0,52	0,08	0,08	0,10	0,12	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,24
6			0,62	0,71	0,08	0,08	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,17	0,18	0,22
7					0,83	0,93	0,08	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,16	0,17	0,20
8							1,03	0,08	0,08	0,08	0,11	0,12	0,12	0,13	0,15	0,16	0,19
9								1,17	1,26	1,36	0,08	0,11	0,12	0,12	0,14	0,15	0,18
10											1,48	0,08	0,11	0,12	0,12	0,14	0,17
11												1,63	0,08	0,11	0,11	0,13	0,16
12													1,79	0,08	0,08	0,12	0,15
13														2,01	2,28	0,11	0,12
14																0,10	0,10
15																2,66	3,19
16																	0,10
																	3,52
																	3,96

Tab. d

Závit Withworth - vnitřní i vnější

počet záběrů	snižovat řeznou rychlost úměrně s rostoucím stoupáním																		
	stoupání (záv./palec)	32	28	24	20	18	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4,5	4
	Radiální přísuv [mm]																		
1		0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,22	0,24	0,28	0,27	0,27	0,28	0,30	0,35	0,36	0,43	0,44	0,47	0,44
2		0,15	0,16	0,19	0,20	0,21	0,20	0,22	0,26	0,25	0,26	0,27	0,28	0,33	0,34	0,41	0,41	0,44	0,41
3		0,12	0,14	0,15	0,16	0,17	0,16	0,18	0,21	0,21	0,21	0,22	0,23	0,27	0,28	0,36	0,36	0,36	0,36
4		0,11	0,11	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,23	0,24	0,30	0,31	0,34	0,30
5		0,08	0,08	0,11	0,12	0,13	0,12	0,13	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18	0,21	0,21	0,27	0,27	0,32	0,26
6		0,64	0,68	0,08	0,08	0,11	0,10	0,12	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,19	0,20	0,24	0,24	0,29	0,23
7				0,87	0,91	0,08	0,10	0,11	0,13	0,13	0,13	0,14	0,15	0,18	0,19	0,22	0,23	0,28	0,22
8						1,07	0,08	0,08	0,08	0,12	0,13	0,13	0,14	0,16	0,17	0,20	0,22	0,26	0,21
9							1,12	1,23	1,42	0,08	0,12	0,12	0,13	0,15	0,16	0,19	0,20	0,24	0,20
10										1,54	0,08	0,12	0,12	0,14	0,15	0,18	0,18	0,22	0,18
11											1,69	0,08	0,12	0,12	0,14	0,17	0,17	0,20	0,17
12												1,87	0,08	0,08	0,14	0,15	0,16	0,19	0,16
13													2,09	2,41	0,12	0,12	0,15	0,17	0,15
14															0,10	0,10	0,14	0,17	0,14
15															2,80	3,34	0,12	0,12	0,12
16																	0,10	0,10	0,10
																	3,70	4,15	3,65

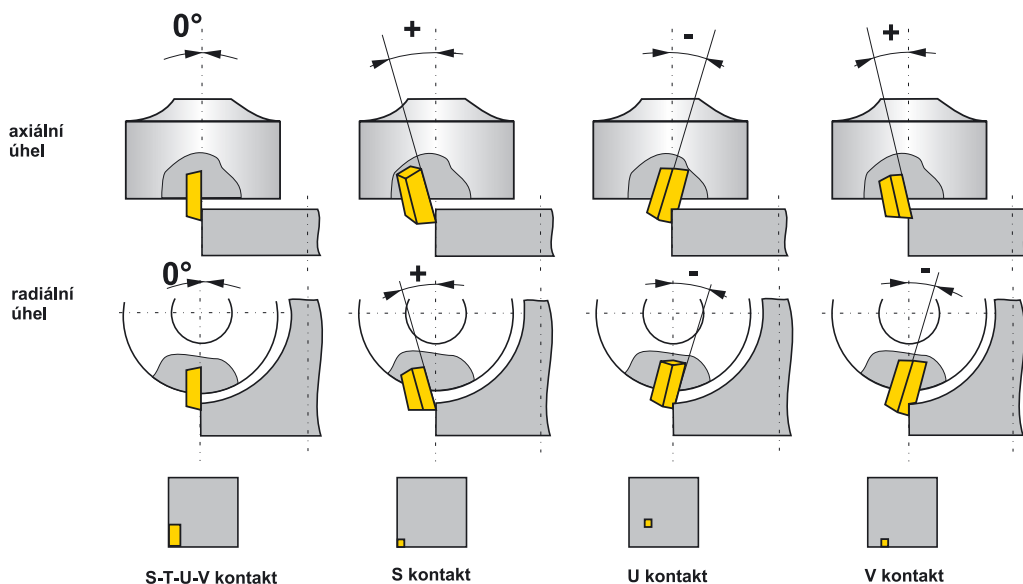
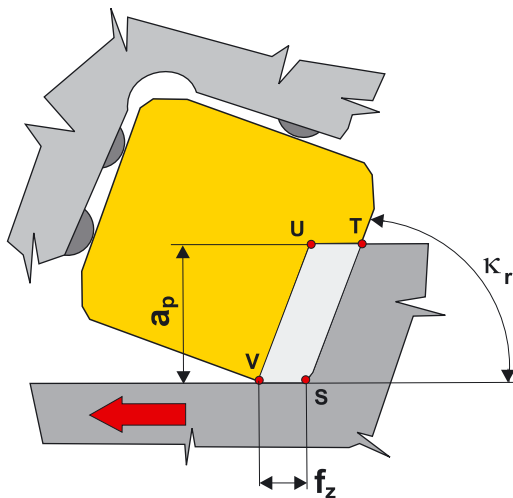
Tab. e

5.1 Volba frézy

V následujících statích je uveden stručný návod, jak postupovat při volbě nástroje pro libovolnou frézovací operaci. V praxi však většinou vycházíme ze stávajících skladových zásob, proto se v závěru zaměříme na volbu startovních řezných podmínek zaručujících optimální využití frézovacího nástroje.

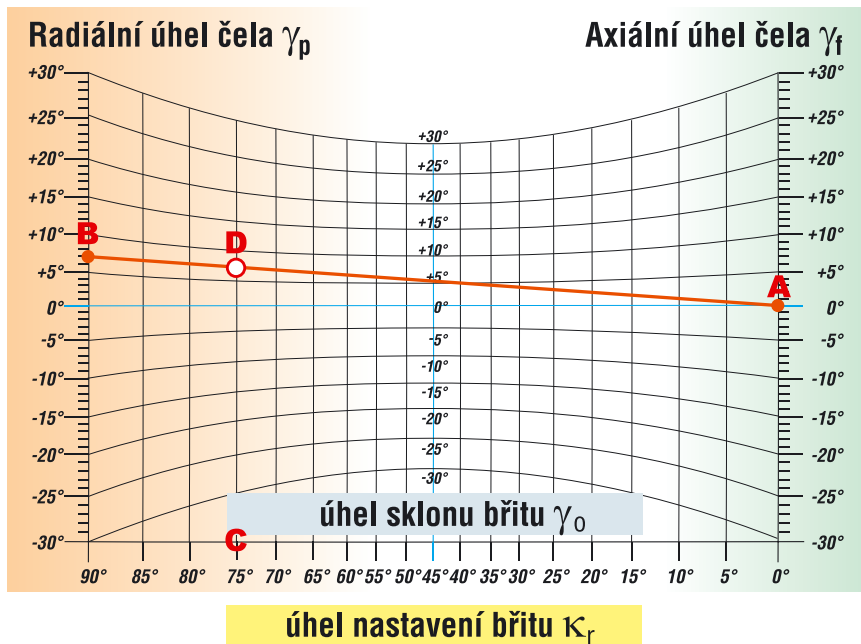
5.1.1 Volba typu frézovacího nástroje s ohledem na základní geometrii nástroje respektive na záběrové podmínky

Místo prvního kontaktu s ohledem na základní geometrii nástroje

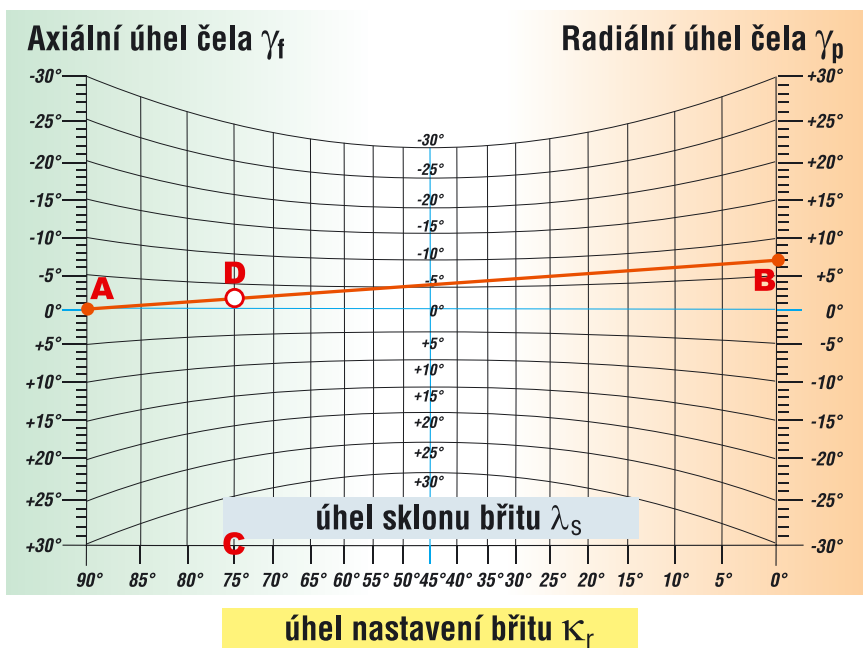


Nomogramy pro určení pracovní geometrie frézy

$$\tan \gamma_o = \tan \gamma_p \cdot \sin \kappa_r + \tan \gamma_f \cdot \cos \kappa_r$$



$$\tan \lambda_s = \tan \gamma_f \cdot \sin \kappa_r - \tan \gamma_p \cdot \cos \kappa_r$$



5.1.2 Volba typu frézovacího nástroje s ohledem na druh obráběného materiálu

PRIORITA VOLBY	Typ obráběné plochy						NÁSTROJ				
	P M K N S H	P M K N S H	P M K N S H	P M K N S H	P M K N S H	P M K N S H	K_r	γ_p	γ_f	a_{pmax}	označení
podmíněné užití neuzít											ROVINNÉ FRÉZY
							45	18	-6	6,5	S45SE12F
							45			6,5	S45SN12Z
							45	18	-3	6,5	W45SE123F
							45	18	-3	9	W45SE15F
							75	0-5	0	4	S75AP11D
							75	0-5	0	6	S75AP15D
							75	7	0	9	W75SP12D
							75	7	0	13	W75SP15D
							75	-9	-5	9	W75SN12N
							75	-9	-5	13	W75SN15N
							60	9	-3	18	W60SP25P
							-	5	0	6	SMORP12X
							-	0	0	8	SMORD16X
							90	0-5	0	9	S90AP11D
							90	5	0	13	S90AP15D
							90	6	-5	11	S90SP12D
							90	5	0	18	W90TP22D
							90	7	2	22	W90SP25P
							*	*	*	*	KK*
prvá volba alternativní užití možné užití											STOPKOVÉ FRÉZY
							90	0-5	0	9	SAP11D
							90	5	0	13	SAP15D
							90	0-5	0	9-13	SAP..D MODULAR
							45	0-5	0	5,5	SSD09
											KOPIROVACÍ FRÉZY
							-	0	0	dle VBD	B..SRD..
							-	0	0	dle VBD	E..SRD
							-	0-3	0	dle VBD	E(2)-SPD (MODULAR)
							-	0	-14-0	dle VBD	K2-SRC
							90	0	-14-0	dle VBD	K2-SLC
											ZAPICHOVACÍ FRÉZY
							90	-	-	dle VBD	S88CN
											VALCOVÉ FRÉZY
							90	0-5	0	-	SAP11D
							90	5	0	-	SAP15D
							90	7-15	0	-	SSAP-A
							90	7-15	0	-	SSAP
							90	0-5	0	-	S90AP11D
							90	0-5	0	-	S90AP15D
							90	7-15	0	-	S90SAP
											KOTOUCOVÉ FRÉZY
							90	2	2,5	-	F90TP16N
							90	2	2,5		F90TP16R/L
											S90SN12

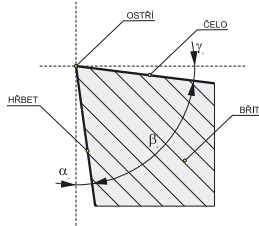
5.2 Volba VBD pro frézování

5.2.1 Volba VBD s ohledem na provedení ostří

Břítové destičky PRAMET pro frézování jsou dodávány s různým provedením ostří (řezné hrany). Označení této úpravy je ve shodě s normou ISO uvedeno na osmém místě ISO kódu.

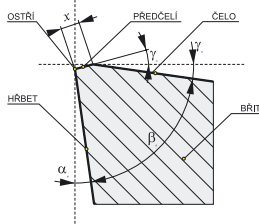
Úprava ostří výrazně ovlivňuje funkční vlastnosti nástroje a odpovídá specifickým požadavkům kladeným na břit při frézování různých materiálů.

F OSTRÝ BŘIT



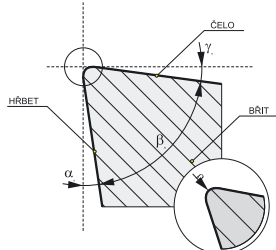
Ostrý břit doporučujeme používat pro VBD určené pro frézy, které slouží k obrábění slitin Al. U ostrého břitu se dosahuje minimální deformace odřezávané vrstvy, omezuje se vznik nárustku a snižuje se úroveň řezných sil. Pevnost ostří je v porovnání s ostatními úpravami řezné hrany menší.

T BŘIT S FAZETKOU (PŘEDČELÍM)



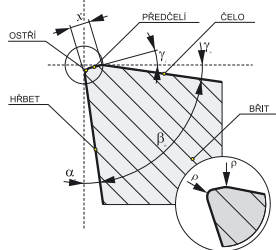
Břit s fazetkou (předčelím) - fazetka o šířce x a úhlu γ_x zvětšuje v bezprostřední blízkosti ostří úhel břitu γ_n a tím i pevnost ostří - jeho odolnost proti mechanickému zatížení - tj. odolnost proti křehkému porušení nebo lomu celého břitu tím roste. V současnosti se používá pouze vyjimečně, protože je nahrazen provedením "S".

E REKTIFIKOVANÉ OSTRÍ



Břit s rektifikovaným ostřím - jedná se o mírné zaoblení ostří s cílem snížení mikronerovností řezné hrany. Rektifikací ostří pod určitým velmi malým poloměrem ρ dosahujeme zvýšení odolnosti proti mechanickému porušení řezné hrany - tj. porušení křehkým lomem nebo tzv. mikrovydrolením. V současné době je tato úprava břitu používána u všech VBD bez fazetky (dříve úprava F), které se používají pro frézování takřka všech druhů materiálů (obecně materiálů zařazených do skupin P, M, K, N, S, H)

S FAZETKOVÉ OSTRÍ REKTIFIKOVANÉ



Rektifikovaný břit s fazetkou - V porovnání s úpravou T je provedena navíc rektifikace, která vede k zaoblení ostří zesíleného fazetkou. Tato úprava zvyšuje odolnost břitu proti mechanickému porušení v nejvyšší míře.

5.2.2 Volba materiálu VBD

V současné době pokrývá stávající řada materiálů s povlaky PVD 8016, 8026 a 8040 doplněná o nový materiál 5026 velkou většinu operací rovinného frézování, frézování do rohu, kopírovacího frézování a jejich použití převládá prakticky u všech dodávaných fréz PRAMETU.

Význam nepovlakovaných materiálů velmi silně poklesl, ale přesto jsou pro úplnost zařazeny do doplňkového sortimentu firmy PRAMET

Stávající materiály řady 8000 umožňují díky vynikající pevnosti břitu realizovat konstrukční řešení břitových destiček s velmi pozitivní geometrií – s úhly čela $\gamma_0 = 20 \div 25^\circ$ pro frézování ocelí uhlíkových i slitinových se zvýšenou pevností. Příkladem může být frézování zápustek a forem z nástrojových ocelí o pevnosti $R_m = 900 \div 1400$ MPa. Významně rozšiřují použití fréz PRAMETU i pro frézování austenitických korozivzdorných i žáruvzdorných ocelí, superslitin i velmi tvrdých zušlechťených ocelí. Pro tyto případy přináší ostrý a pevný břit s relativně velkými pozitivními úhly čela.

Substrát materiálu 5026 je na bázi WC+TaC+Co a zaručuje vysokou houževnatost i díky relativně vysokému obsahu kobaltu. Pro dosažení vysoké oteruvzdornosti je použit jemnozrný substrát, jehož oteruvzdornost je ještě umocněna povlakem naneseným metodou MTCVD, který je nanášen za středních teplot což zaručuje podstatně vyšší houževnatost oproti dříve používané metodě CVD.

Díky těmto vlastnostem je materiál 5026 charakterizován výbornou oteruvzdorností spolu s vysokou provozní spolehlivostí.

Jeho kladné vlastnosti se projevují zejména u aplikací v nichž je kladen důraz na na vysokou produktivitu tzn. za použití vysokých řezných rychlostí a také posuvů. Vyšší meze tepelné stability lze využít u operací, kde při požadavku vysokého výkonu frézování nemůže být použita řezná (chladicí) kapalina.

Přehled aplikačních oblastí a doporučené použití materiálů 8016, 8026, 8040 a 5026 je v tabulkách prezentovaných v části věnované obráběným materiálům (kapitola 3 – str. 7 ÷ 8).

5.3 Volba řezných podmínek

V následně uvedené stati se pokusíme usnadnit volbu vhodného nástroje resp. volbu startovních (počátečních řezných podmínek).

1. V prvním kroku přiřadíme obráběný materiál do jedné ze semi skupin dle třídníku PRAMET (kapitola 8 str. 92)
2. Přiřadíme danou operaci do skupiny dle jejího charakteru (lehké, střední nebo těžké frézování).

Lehké frézování - jedno přerušení během otáčky, příznivé záběrové podmínky, předobrobený povrch polotovaru obrobku, nebo povrch výkovek a vývalků bez větších defektů a nerovností. Rozmezí $f_z = 0,1 \div 0,25$ mm/z, hloubka řezu $a_p < 2$ mm. (kritérium f_z je pouze doplňkové).

Střední frézování - jedno až dvě přerušení řezu během jedné otáčky nástroje. Záběrové podmínky nelze volit zcela optimální. Povrch polotovaru obrobku - kúra válcovaného materiálu, licí a kovací kúra s menšími povrchovými vadami. Horní hranice posuvu $f_z = 0,30 \div 0,40$ mm/z a hloubky řezu $a_p = 2 \div 4$ mm.

Těžké frézování - vícenásobné přerušení řezu během jedné otáčky nástroje. Nepříznivé záběrové podmínky (negativní hodnoty záběrového úhlu). Hrubá povrchová kúra odlitků s povrchovými vadami, nerovná hrubá kúra výkovek a nerovný povrch výpalku. Nerovnoměrná hloubka řezu $a_p = 3 \div 10$ mm.

3. V první z tabulek pro danou skupinu obráběných materiálů zvolíme pro předem zvolenou VBD kombinaci materiálů a úprava řezné hrany. V těchto tabulkách je pro každou skupinu obráběných materiálů uvedeno několik alternativních řešení označených I až III. (str. 58 ÷ 68)
4. V následujících tabulkách zvolíme pak startovní řeznou rychlost a případné korekce (na stav stroje, tvrdost obráběného materiálu..... str. 58 ÷ 68)
































Tabulky jsou doplněny korekčními součiniteli k_{VX} pro přepočet řezných rychlostí při frézování s ohledem na dobrý, či špatný technický stav stroje.

Pokud se požaduje trvanlivost břitu T jiná než 30 min, násobí se tabulková řezná rychlost součinitelem k_{VT} podle tabulky korekčních součinitelů na trvanlivost. Jestliže se tvrdost obrobku HB liší od tvrdosti uvedené v záhlaví tabulky, násobí se hodnota řezné rychlosti v_{30} uvedená v tabulce součinitelem k_{VHB} . Výsledná řezná rychlost je pak dána součinem:

$$V_c = v_{30} \cdot k_{VX} \cdot k_{VT} \cdot k_{VHB} \cdot (k_{VM})$$

Je zapotřebí upozornit, že takto stanovená řezná rychlost je hodnotou počáteční (výchozí) určující základní úroveň řezných rychlostí pro danou operaci.

Především rozptýlí obrobiteľnosti obráběného materiálu, který může i u ušlechtilých ocelí dosáhnout dvou tříd obrobiteľnosti, je mnohdy důvodem pro nutnost určitého doladění řezné rychlosti v případě, že požadujeme relativně přesné dodržení hospodárné trvanlivosti břitu.

P															
TYP NÁSTROJE				TVAR VBD		Pracovní podmínky frézování									
						lehké		střední		těžké					
W75SN12N	W75SN15N	S88CN	S90SN12	SNHN 12-EN; SNHN 15-EN CNE 635; CNM 563; SNHQ 12		I.	-	I.	5026	I.	8026-E				
						II.	8026	II.	8026-E	II.	8040				
						III.		III.	8026	III.					
W45SE12F W45SE15F	W60SP25P	W75SP12D W75SP15D	W90SP25P	SEER12..EN; SN; SEEN12..FN; SN SEER15..EN; SN; SEEN15..FN; SN SPGN25..SR; SPUN25..S SPKR12..SR; SPKN12..ER; SR; EL; SL SPKR15..SR; SPKN15..ER; SR; EL; SL SPUN25..S		I.	5026-S	I.	5026-S	I.	8040-S				
						II.	8026-S	II.	8040-S	II.	5026-S				
						III.	8016-S	III.	8026-S	III.	S45-S				
SSD09	S45SE09F S45SE12F S45SN12Z	S90SP12D S90SO09D	SSAP-A	SSAP	S90SAP	SEET12..EN; SN; SEEW12..EN, SN SEET12..FN; SDET; SDEX; SNKX12..ER SPET12..SN; APET15..EN; SN APEW15..ER; SR; SPET12..EN; SN SPEW12..EN; SN; SDEW09..EN; SN, SEMT09, SOMT 09		I.	5026-S	I.	5026-S	I.	8040-S		
								II.	8026-S	II.	8040-S	II.	5026-S		
								III.	8016-S	III.	8026-S	III.	S45-S		
SAP11D SAP15D	SSA	SAP..D	S90AP11D S90AP15D	SAP11D	SAP15D	S90AP11D S90AP15D	APKX11..ER-F; ER-M APKX15..ER-F; ER-M; SR-R ADKT15..ER-M APKT10..ER-M		I.	8026-E,S	I.	8040-E,S			
									II.	8016-E,S	II.	8026-E,S			
									III.	5026-E,S	III.	5026-E,S	III.	5026-E,S	
S75AP11D S75AP15D						APKX11..ER-F; ER-M APKX15..ER-F; ER-M; SR-R		I.	8026-ES	I.	8040-E,S	I.	8040-E,S		
								II.	8016-E,S	II.	8026-E,S	II.	8026-E,S		
								III.		III.		III.			
W90TP22D	F90TP16R/L	F90TP16N				TPKR22..SR; TPKN22..ER TPKN22..SR TPCN16..SN		I.	8026-S	I.	8040-S	I.	8040-S		
								II.	S26-S	II.	8026-S	II.	8026-S		
								III.	5026-S	III.	5026-S	III.	5026-S		
B..SRD..	E..SRD..	E(2)-SRD..	SMORP12X SMORD16X	RPEX12..EN; SN; RDEX16..EN; SN RDET08..SN; RDEW08..SN RDET10..SN; RDEW10..EN; SN RDEX12..EN; SN; RDET12..SN RDEW12..EN; SN; RDEX16..EN; SN		I.	8026-S	I.	8040-S	I.	8040-S				
						II.	8016-S	II.	8026-S	II.	8026-S				
						III.		III.		III.					
K2-SRC..	K2-SLC..				RC08-RC32 LC08..08F LC10..10F LC12..12F LC16..16F LC20..20F		I.	8016	I.	8040	I.	8040			
							II.	8040	II.	8016	II.				
							III.		III.		III.				

P	Volba řezné rychlosti v_c v závislosti na posuvu f_z									
Typ nástroje	Tvar VBD	Úhel nastavení	Pracovní podmínky frézování	Doporučené rozmezí posuvů f_z	Řezná rychlost v_{30} [m. min]					
					5026	8016	8026	8040	S26	S45
W75SN12 W75SN15 S88CN, S90 SN12	SNHN, SNKX CNE635, CNM563 SNHQ12	75°	Lehké	0,1÷0,2	330	-	255	-	-	-
			Střední	0,1÷0,3	315	-	220	-	-	-
			Těžké	0,1÷0,4	290	-	185	180	-	-
W45SE123. W45SE15.. W60SP25.. W75SP12.. W75SP15.. W90SP25..	SEER SEEN SPKN SPKR SPUN SPGN	45°	Lehké	0,1÷0,35	315	240	255	-	165	-
			Střední	0,15÷0,4	300	-	220	200	145	-
			Těžké	0,15÷0,5	280	-	185	180	-	65
		60°	Lehké	0,09÷0,3	315	240	255	-	165	-
			Střední	0,12÷0,35	300	-	220	200	145	-
			Těžké	0,12÷0,4	280	-	185	180	-	65
		75°	Lehké	0,08÷0,25	315	240	255	-	165	-
			Střední	0,1÷0,3	300	-	220	200	145	-
			Těžké	0,15÷0,35	280	-	185	180	-	65
		90°	Lehké	0,08÷0,2	315	240	255	-	165	-
			Střední	0,1÷0,25	300	-	220	200	145	-
			Těžké	0,15÷0,3	280	-	185	180	-	65
S45SE12.. S45SN12.. S90SP12 SSAP-A, SSAP S90SAP, SSD09	SEET SEEW SPET, SPEW SNKX, SDEW SDET SDEX APEW, APET	45°	Lehké	0,1÷0,35	315	240	255	-	165	-
			Střední	0,15÷0,4	300	-	220	200	145	-
			Těžké	0,15÷0,5	280	-	185	180	-	65
		90°	Lehké	0,08÷0,2	315	240	255	-	165	-
			Střední	0,1÷0,25	300	-	220	200	145	-
			Těžké	0,15÷0,3	280	-	185	180	-	65
S90AP11.. S90AP15 SAP11 SAP15 SAP Modul S90AP11 S90AP15.. S75AP11 S75AP15	APKX APKT ADKT	90°	Dokkonč.		315	240	255	-	-	-
			Střední		300	-	220	200	-	-
			Hrubovací		280	-	185	180	-	-
		75°	Lehké	0,08÷0,25	315	240	255	-	-	-
			Střední	0,1÷0,3	300	-	220	200	-	-
			Těžké	0,15÷0,35	280	-	185	180	-	-
W90TP22 F90TP16	TPKR TPKN TPCN LC08-20	90°	Lehké	0,08÷0,2	280	-	235	-	140	-
			Střední	0,1÷0,25	270	-	200	180	-	-
			Těžké	0,15÷0,30	250	-	170	165	-	-
SMORP12, SMORD16 BSRD, E-SRD, E(2)SRD K2 SRC, K2-SLC	RPEX, RDEX RDET, RDEW RC08-RC25		Lehké		-	240	255	-	-	-
			Střední		-	-	220	200	-	-
			Těžké		-	-	185	180	-	-

KOREKCE V_c

Korekční součinitel k_{xx}	
Nízká tuhost soustavy SNO	0,70÷0,90
Dobrý stav stroje	1,05÷1,20
Špatný stav stroje	0,80÷0,95

Korekce na trvanlivost

T_{min}	k_{VT}
15	1,23
20	1,13
30	1,00
45	0,89
60	0,81
90	0,72

Korekce na tvrdost obrobku
































HB	k_{VHB}
120	1,18
140	1,12
160	1,05
180	1,00
200	0,95
220	0,90
240	0,86
260	0,82
280	0,80
300	0,77

Doporučené rozsahy posuvů pro VBD APKX

VBD	f_z [mm.zub ⁻¹]	VBD	f_z [mm.zub ⁻¹]
APKX 1103PD ER-F	0,05÷0,12	APKX 1505PD ER-F	0,05÷0,20
APKX 1103PD ER-M	0,10÷0,25	APKX 1505PD ER-M	0,15÷0,30
		APKX 1505PD ER-R	0,25÷0,50
<i>F. dokončovací M.. střední R.. hrubovací</i>			

Doporučené rozsahy posuvů a hloubek řezu pro nástroje s kruhovými VBD

VBD	posuv hloubka řezu	Průměr frézy [mm]					
		8 - 12	10 - 20	25 - 32	40 - 63	80 - 125	
RDEW 0802M0	f_z	0,10÷0,30					
	a_p	0,50÷1,50					
RDEW 0803M0	f_z	0,10÷0,35					
	a_p	0,50÷1,50					
RDEW 1003M0	f_z		0,10÷0,30				
	a_p		1,00÷2,00				
RDEW 10T3M0	f_z		0,10÷0,35				
	a_p		1,00÷2,00				
RDEW 12T3M0	f_z		0,12÷0,35				
	a_p		1,50÷2,50				
RDEX 1204M0	f_z			0,12÷0,40			
	a_p			1,50÷2,50			
RDEX 1604M0	f_z		0,20÷0,45				
	a_p		2,00÷4,00				
RPEX 1204M0	f_z				0,15÷0,50	0,15÷0,50	
	a_p				2,00÷4,00	2,00÷4,00	

M																
TYP NÁSTROJE				TVAR VBD		Pracovní podmínky frézování										
						lehké		střední		těžké						
W75SN12N	W75SN15N	S88CN	S90SN12	SNHN 12-EN; SNHN 15-EN CNE 635; CNM 563; SNHQ 12		I.	8026	I.	8040	I.	8040					
						II.	8040	II.	8026	II.	-					
						III.	-	III.	-	III.	-					
W45SE12F W45SE15F	W60SP25P	W75SP12D W75SP15D	W90SP25P	SEER12..EN; SN; SEEN12..FN; SN SEER15..EN; SN; SEEN15..FN; SN SPGN25..SR; SPUN25..S SPKR12..SR; SPKN12..ER; SR; EL; SL SPKR15..SR; SPKN15..ER; SR; EL; SL SPUN25..S		I.	8026-S	I.	8040-S,E	I.	8040-S					
						II.	8040-E	II.	8026-S	II.	-					
						III.	5026-S	III.	5026-S	III.	-					
SSD09	S45SE09F S45SE12F S45SN12Z	S90SP12D S90SO09D	SSAP-A	SSAP	S90SAP	SEET12..EN; SN; SEEW12..EN, SN SEET12..FN; SDET; SDEX; SNKX12..ER SPET12..SN; APET15..EN; SN APEW15..ER; SR; SPET12..EN; SN SPEW12..EN; SN; SDEW09..EN; SN; SEMT09, SOMT 09		I.	8026-S	I.	8040-S,E	I.	8040-S			
								II.	8040-E	II.	8026-S	II.	-			
								III.	5026-S	III.	5026-S	III.	-			
SAP11D SAP15D	SSA	SAP..D	S90AP11D S90AP15D	SAP11D	SAP15D	S90AP11D S90AP15D	APKX11..ER-F; ER-M APKX15..ER-F; ER-M; SR-R ADKT15..ER-M APKT10..ER-M		I.	8026-ES	I.	8040-E,S	I.	8040-S		
									II.	8040-E,S	II.	8026-E,S	II.	-		
									III.	8016-E,S	III.	5026-S	III.	-		
S75AP11D S75AP15D						APKX11..ER-F; ER-M APKX15..ER-F; ER-M; SR-R		I.	8026-ES	I.	8040-E,S	I.	8040-S			
								II.	8040-E,S	II.	8026-E,S	II.	-			
								III.	8016-E,S	III.	5026-S	III.	-			
W90TP22D	F90TP16R/L	F90TP16N				TPKR22..SR; TPKN22..ER TPKN22..SR TPCN16..SN		I.	8026-S	I.	8040-S,E	I.	8040-S			
								II.	8040-E	II.	8026-S	II.	-			
								III.	-	III.	-	III.	-			
B..SRD..	E..SRD..	E(2)..SRD..	SMORP12X SMORD16X				RPEX12..EN; SN; RDEX16..EN; SN RDET08..SN; RDEW08..SN RDET10..SN; RDEW10..EN; SN RDEX12..EN; SN; RDET12..SN RDEW12..EN; SN; RDEX16..EN; SN		I.	8016-E	I.	8040-S,E	I.	8040-S		
									II.	8040-E	II.	8026-S	II.	-		
									III.	-	III.	-	III.	-		
K2-SRC..	K2-SLC..				RC08-RC32 LC08..08F LC10..10F LC12..12F LC16..16F LC20..20F		I.	8016	I.	8040	I.	8040				
							II.	8040	II.	-	II.	-				
							III.	-	III.	-	III.	-				

M		Volba řezné rychlosti v_c v závislosti na posuvu f_z								
Typ nástroje	Tvar VBD	Úhel nastavení	Pracovní podmínky frézování	Doporučené rozmezí posuvů f_z	Řezná rychlost v_{30} m.min ⁻¹					
					5026	8016	8026	8040	S26	H10
W75SN12 W75SN15 S88CN, S90 SN12	SNHN, SNKX CNE635, CNM563 SNHQ12	75°	Lehké	0,1÷0,2	195	-	125	110	-	-
			Střední	0,1÷0,3	185	-	110	100	-	-
			Těžké	0,1÷0,4	170	-	-	90	-	-
W45SE123. W45SE15.. W60SP25.. W75SP12.. W75SP15.. W90SP25..	SEER SEEN SPKN SPKR SPUN SPGN	45°	Lehké	0,1÷0,35	185	120	125	110	-	-
			Střední	0,15÷0,4	180	-	110	100	-	-
			Těžké	0,15÷0,5	165	-	-	90	-	-
		60°	Lehké	0,09÷0,3	185	120	125	110	-	-
			Střední	0,12÷0,35	180	-	110	100	-	-
			Těžké	0,12÷0,4	165	-	-	90	-	-
		75°	Lehké	0,08÷0,25	185	120	125	110	-	-
			Střední	0,1÷0,3	180	-	110	100	-	-
			Těžké	0,15÷0,35	165	-	-	90	-	-
		90°	Lehké	0,08÷0,2	185	120	125	110	-	-
			Střední	0,1÷0,25	180	-	110	100	-	-
			Těžké	0,15÷0,3	165	-	-	90	-	-
S45SE12.. S45SN12.. S90SP12 SSAP-A, SSAP S90SAP, SSD09	SEET SEEW SPET, SPEW SNKX, SDEW SDET SDEX APEW, APET	45°	Lehké	0,1÷0,35	185	120	125	110	-	-
			Střední	0,15÷0,4	180	-	110	100	-	-
			Těžké	0,15÷0,5	165	-	-	90	-	-
		90°	Lehké	0,08÷0,2	185	120	125	110	-	-
			Střední	0,1÷0,25	180	-	110	100	-	-
			Těžké	0,15÷0,3	165	-	-	90	-	-
S90AP11.. S90AP15 SAP11 SAP15 SAP Modul S90AP11 S90AP15.. S75AP11 S75AP15	APKX APKT ADKT	90°	Dokkonč.		185	120	125	110	-	-
			Střední		180	-	110	100	-	-
			Hrubovací		165	-	-	90	-	-
		75°	Lehké	0,08÷0,25	185	120	125	110	-	-
			Střední	0,1÷0,3	180	-	110	100	-	-
			Těžké	0,15÷0,35	165	-	-	90	-	-
W90TP22 F90TP16	TPKR TPKN TPCN LC08-20	90°	Lehké	0,08÷0,2	165	-	115	100	-	-
			Střední	0,1÷0,25	160	-	100	90	-	-
			Těžké	0,15÷0,30	150	-	85	80	-	-
SMORP12, SMORD16 BSRD, E-SRD, E(2)SRD K2 SRC, K2-SLC	RPEX, RDEX RDET, RDEW RC08-RC25		Lehké		-	120	-	-	-	-
			Střední		-	-	110	100	-	-
			Těžké		-	-	-	90	-	-

KOREKCE V_c

Korekční součinitel k_{xx}	
Nízká tuhost soustavy SNO	0,70÷0,90
Dobrý stav stroje	1,05÷1,20
Špatný stav stroje	0,80÷0,95

Korekce na trvanlivost

T_{min}	k_{VT}
15	1,23
20	1,13
30	1,00
45	0,89
60	0,81
90	0,72

Korekce na tvrdost obrobku

































HB	k_{VHB}
>150	1,40
150 ÷ 180	1,18
180 ÷ 210	1,00
210 ÷ 240	0,87
240 ÷ 270	0,79
270 ÷ 300	0,72
300 ÷ 330	0,68
330 ÷ 360	0,66
360 ÷ 390	0,62
-	-

Doporučené rozsahy posuvů pro VBD APKX

VBD	f_z [mm.zub ⁻¹]	VBD	f_z [mm.zub ⁻¹]
APKX 1103PD ER-F	0,05 ÷ 0,12	APKX 1505PD ER-F	0,05 ÷ 0,20
APKX 1103PD ER-M	0,10 ÷ 0,25	APKX 1505PD ER-M	0,15 ÷ 0,30
		APKX 1505PD ER-R	0,25 ÷ 0,50
<i>F. dokončovací M.. střední R.. hrubovací</i>			

Doporučené rozsahy posuvů a hloubek řezu pro nástroje s kruhovými VBD

VBD	posuv hloubka řezu	Průměr frézy [mm]					
		8 ÷ 12	10 ÷ 20	25 ÷ 32	40 ÷ 63	80 ÷ 125	
RDEW 0802M0	f_z	0,10÷0,30					
	a_p	0,50÷1,50					
RDEW 0803M0	f_z	0,10÷0,35					
	a_p	0,50÷1,50					
RDEW 1003M0	f_z	0,10÷0,30					
	a_p	1,00÷2,00					
RDEW 10T3M0	f_z	0,10÷0,35					
	a_p	1,00÷2,00					
RDEW 12T3M0	f_z	0,12÷0,35					
	a_p	1,50÷2,50					
RDEX 1204M0	f_z		0,12÷0,40				
	a_p		1,50÷2,50				
RDEX 1604M0	f_z	0,20÷0,45					
	a_p	2,00÷4,00					
RPEX 1204M0	f_z			0,15÷0,50	0,15÷0,50		
	a_p			2,00÷4,00	2,00÷4,00		

K														
TYP NÁSTROJE				TVAR VBD		Pracovní podmínky frézování								
						lehké		střední		těžké				
W75SN12N	W75SN15N	S88CN	S90SN12	SNHN 12-EN; SNHN 15-EN CNE 635; CNM 563; SNHQ 12		I.	5026	I.	5026	I.	8026-E			
						II.	8016-E	II.	8016-E	II.	5026			
						III.	8026	III.	8026	III.	8040			
W45SE12F W45SE15F	W60SP25P	W75SP12D W75SP15D	W90SP25P	SEER12..EN; SN; SEEN12..FN; SN SEER15..EN; SN; SEEN15..FN; SN SPGN25..SR; SPUN25..S SPKR12..SR; SPKN12..ER; SR; EL; SL SPKR15..SR; SPKN15..ER; SR; EL; SL SPUN25..S		I.	5026-S	I.	5026-S	I.	8026-S			
						II.	8016-S	II.	8016-S	II.	5026-S			
						III.	8026-S	III.	8026-S	III.	8040-S			
SSD09	S45SE09F S45SE12F S45SN12Z	S90SP12D S90SO09D	SSAP-A	SSAP	S90SAP	SEET12..EN; SN; SEEW12..EN, SN SEET12..FN; SDET; SDEX; SNKX12..ER SPET12..SN; APET15..EN; SN APEW15..ER; SR; SPET12..EN; SN SPEW12..EN; SN; SDEW09..EN; SN, SEMT09, SOMT 09		I.	5026-S	I.	5026-S	I.	8026-S	
								II.	8016-S	II.	8016-S	II.	5026-S	
								III.	8026-S	III.	8026-S	III.	8040-S	
SAP11D SAP15D	SSA	SAP..D	S90AP11D S90AP15D	SAP11D	SAP15D	S90AP11D S90AP15D	APKX11..ER-F; ER-M APKX15..ER-F; ER-M; SR-R ADKT15..ER-M APKT10..ER-M		I.	8016-E,S	I.	8026-E,S	I.	8040-E,S
									II.	5026-S	II.	5026-S	II.	5026-S
									III.	8026-E,S	III.	8016-E,S	III.	8026-E,S
S75AP11D S75AP15D	 					APKX11..ER-F; ER-M APKX15..ER-F; ER-M; SR-R		I.	8016-E,S	I.	8026-E,S	I.	8040-E,S	
								II.	5026-S	II.	5026-S	II.	5026-S	
								III.	8026-E,S	III.	8016-E,S	III.	8026-E,S	
W90TP22D	F90TP16R/L	F90TP16N	  			TPKR22..SR; TPKN22..ER TPKN22..SR TPCN16..SN		I.	8016-S	I.	8026-S	I.	8040-S	
		II.						8026-S	II.	8016-S	II.	8026-S		
		III.						5026-S	III.	5026-S	III.	5026-S		
B..SRD..	E..SRD..	E(2)..SRD..	SMORP12X SMORD16X	RPEX12..EN; SN; RDEX16..EN; SN RDET08..SN; RDEW08..SN RDET10..SN; RDEW10..EN; SN RDEX12..EN; SN; RDET12..SN RDEW12..EN; SN; RDEX16..EN; SN		I.	8016-S	I.	8026-S	I.	8040-S			
						II.	8026-S	II.	8016-S	II.	8026-S			
						III.	-	III.	-	III.	-			
K2-SRC..	K2-SLC..	 			RC08-RC32 LC08..08F LC10..10F LC12..12F LC16..16F LC20..20F		I.	8016	I.	8040	I.	-		
							II.	-	II.	-	II.	-		
							III.	-	III.	-	III.	-		

K		Volba řezné rychlosti v_c v závislosti na posuvu f_z								
Typ nástroje	Tvar VBD	Úhel nastavení	Pracovní podmínky frézování	Doporučené rozmezí posuvů f_z	Řezná rychlost v_{30} [m.min]					
					5026	8016	8026	8040	S26	H10
W75SN12 W75SN15 S88CN, S90 SN12	SNHN, SNKX CNE635, CNM563 SNHQ12	75°	Lehké	0,08÷0,25	380	260	250	-	-	-
			Střední	0,10÷0,30	330	240	235	-	-	-
			Těžké	0,10÷0,50	290	-	200	100	-	-
W45SE123. W45SE15.. W60SP25.. W75SP12.. W75SP15.. W90SP25..	SEER SEEN SPKN SPKR SPUN SPGN	45°	Lehké	0,10÷0,35	350	260	250	-	-	145
			Střední	0,15÷0,40	315	240	235	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,50	270	-	200	100	-	-
		60°	Lehké	0,09÷0,30	365	260	250	-	-	145
			Střední	0,12÷0,35	320	240	235	-	-	-
			Těžké	0,12÷0,45	285	-	200	100	-	-
		75°	Lehké	0,08÷0,25	370	260	250	-	-	145
			Střední	0,10÷0,30	330	240	235	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,40	290	-	200	100	-	-
		90°	Lehké	0,08÷0,25	380	260	250	-	-	145
			Střední	0,10÷0,30	340	240	235	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,40	-	-	200	100	-	-
S45SE12.. S45SN12.. S90SP12 SSAP-A, SSAP S90SAP, SSD09	SEET SEEW SPET, SPEW SNKX, SDEW SDET, SDEX APEW, APET	45°	Lehké	0,10÷0,35	350	260	250	-	-	145
			Střední	0,15÷0,40	315	240	235	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,60	280	-	200	100	-	-
		90°	Lehké	0,08÷0,25	380	260	250	-	-	145
			Střední	0,10÷0,30	340	240	235	-	-	-
			Těžké	0,10÷0,40	-	-	200	100	-	-
S90AP11.. S90AP15 SAP11 SAP15 SAP Modul S90AP11 S90AP15.. S75AP11 S75AP15	APKX APKT ADKT	90°	Dokonč.		380	260	250	-	-	145
			Střední		340	240	235	-	-	-
			Hrubovací		-	-	200	100	-	-
		75°	Lehké	0,08÷0,25	370	260	250	-	-	145
			Střední	0,10÷0,30	330	240	235	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,40	-	-	200	100	-	-
W90TP22 F90TP16	TPKR TPKN TPCN LC08-20	90°	Lehké	0,08÷0,25	345	240	230	-	-	-
			Střední	0,10÷0,30	305	220	215	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,35	-	-	200	90	-	-
SMORP12, SMORD16 BSRD, E-SRD, E(2)SRD K2 SRC, K2-SLC	RPEX, RDEX RDET, RDEW RC08-RC25		Lehké		-	260	250	-	-	145
			Střední		-	240	235	-	-	-
			Těžké		-	-	200	100	-	-

KOREKCE V_c Korekční součinitel k_{xx}

Nízká tuhost soustavy SNO	0,70 - 0,90
Dobrý stav stroje	1,05 - 1,20
Špatný stav stroje	0,80 - 0,95

Korekce na trvanlivost

T_{min}	k_{VT}
15	1,23
20	1,13
30	1,00
45	0,89
60	0,81
90	0,72

Korekce na tvrdost obrobku

HB	k_{HB} litin		
	šedá	tvárná	žárovzd.
150 ÷ 180	1,40	1,15	-
180 ÷ 200	1,25	1,08	-
200 ÷ 220	1,10	1,03	-
220 ÷ 240	1,00	1,00	-
240 ÷ 280	0,86	0,95	-
280 ÷ 330	0,60	0,85	-
260 ÷ 300	-	-	1,25
300 ÷ 360	-	-	1,00
360 ÷ 450	-	-	0,75

Korekce na materiál

Druh litiny	k_{ml}
šedá	1,00
tvárná	0,85
temperovaná	0,95
žárovzdorná	0,40

Doporučené rozsahy posuvů pro VBD APKX

VBD	f_z [mm.zub ⁻¹]	VBD	f_z [mm.zub ⁻¹]
APKX 1103PD ER-F	0,05 ÷ 0,12	APKX 1505PD ER-F	0,05 ÷ 0,20
APKX 1103PD ER-M	0,10 ÷ 0,25	APKX 1505PD ER-M	0,15 ÷ 0,30
		APKX 1505PD ER-R	0,25 ÷ 0,50
<i>F. dokončovací M. střední R. hrubovací</i>			

Doporučené rozsahy posuvů a hloubek řezu pro nástroje s kruhovými VBD

VBD	posuv hloubka řezu	Průměr frézy [mm]					
		8 ÷ 12	10 ÷ 20	25 ÷ 32	40 ÷ 63	80 ÷ 125	
RDEW 0802M0	f_z	0,10÷0,30					
	a_p	0,50÷1,50					
RDEW 0803M0	f_z	0,10÷0,35					
	a_p	0,50÷1,50					
RDEW 1003M0	f_z		0,10÷0,30				
	a_p		1,00÷2,00				
RDEW 10T3M0	f_z		0,10÷0,35				
	a_p		1,00÷2,00				
RDEW 12T3M0	f_z		0,12÷0,35				
	a_p		1,50÷2,50				
RDEX 1204M0	f_z			0,12÷0,40			
	a_p			1,50÷2,50			
RDEX 1604M0	f_z		0,20÷0,45				
	a_p		2,00÷4,00				
RPEX 1204M0	f_z				0,15÷0,50	0,15÷0,50	
	a_p				2,00÷4,00	2,00÷4,00	

N											
TYP NÁSTROJE				TVAR VBD		Pracovní podmínky frézování					
						lehké		střední		těžké	
<div>W75SN12N</div> <div>W75SN15N</div> <div>S88CN</div> <div>S90SN12</div>				<div>SNHN 12-EN; SNHN 15-EN</div> <div>CNE 635; CNM 563; SNHQ 12</div>		I.	8016	I.	8016	I.	8016
						II.	-	II.	-	II.	-
						III.	-	III.	-	III.	-
<div>W45SE12F</div> <div>W45SE15F</div> <div>W60SP25P</div> <div>W75SP12D</div> <div>W75SP15D</div> <div>W90SP25P</div>				<div>SEER12..EN; SN; SEEN12..FN; SN</div> <div>SEER15..EN; SN; SEEN15..FN; SN</div> <div>SPGN25..SR; SPUN25..S</div> <div>SPKR12..SR; SPKN12..ER; SR; EL; SL</div> <div>SPKR15..SR; SPKN15..ER; SR; EL; SL</div> <div>SPUN25..S</div>		I.	8016-E	I.	8016-E	I.	8016-E
						II.	H10-F	II.	H10-F	II.	H10-F
						III.	-	III.	-	III.	-
<div>SSD09</div> <div>S45SE09F</div> <div>S45SE12F</div> <div>S45SN12Z</div> <div>S90SP12D</div> <div>S90S009D</div> <div>SSAP-A</div> <div>SSAP</div> <div>S90SAP</div>				<div>SEET12..EN; SN; SEEW12..EN, SN</div> <div>SEET12..FN; SDET; SDEX; SNKX12..ER</div> <div>SPET12..SN; APET15..EN; SN</div> <div>APEW15..ER; SR; SPET12..EN; SN</div> <div>SPEW12; EN; SN; SDEW09..EN; SN,</div> <div>SEMT09, SOMT 09</div>		I.	8016-E	I.	8016-E	I.	8016-E
						II.	-	II.	-	II.	-
						III.	-	III.	-	III.	-
<div>SAP11D</div> <div>SAP15D</div> <div>SSA</div> <div>SAP..D</div> <div>S90AP11D</div> <div>S90AP15D</div> <div>SAP11D</div> <div>SAP15D</div> <div>S90AP11D</div> <div>S90AP15D</div>				<div>APKX11..ER-F; ER-M</div> <div>APKX15..ER-F; ER-M; SR-R</div> <div>ADKT15..ER-M</div> <div>APKT10..ER-M</div>		I.	8016-E	I.	8016-E	I.	8016-E
						II.	-	II.	-	II.	-
						III.	-	III.	-	III.	-
<div>S75AP11D</div> <div>S75AP15D</div>				<div>APKX11..ER-F; ER-M</div> <div>APKX15..ER-F; ER-M; SR-R</div>		I.	8016-E	I.	8016-E	I.	8016-E
						II.	-	II.	-	II.	-
						III.	-	III.	-	III.	-
<div>W90TP22D</div> <div>F90TP16R/L</div> <div>F90TP16N</div>				<div>TPKR22..SR; TPKN22..ER</div> <div>TPKN22..SR</div> <div>TPCN16..SN</div>		I.	8016-E	I.	8016-E	I.	8016-E
						II.	H10-F	II.	H10-F	II.	H10-F
						III.	-	III.	-	III.	-
<div>B..SRD..</div> <div>E..SRD..</div> <div>E(2)..SRD..</div> <div>SMORP12X</div> <div>SMORD16X</div>				<div>RPEX12..EN; SN; RDEX16..EN; SN</div> <div>RDET08..SN; RDEW08..SN</div> <div>RDET10..SN; RDEW10..EN; SN</div> <div>RDEX12..EN; SN; RDET12..SN</div> <div>RDEW12..EN; SN; RDEX16..EN; SN</div>		I.	8016-E	I.	8016-E	I.	8016-E
						II.	-	II.	-	II.	-
						III.	-	III.	-	III.	-
<div>K2-SRC..</div> <div>K2-SLC..</div>				<div>RC08-RC32</div> <div>LC08..08F</div> <div>LC10..10F</div> <div>LC12..12F</div> <div>LC16..16F</div> <div>LC20..20F</div>		I.	8016	I.	8016	I.	8016
						II.	-	II.	-	II.	-
						III.	-	III.	-	III.	-

N		Volba řezné rychlosti v_c v závislosti na posuvu f_z								
Typ nástroje	Tvar VBD	Úhel nastavení	Pracovní podmínky frézování	Doporučené rozmezí posuvů f_z	Řezná rychlost v_{30} m.min ⁻¹					
					Slitiny Al			Slitiny Cu		
					8016	HF7		8016	HF7	
W75SN12 W75SN15 S88CN, S90 SN12	SNHN, SNKX CNE635, CNM563 SNHQ12	75°	Lehké	0,1÷0,2	-	-	-	-	-	-
			Střední	0,1÷0,3	-	-	-	-	-	-
			Těžké	0,1÷0,4	-	-	-	-	-	-
W45SE123. W45SE15.. W60SP25.. W75SP12.. W75SP15.. W90SP25..	SEER SEEN SPKN SPKR SPUN SPGN	45°	Lehké	0,1÷0,35	650	600	-	330	300	-
			Střední	0,15÷0,4	550	500	-	280	260	-
			Těžké	0,15÷0,5	500	450	-	250	240	-
		60°	Lehké	0,09÷0,3	650	600	-	330	300	-
			Střední	0,12÷0,35	550	500	-	280	260	-
			Těžké	0,12÷0,4	500	450	-	250	240	-
		75°	Lehké	0,08÷0,25	650	600	-	330	300	-
			Střední	0,1÷0,3	550	500	-	280	260	-
			Těžké	0,15÷0,35	500	450	-	250	240	-
		90°	Lehké	0,08÷0,2	650	600	-	330	300	-
			Střední	0,1÷0,25	550	500	-	280	260	-
			Těžké	0,15÷0,3	500	450	-	250	240	-
S45SE12.. S45SN12.. S90SP12 SSAP-A, SSAP S90SAP, SSD09	SEET SEEW SPET, SPEW SNKX, SDEW SDET SDEX APEW, APET	45°	Lehké	0,1÷0,35	650	600	-	330	300	-
			Střední	0,15÷0,4	550	500	-	280	260	-
			Těžké	0,15÷0,5	500	450	-	250	240	-
		90°	Lehké	0,08÷0,2	650	600	-	330	300	-
			Střední	0,1÷0,25	550	500	-	280	260	-
			Těžké	0,15÷0,3	500	450	-	250	240	-
S90AP11.. S90AP15 SAP11 SAP15 SAP Modul S90AP11 S90AP15.. S75AP11 S75AP15	APKX APKT ADKT	90°	Dokonč.		650	600	-	330	300	-
			Střední		550	500	-	280	260	-
			Hrubovací		500	450	-	250	240	-
		75°	Lehké	0,08÷0,25	650	600	-	330	300	-
			Střední	0,1÷0,3	550	500	-	280	260	-
			Těžké	0,15÷0,35	500	450	-	250	240	-
W90TP22 F90TP16	TPKR TPKN TPCN LC08-20	90°	Lehké	0,08÷0,2	500	450	-	280	260	-
			Střední	0,1÷0,25	450	400	-	250	230	-
			Těžké	0,15÷0,30	400	350	-	230	210	-
SMORP12, SMORD16 BSRD, E-SRD, E(2)SRD K2 SRC, K2-SLC	RPEX, RDEX RDET, RDEW RC08-RC25		Lehké		650	600	-	330	300	-
			Střední		550	500	-	280	260	-
			Těžké		500	450	-	250	240	-

KOREKCE V_C Korekční součinitel k_{rz}

Nízká tuhost soust. SNO	0,70 - 0,90
Dobry stav stroje	1,05 - 1,20
Špatný stav stroje	0,80 - 0,95

Korekce na trvanlivost

T_{min}	k_{VT}
15	1,23
20	1,13
30	1,00
45	0,89
60	0,81
90	0,72

Korekce na materiál































Materiál	k_{UM}
Slitiny Al tvážené, nevytvrzené HB 60	2,60
Slitiny Al tvážené, vytvrzené HB 100	1,00
Slitiny Al lité, nevytvrzené HB 75	0,90
Slitiny Al lité, vytvrzené HB 90	0,60
Slitiny Al lité, nevytvrzené (>12% Si) HB 130	PKD
Automatová mosaz (>1% Pb) HB 110	1,80
Mosaz HB 90	1,00
Bronz elektrolytická Cu	0,70

Doporučené rozsahy posuvů pro VBD APKX

VBD	f_z [mm.zub ⁻¹]	VBD	f_z [mm.zub ⁻¹]
APKX 1103PD ER-F	0,05 ÷ 0,12	APKX 1505PD ER-F	0,05 ÷ 0,20
APKX 1103PD ER-M	0,10 ÷ 0,25	APKX 1505PD ER-M	0,15 ÷ 0,30
		APKX 1505PD ER-R	0,25 ÷ 0,50
F.. dokončovací M.. střední R.. hrubovací			

Doporučené rozsahy posuvů a hloubek řezu pro nástroje s kruhovými VBD

VBD	posuv hloubka řezu	Průměr frézy [mm]				
		8 ÷ 12	10 ÷ 20	25 ÷ 32	40 ÷ 63	80 ÷ 125
RDEW 0802MO	f_z	0,10÷0,30				
	a_p	0,50÷1,50				
RDEW 0803MO	f_z	0,10÷0,35				
	a_p	0,50÷1,50				
RDEW 1003MO	f_z		0,10÷0,30			
	a_p		1,00÷2,00			
RDEW 10T3MO	f_z		0,10÷0,40			
	a_p		1,00÷2,00			
RDEW 12T3MO	f_z		0,12÷0,40			
	a_p		1,50÷2,50			
RDEX 1204MO	f_z			0,12÷0,40		
	a_p			1,50÷2,50		
RDEX 1604MO	f_z		0,20÷0,45			
	a_p		2,00÷4,00			
RPEX 1204MO	f_z				0,15÷0,50	0,15÷0,50
	a_p				2,00÷4,00	2,00÷4,00

S													
TYP NÁSTROJE				TVAR VBD		Pracovní podmínky frézování							
						lehké		střední		těžké			
W75SN12N	W75SN15N	S88CN	S90SN12	SNHN 12-EN; SNHN 15-EN CNE 635; CNM 563; SNHQ 12		I.	8040	I.	8040	I.	8040		
						II.	-	II.	8026	II.	-		
						III.	-	III.	-	III.	-		
W45SE12F W45SE15F	W60SP25P	W75SP12D W75SP15D	W90SP25P	SEER12..EN; SN; SEEN12..FN; SN SEER15..EN; SN; SEEN15..FN; SN SPGN25..SR; SPUN25..S SPKR12..SR; SPKN12..ER; SR; EL; SL SPKR15..SR; SPKN15..ER; SR; EL; SL SPUN25..S		I.	8026-S	I.	8040-S,E	I.	8040-S		
						II.	8040-S	II.	8026-S	II.	8026-S		
						III.	8016-S	III.	5026-S	III.	-		
SSD09	S45SE09F S45SE12F S45SN12Z	S90SP12D S90SO09D	SSAP-A	SSAP	S90SAP	SEET12..EN; SN; SEEW12..EN, SN SEET12..FN; SDET; SDEX; SNKX12..ER SPET12..SN; APET15..EN; SN APEW15..ER; SR; SPET12..EN; SN SPEW12..EN; SN; SDEW09..EN; SN, SEMT09, SOMT 09		I.	8026-S	I.	8040-S,E	I.	8040-S
								II.	8040-S	II.	8026-S	II.	8026-S
								III.	8016-S	III.	5026-S	III.	-
SAP11D SAP15D	SSA	SAP..D	S90AP11D S90AP15D	SAP11D	SAP15D	APKX11..ER-F; ER-M APKX15..ER-F; ER-M; SR-R ADKT15..ER-M APKT10..ER-M		I.	8026-E,S	I.	8040-E,S	I.	8040-E,S
								II.	8040-E,S	II.	8026-E,S	II.	8026-E,S
								III.	8016-E,S	III.	5026-S	III.	-
S75AP11D S75AP15D						APKX11..ER-F; ER-M APKX15..ER-F; ER-M; SR-R		I.	8026-E,S	I.	8040-E,S	I.	8040-E,S
								II.	8040-E,S	II.	8026-E,S	II.	8026-E,S
								III.	8016-E,S	III.	5026-S	III.	-
W90TP22D	F90TP16R/L	F90TP16N				TPKR22..SR; TPKN22..ER TPKN22..SR TPCN16..SN		I.	8026-S	I.	8040-S,E	I.	8040-S
								II.	8040-S	II.	8026-S	II.	8026-S
								III.	8016-S	III.	-	III.	-
B..SRD..	E..SRD..	E(2)..SRD..	SMORP12X SMORD16X	RPEX12..EN; SN; RDEX16..EN; SN RDET08..SN; RDEW08..SN RDET10..SN; RDEW10..EN; SN RDEX12..EN; SN; RDET12..SN RDEW12..EN; SN; RDEX16..EN; SN		I.		8026-S		8040-S,E			
													
K2-SRC..	K2-SLC..				RC08-RC32 LC08..08F LC10..10F LC12..12F LC16..16F LC20..20F		I.		8040		8040		
													
						II.		8016		-			
						III.		-		-			

S	Volba řezné rychlosti v_c v závislosti na posuvu f_z										
Typ nástroje	Tvar VBD	Úhel nastavení	Pracovní podmínky frézování	Doporučené rozmezí posuvů f_z	Řezná rychlost v_{30} m.min ⁻¹						
					8016	8026	8040	S26	H10	S45	
W75SN12 W75SN15 S88CN, S90 SN12	SNHN, SNKX CNE635, CNM563 SNHQ12	75°	Lehké	0,1÷0,2	-	-	40	-	-	-	
			Střední	0,1÷0,3	-	-	35	-	-	-	
			Těžké	0,1÷0,4	-	-	-	-	-	-	
W45SE123.. W45SE15.. W60SP25.. W75SP12.. W75SP15.. W90SP25..	SEER SEEN SPKN SPKR SPUN SPGN	45°	Lehké	0,1÷0,35	50	45	40	-	-	-	
			Střední	0,15÷0,4	-	40	35	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,5	-	-	-	-	-	-	-
		60°	Lehké	0,09÷0,3	50	45	40	-	-	-	-
			Střední	0,12÷0,35	-	40	35	-	-	-	-
			Těžké	0,12÷0,4	-	-	-	-	-	-	-
		75°	Lehké	0,08÷0,25	50	45	40	-	-	-	-
			Střední	0,1÷0,3	-	40	35	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,35	-	-	-	-	-	-	-
		90°	Lehké	0,08÷0,2	50	45	40	-	-	-	-
			Střední	0,1÷0,25	-	40	35	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,3	-	-	-	-	-	-	-
S45SE12.. S45SN12.. S90SP12 SSAP-A, SSAP S90SAP, SSD09	SEET SEEW SPET, SPEW SNKX, SDEW SDET SDEX APEW, APET	45°	Lehké	0,1÷0,35	50	45	40	-	-	-	
			Střední	0,15÷0,4	-	40	35	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,5	-	-	-	-	-	-	-
		90°	Lehké	0,08÷0,2	50	45	40	-	-	-	-
			Střední	0,1÷0,25	-	40	35	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,3	-	-	-	-	-	-	-
S90AP11.. S90AP15 SAP11 SAP15 SAP Modul S90AP11 S90AP15.. S75AP11 S75AP15	APKX APKT ADKT	90°	Dokonč.		50	45	40	-	-	-	
			Střední		-	40	35	-	-	-	-
			Hrubovací		-	-	-	-	-	-	-
		75°	Lehké	0,08÷0,25	50	45	40	-	-	-	-
			Střední	0,1÷0,3	-	40	35	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,35	-	-	-	-	-	-	-
W90TP22 F90TP16	TPKR TPKN TPCN LC08-20	90°	Lehké	0,08÷0,2	40	40	35	-	-	-	
			Střední	0,1÷0,25	-	35	30	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,30	-	-	-	-	-	-	-
SMORP12, SMORD16 BSRD, E-SRD, E(2)SRD K2 SRC, K2-SLC	RPEX, RDEX RDET, RDEW RC08-RC25		Lehké		50	45	40	-	-	-	
			Střední		-	40	35	-	-	-	-
			Těžké		-	-	-	-	-	-	-

KOREKCE V_c

Korekční součinitel k_{xx}	
Nízká tuhost soustavy SNO	0,70÷0,90
Dobrý stav stroje	1,05÷1,20
Špatný stav stroje	0,80÷0,95

Korekce na druh slitiny

druh slitiny	k_{VT}
slitiny Ti	2,30
slitiny Fe	1,25
slitiny Ni	1,00
slitiny Co	0,70

Korekce na tvrdost obrobku
































	HB	k_{VHB}
Slitiny Ni	230	1,05
	250	1,00
	280	0,92
	320	0,84
	350	0,79
Slitiny Ti	200	1,30
	250	1,14
	300	1,00
	320	0,95
Slitiny Fe	180	1,05
	200	1,00
	240	0,90
	280	0,83
	Pevnost R_m	k_{Rm}
Slitiny Ti	450	2,50
	900	1,00
	1100	0,90

Doporučené rozsahy posuvů pro VBD APKX

VBD	f_z [mm.zub ⁻¹]	VBD	f_z [mm.zub ⁻¹]
APKX 1103PD ER-F	0,05 ÷ 0,12	APKX 1505PD ER-F	0,05 ÷ 0,20
APKX 1103PD ER-M	0,10 ÷ 0,25	APKX 1505PD ER-M	0,15 ÷ 0,30
		APKX 1505PD ER-R	0,25 ÷ 0,50
<i>F. dokončovací M.. střední R.. hrubovací</i>			

Doporučené rozsahy posuvů a hloubek řezu pro nástroje s kruhovými VBD

VBD	posuv hloubka řezu	Průměr frézy [mm]					
		8 ÷ 12	10 ÷ 20	25 ÷ 32	40 ÷ 63	80 ÷ 125	
RDEW 0802M0	f_z	0,10÷0,20					
	a_p	0,50÷1,50					
RDEW 0803M0	f_z	0,10÷0,25					
	a_p	0,50÷1,50					
RDEW 1003M0	f_z		0,10÷0,20				
	a_p		1,00÷1,50				
RDEW 10T3M0	f_z		0,10÷0,25				
	a_p		1,00÷1,50				
RDEW 12T3M0	f_z		0,12÷0,25				
	a_p		1,00÷1,50				
RDEX 1204M0	f_z			0,12÷0,25			
	a_p			1,00÷1,50			
RDEX 1604M0	f_z		0,20÷0,30				
	a_p		1,00÷2,00				
RPEX 1204M0	f_z				0,15÷0,30	0,15÷0,30	
	a_p				1,00÷2,00	1,00÷2,00	

H																		
TYP NÁSTROJE						TVAR VBD		Pracovní podmínky frézování										
								lehké		střední		těžké						
W75SN12N	W75SN15N	S88CN	S90SN12	SNHN 12-EN; SNHN 15-EN CNE 635; CNM 563; SNHQ 12						I.	8016-E	I.	8026-E	I.	-			
										II.	8026	II.	H10-E	II.	-			
										III.	-	III.	-	III.	-			
W45SE12F W45SE15F	W60SP25P	W75SP12D W75SP15D	W90SP25P	SEER12..EN; SN; SEEN12..FN; SN SEER15..EN; SN; SEEN15..FN; SN SPGN25..SR; SPUN25..S SPKR12..SR; SPKN12..ER; SR; EL; SL SPKR15..SR; SPKN15..ER; SR; EL; SL SPUN25..S						I.	8016-S	I.	8016-S	I.	-			
										II.	8026-S	II.	8026-S	II.	-			
										III.	-	III.	-	III.	-			
SSD09	S45SE09F S45SE12F S45SN12Z	S90SP12D S90SO09D	SSAP-A	SSAP	S90SAP	SEET12..EN; SN; SEEW12..EN, SN SEET12..FN; SDET; SDEX; SNKX12..ER SPET12..SN; APET15..EN; SN APEW15..ER; SR; SPET12..EN; SN SPEW12..EN; SN; SDEW09..EN; SN; SEMT09, SOMT 09						I.	8016-S	I.	8026-S	I.	-	
												II.	8026-S	II.	8016-S	II.	-	
												III.	-	III.	-	III.	-	
SAP11D SAP15D	SSA	SAP..D	S90AP11D S90AP15D	SAP11D	SAP15D	S90AP11D S90AP15D	APKX11..ER-F; ER-M APKX15..ER-F; ER-M; SR-R ADKT15..ER-M APKT10..ER-M						I.	8016-E,S	I.	8026-E,S	I.	-
													II.	8026-E,S	II.	8016-E,S	II.	-
													III.	-	III.	-	III.	-
S75AP11D S75AP15D	APKX11..ER-F; ER-M APKX15..ER-F; ER-M; SR-R						I.	8016-E,S	I.	8026-E,S	I.	-						
							II.	8026-E,S	II.	8016-E,S	II.	-						
							III.	-	III.	-	III.	-						
W90TP22D	F90TP16R/L	F90TP16N	TPKR22..SR; TPKN22..ER TPKN22..SR TPCN16..SN						I.	8016-S	I.	8026-S	I.	-				
									II.	8026-S	II.	8016-S	II.	-				
									III.	-	III.	-	III.	-				
B..SRD..	E..SRD..	E(2)..SRD..	SMORP12X SMORD16X	RPEX12..EN; SN; RDEX16..EN; SN RDET08..SN; RDEW08..SN RDET10..SN; RDEW10..EN; SN RDEX12..EN; SN; RDET12..SN RDEW12..EN; SN; RDEX16..EN; SN						I.	8016-S	I.	8026-S	I.	-			
										II.	8026-S	II.	8016-S	II.	-			
										III.	-	III.	-	III.	-			
K2-SRC..	K2-SLC..	RC08-RC32 LC08..08F LC10..10F LC12..12F LC16..16F LC20..20F						I.	8016	I.	-	I.	-					
								II.	-	II.	-	II.	-					
								III.	-	III.	-	III.	-					

H		Volba řezné rychlosti v_c v závislosti na posuvu f_z								
Typ nástroje	Tvar VBD	Úhel nastavení	Pracovní podmínky frézování	Doporučené rozmezí posuvů f_z	Řezná rychlost v_{30} m.min ⁻¹					
					8016	8026	8040	S26	H10	S45
W75SN12 W75SN15 S88CN, S90 SN12	SNHN, SNKX CNE635, CNM563 SNHQ12	75°	Lehké	0,1÷0,2	45	35	-	-	25	-
			Střední	0,1÷0,3	35	30	-	-	20	-
			Těžké	0,1÷0,4	-	-	-	-	-	-
W45SE123. W45SE15.. W60SP25.. W75SP12.. W75SP15.. W90SP25..	SEER SEEN SPKN SPKR SPUN SPGN	45°	Lehké	0,1÷0,35	45	35	-	-	-	-
			Střední	0,15÷0,4	35	30	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,5	-	-	-	-	-	-
		60°	Lehké	0,09÷0,3	45	35	-	-	-	-
			Střední	0,12÷0,35	35	30	-	-	-	-
			Těžké	0,12÷0,4	-	-	-	-	-	-
		75°	Lehké	0,08÷0,25	45	35	-	-	-	-
			Střední	0,1÷0,3	35	30	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,35	-	-	-	-	-	-
		90°	Lehké	0,08÷0,2	45	35	-	-	-	-
			Střední	0,1÷0,25	35	30	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,3	-	-	-	-	-	-
S45SE12.. S45SN12.. S90SP12 SSAP-A, SSAP S90SAP, SSD09	SEET SEEW SPET, SPEW SNKX, SDEW SDET SDEX APEW, APET	45°	Lehké	0,1÷0,35	45	35	-	-	-	-
			Střední	0,15÷0,4	35	30	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,5	-	-	-	-	-	-
		90°	Lehké	0,08÷0,2	45	35	-	-	-	-
			Střední	0,1÷0,25	35	30	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,3	-	-	-	-	-	-
S90AP11.. S90AP15 SAP11 SAP15 SAP Modul S90AP11 S90AP15.. S75AP11 S75AP15	APKX APKT ADKT	90°	Dokonč.		45	35	-	-	-	-
			Střední		35	30	-	-	-	-
			Hrubovací		-	-	-	-	-	-
		75°	Lehké	0,08÷0,25	45	35	-	-	-	-
			Střední	0,1÷0,3	35	30	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,35	-	-	-	-	-	-
W90TP22 F90TP16	TPKR TPKN TPCN LC08-20	90°	Lehké	0,08÷0,2	40	30	-	-	-	-
			Střední	0,1÷0,25	30	25	-	-	-	-
			Těžké	0,15÷0,30	-	-	-	-	-	-
SMORP12, SMORD16 BSRD, E-SRD, E(2)SRD K2 SRC, K2-SLC	RPEX, RDEX RDET, RDEW RC08-RC25		Lehké		50	45	-	-	-	-
			Střední		45	40	-	-	-	-
			Těžké		-	-	-	-	-	-

KOREKCE V_c Korekční součinitel k_{xx}

Nízká tuhost soustavy SNO	0,70÷0,90
Dobry stav stroje	1,05÷1,20
Špatný stav stroje	0,80÷0,95

Doporučené rozsahy posuvů pro VBD APKX

VBD	f_z [mm.zub ⁻¹]	VBD	f_z [mm.zub ⁻¹]
APKX 1103PD ER-F	0,05 ÷ 0,12	APKX 1505PD ER-F	0,05 ÷ 0,20
APKX 1103PD ER-M	0,10 ÷ 0,25	APKX 1505PD ER-M	0,15 ÷ 0,30
		APKX 1505PD ER-R	0,25 ÷ 0,50
F. dokončovací M.. střední R.. hrubovací			

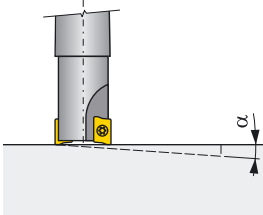
Doporučené rozsahy posuvů a hloubek řezu pro nástroje s kruhovými VBD

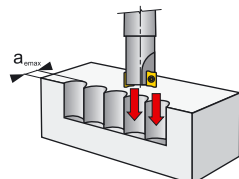
VBD	posuv hloubka řezu	Průměr frézy [mm]					
		8 ÷ 12	10 ÷ 20	25 ÷ 32	40 ÷ 63	80 ÷ 125	
RDEW 0802M0	f_z	0,10÷0,20					
	a_p	0,50÷1,50					
RDEW 0803M0	f_z	0,10÷0,25					
	a_p	0,50÷1,50					
RDEW 1003M0	f_z		0,10÷0,20				
	a_p		1,00÷1,50				
RDEW 10T3M0	f_z		0,10÷0,25				
	a_p		1,00÷1,50				
RDEW 12T3M0	f_z		0,12÷0,25				
	a_p		1,00÷1,50				
RDEX 1204M0	f_z			0,12÷0,25			
	a_p			1,00÷1,50			
RDEX 1604M0	f_z		0,20÷0,30				
	a_p		1,00÷2,00				
RPEX 1204M0	f_z				0,15÷0,30	0,15÷0,30	
	a_p				1,00÷2,00	1,00÷2,00	

5.4 Speciální technologie frézování

5.4.1 Sestupné frézování

Zatrřezování do materiálu pod úhlem. V tabulce na obrázku jsou uvedeny maximální přípustné hodnoty úhlu sestupu α_{\max} pro čelní frézy PRAMET s břitovými destičkami APKX 1505PD a APKX 1103PD.

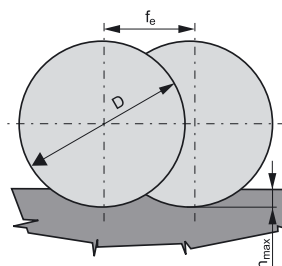
Zajištění do materiálu pod úhlem 	APKX 1103 PD		APKX 1505 PD	
	Ø frézy [mm]	α_{\max} [°]	Ø frézy [mm]	α_{\max} [°]
	16	5	25	4
	20	4,5	32	3,5
	25	4	40	3,5

Zapichovací frézování a zapichovací soustružení 	APKX 1103 PD		APKX 1505 PD	
	Ø frézy [mm]	a_{emax} [mm]	Ø frézy [mm]	a_{emax} [mm]
	16	4	25	7
	20	4	32	7
	25	4	40	7

5.4.2 Zapichovací frézování

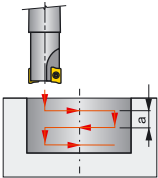
Používá se pro polohrubovací a dokončovací frézování především svislých ploch hlubokých dutin, kde se dosahuje relativně vysoká přesnost v kolmosti, také lze dosáhnout i velmi dobré jakosti obrobeneho povrchu (*drsnosti v axiálním směru*) v závislosti na zvolených řezných podmínkách především posuvu na zub f_z a poloměru zaoblení špičky r_e břitové destičky, nebo při použití fréz s kruhovými VBD.

Vlnitost obrobeneho povrchu v radiálním směru závisí na velikosti řádkování - tj. posuvu frény f_e v radiálním směru.



5.4.3 Postupné zavrtávání

Opakované postupné zavrtávání do hloubky a_p s následným rozjižděním je používáno k frézování uzavřených dutin. V kombinaci s kruhovou interpolací lze touto metodou frézovat uzavřené dutiny různých průřezů a tvarů. Maximální přípustné hodnoty axiální hloubky řezu a_p pro frézy s VBD APKX 1103PD a APKX 1505PD jsou v následující tabulce. Pokud se použije speciální závrtná fréza je hodnota $a_{p\max}$ omezena délkou řezné hrany obvodové břitové destičky l.

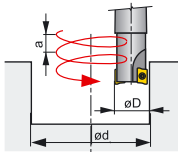
<div>Postupné zavrtávání</div> 	APKX 1103 PD		APKX 1505 PD	
	Ø frézy [mm]	$a_{p\max}$ [mm]	Ø frézy [mm]	$a_{p\max}$ [mm]
	16	0,5	25	0,5
	20	0,5	32	0,5
	25	0,5	40	0,5

5.4.4 Frézování kruhovou a spirálovou interpolací

Frézování kruhovou interpolací se používá ke zvětšení průměru díry nebo obecně dutiny v obrobku. Kombinací se sestupným frézováním vzniká spirálová interpolace. V tomto případě se obrábí vnitřní povrch a proto hovoříme o frézování vnitřní kruhovou nebo spirálovou interpolací. Obdobným způsobem lze obrábět vnější válcové nebo i obecné plochy. V tomto případě se hovoří o vnější interpolaci.

Pro frézy PRAMET s břitovými destičkami APKX 1103PD a APKX 1505PD jsou v následující tabulce uvedeny jednak minimální výchozí průměr rozšiřované díry d_1 a maximální přípustný posuv na otáčku v axiálním směru pro každý průměr frézy uvedený v tabulce.

Při výpočtu posuvové rychlosti v_f [mm min⁻¹] i posuvu na zub ze střední tloušťky třísky h_m se při kruhové interpolaci obě hodnoty vztahují vždy na střed frézy. Pro stanovení posuvu na zub f_z , který zabezpečí dodržení určité optimální střední tloušťky třísky h_m je nutno vycházet z radiální hloubky řezu a_e (viz další obrázky).

<div>Frézování spirálovou interpolací</div> 	APKX 1103 PD					APKX 1505 PD				
	Ø frézy [mm]	Ø $d_{1\min}$ [mm]	S_{\max} [mm.ot ⁻¹]	Ø $d_{1\min}$ [mm]	S_{\max} [mm.ot ⁻¹]	Ø frézy [mm]	Ø $d_{1\min}$ [mm]	S_{\max} [mm.ot ⁻¹]	Ø $d_{1\min}$ [mm]	S_{\max} [mm.ot ⁻¹]
	16	24	1,5	30	2,8	25	42	3,2	48	4,5
	20	32	1,6	38	2,5	32	55	2,7	62	3,5
	25	42	1,8	48	2,4	40	72	1,4	78	1,8

Velikost a_e je při vnitřní kruhové interpolaci dána vztahem:

$$a_e = \frac{d_2^2 - d_1^2}{4(d_2 - D)} \quad [\text{mm}]$$

a_e = radiální hloubka řezu [mm]

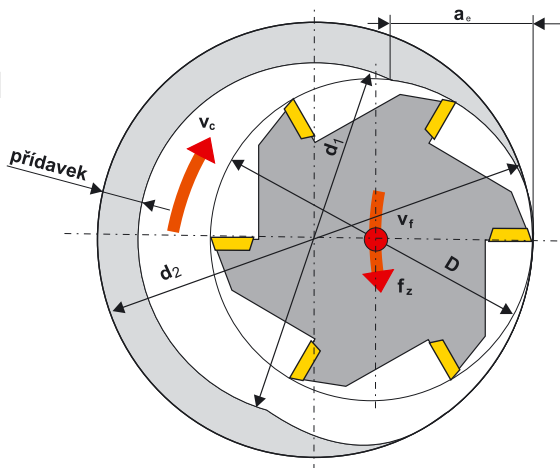
d_2 = výsledný průměr díry [mm]

d_1 = výchozí průměr díry [mm]

D = průměr frézy [mm]

Pro požadovanou optimální střední tloušťka třísky h_m se stanoví posuv na zub ze vztahu:

$$f_z = h_m \sqrt{\frac{D}{a_e}} \quad [\text{mm.zub}^{-1}]$$

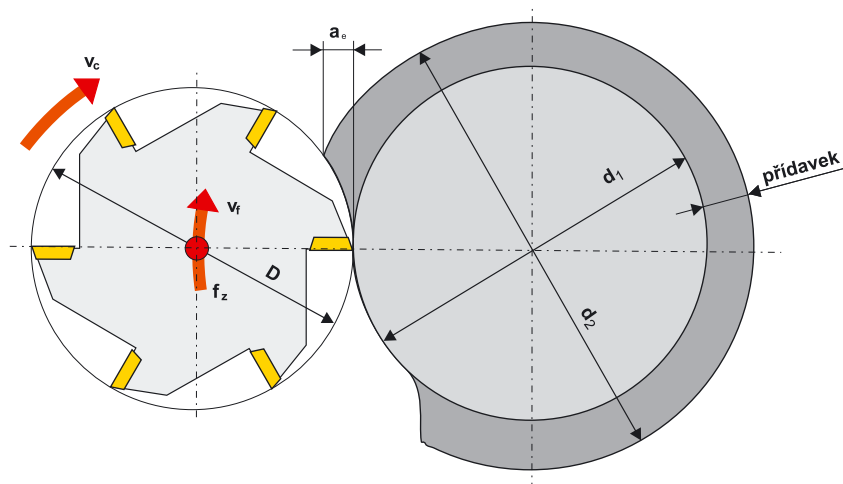


nebo naopak střední tloušťka třísky h_m pro zvolený posuv f_z je střední tloušťka dána vztahem:

$$h_m = f_z \sqrt{\frac{a_e}{D}} \quad [\text{mm}]$$

Při vnější kruhové interpolaci při které se vnější výchozí průměr d_2 zmenší na výsledný průměr d_1 při frézování frézou o průměru D vypočte radiální hloubka řezu podle vztahu:

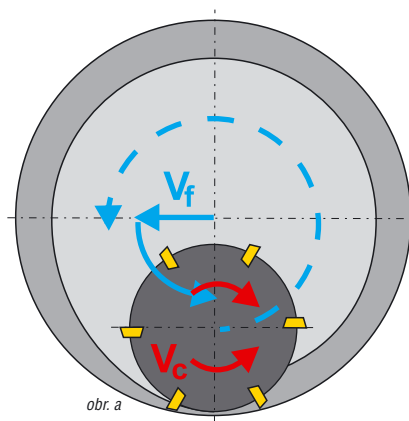
$$a_e = \frac{d_2^2 - d_1^2}{4(d_1 + D)} \quad [\text{mm}]$$



Při stejném rozdílu průměrů $d_2 - d_1$ je při frézování nástrojem o stejném průměru D vnitřní kruhovou interpolací dosahována větší radiální hloubka řezu a_e než při interpolaci vnější.

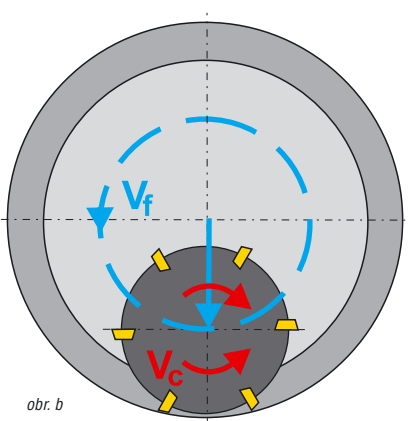
Střední tloušťka třísky h_m závislá podle výše uvedeného vzorce na poměru a_e/D je proto při frézování vnější kruhovou interpolací menší. Pro zachování střední tloušťky třísky v určitém rozmezí optimálních hodnot je zapotřebí volit větší posuvy na zub f_z .

POSTUPNÝ NÁJEZD
NA PLNOU HLOUBKU



obr. a

PŘÍMÝ NÁJEZD
NA PLNOU HLOUBKU



obr. b

Postupný nájezd (obr. a) je výhodnější z hlediska plynulého nárůstu zatížení nástroje.

Pokud se zvolí **přímý nájezd** v radiálním směru (obr. b) je zapotřebí při nájezdu snížit posuv i řeznou rychlost o 30 ÷ 50 % pro eliminaci rázu, který může vyvolat torzní vibrace, zejména při větším vyložení nástroje.

6.1 Postup optimální volby nástroje

6.1.1 Volba materiálu VBD a utvařeče

Pro vrtáky s VBD Pramet mají optimální řezivost břitové destičky WCM ... z materiálů 6640 a 8030.

Břítové destičky z materiálu 6640 s povlakem MTCVD prokazují vysoký řezný výkon používají se jako obvodové destičky při vrtání hladkých nepřerušovaných děr do obrobku z uhlíkových i legovaných ocelí a lehčeji obrobitelných korozivzdorných ocelí a pro vrtání litiny.

Břítové destičky z materiálu 8030 jsou univerzálním výkonným i provozně spolehlivým materiálem s povlakem PVD. Je vhodný pro obvodové i vnitřní destičky při vrtání děr do obrobků z uhlíkových i legovaných ocelí, korozivzdorných ocelí, litiny i neželezných kovů. Břítové destičky z materiálu 8030 jsou vhodné pro vrtání děr přerušovaných příčnými děrami i s jiným typem přerušení. Lze je použít i při zavrtávání do povrchové kúry odlitků a pro zavrtávání do šikmých a obecných nerovinných ploch.

Geometrie utvařeče VBD pro vrtání. Pro střední hodnoty posuvů při vrtání ocelí jsou nejvýhodnější břitové destičky WCMT(X)UM, UD, 45. Pro vrtání litiny lze použít i destičky WCMT ...UR, 46, 47, 48. Utvařeče 46, 47, 48 jsou alternativním řešením i u tvrdších ocelí při vyšších posuvech.

6.2 Volba řezných podmínek pro vrtání vrtáky s VBD Pramet

Doporučené rozmezí řezných rychlostí v_c a posuvů f pro vrtání materiálů skupin P, M, K, N, S, H je uvedeno v následujících tabulkách, zde jsou uvedena rozmezí posuvů pro vrtáky různých průměrů D , doporučený materiál vnitřních i obvodových VBD, rozmezí řezných rychlostí a hodnoty korekčních součinitelů k_{VHB} pro obráběné materiály různé tvrdosti HB. Předpokládána trvanlivost bříty $T \approx 20$ min.

Doporučené řezné rychlosti jsou uvedeny ve 3 úrovních – označených I, II, III.

Nejvyšší hodnoty počátečních ("startovních") řezných rychlostí označené "I" odpovídají "dobrým" podmínkám obrábění při vysoké tuhosti soustavy stroj-nástroj-obrodek, t. j. stabilním upnutí tuhého obrobku při minimálním vyložení vrtáku a při obrábění na tuhém stroji s dostatečným příkonem hnacího motoru a dostatečnou rezervou kroutícího momentu.

Střední hodnoty řezných rychlostí, označené "II", odpovídají běžným podmínkám obrábění při vyhovující tuhosti systému stroj-nástroj-obrodek. Představují střední úroveň "startovních" řezných rychlostí pro většinu případů vrtání děr v hlubších dutinách.

Nejnižší hodnoty řezných rychlostí na úrovni označené „III“: je vhodné volit pro případy snížené tuhosti soustavy stroj-nástroj-obrodek. Jde především o případy vrtání méně tuhých obrobků nástroji, které jsou z technologických důvodů upnuty s delším vyložení, dále při vrtání děr přerušovaných příčnými otvory i při zavrtávání do šikmých nebo obecně nerovných ploch).

V tabulkách jsou uvedeny i korekce doporučených řezných rychlostí v_c , jednak na rozdílnou tvrdost materiálu a eventuálně i na druh slitiny.

Skupina materiálů	Průměr vrtáku D [mm]	Materiál VBD		Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Řezná rychlost V_c [m.min ⁻¹]	HB 180 ÷ 200			
		vnitřní	obvodové			Korekce na tvrdost obrobku			
P	16 ÷ 20	8030	6640 (8030)	0,07 ÷ 0,10	<div>I</div> <div>240 230 220</div> <div>II</div> <div>220 210 200</div> <div>III</div> <div>190 180 170</div>	HB	k _{vHB}	HB	k _{vHB}
	21 ÷ 25			0,08 ÷ 0,13		120	1,18	220	0,90
	26 ÷ 30			0,10 ÷ 0,14		140	1,12	240	0,86
	31 ÷ 40			0,12 ÷ 0,16		160	1,05	260	0,82
	41 ÷ 50			0,13 ÷ 0,18		180	1,00	280	0,80
	51 ÷ 58			0,13 ÷ 0,20		200	0,95	300	0,77

Skupina materiálů	Průměr vrtáku D [mm]	Materiál VBD		Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Řezná rychlost V_c [m.min ⁻¹]	HB 180 ÷ 210			
		vnitřní	obvodové			Korekce na tvrdost obrobku			
M	16 ÷ 20	8030	8030	0,07 ÷ 0,10	<div>I</div> <div>170 160 150</div> <div>II</div> <div>140 130 120</div> <div>III</div> <div>115 100 95</div>	HB	k _{vHB}	HB	k _{vHB}
	21 ÷ 25			0,09 ÷ 0,12		<150	1,40	270÷300	0,72
	26 ÷ 30			0,08 ÷ 0,14		150÷180	1,18	300÷330	0,68
	31 ÷ 40			0,10 ÷ 0,16		180÷210	1,00	330÷360	0,66
	41 ÷ 50			0,10 ÷ 0,18		210÷240	0,87	360÷390	0,62
	51 ÷ 58			0,11 ÷ 0,20		240÷270	0,79		

Skupina materiálů	Průměr vrtáku D [mm]	Materiál VBD		Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Řezná rychlost v_c [m.min ⁻¹]		HB 220 ÷ 240			
		vnitřní	obvodové				KOREKCE NA TVRDOST OBROBKU			
K	16 ÷ 20	8030	6640	0,04 ÷ 0,10	I	275 260 250	HB	k_{vHB} pro šedou litinu	k_{vHB} pro tvárnou litinu	k_{vHB} pro speciální žárovzdornou litinu
	21 ÷ 25			0,08 ÷ 0,14			150÷180	1,40	1,15	-
	26 ÷ 30			0,12 ÷ 0,18			180÷200	1,25	1,08	-
							200÷220	1,10	1,03	-
	31 ÷ 40			0,14 ÷ 0,20		220÷240	1,00	1,00	-	
						240÷280	0,86	0,95	-	
	41 ÷ 50			0,15 ÷ 0,22		280÷330	0,60	0,85	-	
						260÷300	-	-	0,5	
	51 ÷ 58			0,18 ÷ 0,25		300÷360	-	-	0,4	
						KOREKCE NA DRUH LITINY				
							Druh litiny		k_{vM}	
							Šedá litina		1,00	
							Tvárná litina		0,85	
							Temperovaná litina		0,95	

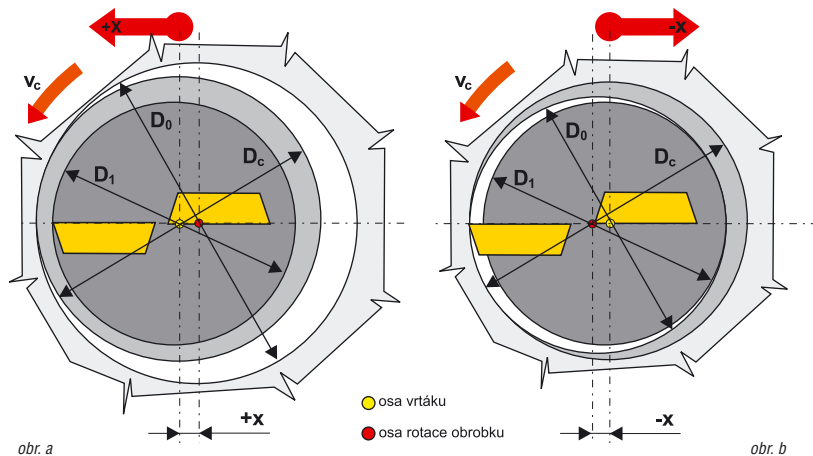
Skupina materiálů	Průměr vrtáku D [mm]	Materiál VBD		Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Řezná rychlost V_c [m.min ⁻¹]			Slitiny AL a Cu	
		vnitřní	obvodové					KOREKCE NA DRUH SLITINY	
N	16 ÷ 20	8030	8030	0,04 ÷ 0,12		slitiny Al	slitiny Cu	Slitiny Al	
	21 ÷ 25			0,06 ÷ 0,16				Materiál	k _{VM}
	26 ÷ 30			0,10 ÷ 0,18	I	380	330	Slitiny Al tvážené nevytvrzené HB 60	2,6
	31 ÷ 40			0,12 ÷ 0,22	II	350	300	Slitiny Al tvážené vytvrzené HB 100	1,0
								Slitiny Al lité nevytvrzené HB 75	0,9
	41 ÷ 50			0,13 ÷ 0,23	III	310	260	Slitiny Al lité vytvrzené HB 90	0,6
	51 ÷ 58			0,14 ÷ 0,26				Slitiny Cu	
								Materiál	k _{VM}
Automatová mosaz (>1% Pb) HB 110		1,8							
					Mosaz HB 90	1,0			
					Bronz elektrolytická Cu	0,7			

Skupina materiálů	Průměr vrtáku D [mm]	Materiál VBD		Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Řezná rychlost V_c [m.min ⁻¹]		Žárupevné slitiny na bázi Ni, Co, Fe, Ti	
		vnitřní	obvodové				Korekce na druh slitiny	
S	16 ÷ 20	8030	8030	0,05 ÷ 0,08	I	80	Druh slitiny	k_{vHB}
	21 ÷ 25			0,06 ÷ 0,09		75		
	26 ÷ 30			0,06 ÷ 0,10		60	Slitiny Ti	1,80
	31 ÷ 40			0,08 ÷ 0,12	II	50		
	41 ÷ 50			0,09 ÷ 0,12		40	Slitiny Fe	1,25
	51 ÷ 58			0,09 ÷ 0,14	III	30		
						25	Slitiny Ni	1,00
						15		
							Slitiny Co	0,70

Skupina materiálů	Průměr vrtáku D [mm]	Materiál VBD		Posuv f [mm.ot ⁻¹]	Řezná rychlost V_c [m.min ⁻¹]		ZUŠLECHTĚNÉ OCELI 46 ÷ 50 HRC	
		vnitřní	obvodové					
H	16 ÷ 20	8030	8030	0,04 ÷ 0,08	I	65		
	21 ÷ 25			0,06 ÷ 0,10		60		
	26 ÷ 30			0,08 ÷ 0,12		55		
	31 ÷ 40			0,10 ÷ 0,15	II	50		
	41 ÷ 50			0,11 ÷ 0,15		45		
	51 ÷ 58			0,12 ÷ 0,18	III	35		
						30		
						25		

6.3 Vrtání děr o průměru větším nebo menším než je nominální průměr vrtáku

Vyosením vrtáků s VBD získáváme možnost obrobení otvorů o průměru odlišném (větším nebo menším), než je nominální průměr vrtáku. Obecně platí, že vyosením (posunutím) osy vrtáku o jmenovitým průměru D_e vzhledem k ose otvoru (ose rotace) o hodnotu $+x$ nebo $-x$, vznikne otvor o průměru $D_o = D_e \pm 2x$ tedy větším nebo i menším, než je nominální průměr vrtáku. Oba případy jsou naznačeny na následujícím obrázku.



Na obr. a byl vrták vyosen o hodnotu $+x$ (ve směru obvodové destičky směrem od osy rotace obrobku a na obr. b byl naopak vrták vyosen o hodnotu $-x$ směrem k ose rotace obrobku.

V případě naznačeném na obr. a vznikne větší otvor o průměru $D_o = D_e + 2x$

V případě podle obr. b vznikne menší otvor o průměru $D_o = D_e - 2x$.

Velikost vyosení $-x$ je omezena především rozdílem mezi jmenovitým průměrem vrtáku D_e a průměrem jeho tělesa D_1 – tedy vůlí mezi vrtaným otvorem a tělesem vrtáku.

U vrtáků s VBD Pramet je tímto způsobem možno vrtat otvory libovolného průměru v rozmezí 16 ÷ 59 mm.

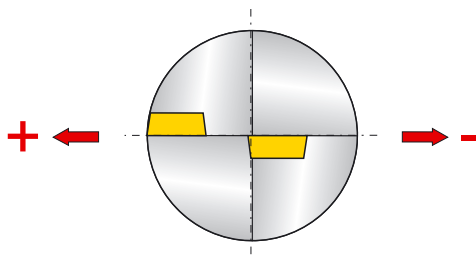
Možnost vrtání otvorů o průměru D_o odlišném od nominálního průměru vrtáku D_e rozšiřuje možnosti použití vrtáků s VBD. Předseřízení polohy tělesa vrtáku umožní snížení tolerancí vrtaných otvorů.

Z technologického hlediska je nutno rozlišovat 2 odlišné případy:

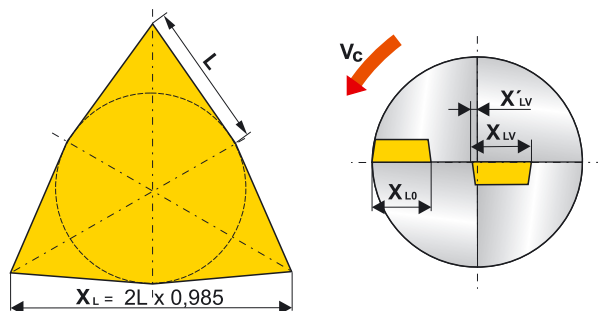
- stacionární vrták** - používáný na soustruzích - hlavní rotační pohyb vykonává obrobek, posuv obvykle nástroj
- rotující vrták** - používáný většinou na obráběcích centrech, kdy hlavní rotační pohyb vykonává vrták, posuv nejčastěji rovněž vrták nebo i obrobek

6.3.1 Stacionární vrták

Při upínání vrtáku je nutno zachovat polohu břitu (ostří) destičky rovnoběžnou s osou příčného posuvu (přisuvu) stroje. Vyosení provést ve směru břitu a osa vrtáku a otvoru musí být na stejné linii. Větší průměr otvoru je docílen vyosením ve směru obvodové VBD. Maximální přípustná nesouosost ve směru kolmém ke směru vyosení je 0,03 mm.



Maximální hodnota vyosení vrtáku $+x$ je pro každý průměr vrtáku D_c různá v závislosti na velikosti břitové destičky - v závislosti na "účinné délce" břitu břitové destičky x_L . Pro VBD tvaru WCMT používané na vrtácích Pramet je hodnota x_L naznačena na následujícím obrázku. Maximální hodnotu $+x$ lze pro určitý průměr vrtáku D_c stanovit z podmínky, že oba břity vrtáku musí odebrat veškerý materiál otvoru o zvětšeném průměru $D_o = D_c + 2x$.



Problematika stanovení maximální hodnoty vyosení vrtáku $+x_{max}$ je zobrazena v dalším obrázku

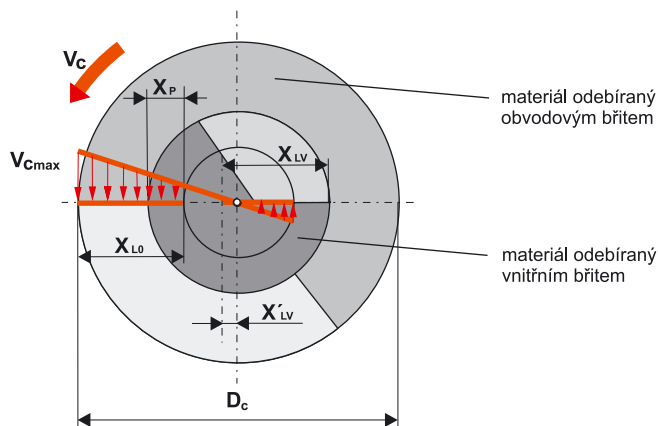
A/ Bez vyosení \approx osa vrtáku v ose otvoru

D_c	průměr vrtáku	[mm]
D_o	průměr otvoru	[mm]
x_{Lo}	účinná délka obvodového břitu	[mm]
x_{LV}	účinná délka vnitřního břitu	[mm]
x'_{LV}	přesah vnitřního břitu přes osu vrtáku	[mm]
x_p	překrytí vnější a vnitřní VBD	[mm]

obvykle platí $x_{Lo} = x_{LV}$ potom platí
$$x_{Lo} + (x_{LV} - x'_{LV}) - x_p = \frac{D_c}{2}$$

$$2x_L - x'_{LV} - x_p = \frac{D_c}{2}$$

V případě bez vyosení pracují oba břity s určitým překrytím x_p



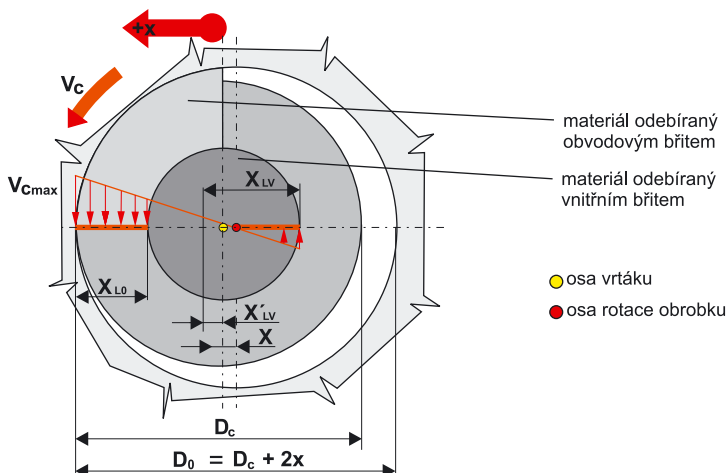
Vyosením **+x** vrtáku se posouvá osa rotace podél vnitřního břitu (viz následující obrázek), a tím se zkracuje jeho účinná délka. Dále se zkracuje účinná délka každého břitu o hodnotu poloměru zaoblení špičky **r**.

Podle následujícího obr. pak platí:

$$2(x_{L0} + r_{\varepsilon}) + 2(x_{Ly} - r_{\varepsilon} - x'_{Ly} - x_{\max}) = D_c + 2x_{\max}$$

pro $\mathbf{x}_{l,0} = \mathbf{x}_{l,y} = \mathbf{x}_l$ platí:

$$x_{\max} = (xL - r_{\varepsilon}) - \frac{x'_L}{2} - \frac{D_c}{4}$$



Maximální vyosení je zapotřebí snížit s ohledem na možné odpružení (odtlačení) vrtáku na příklad při zavrtávání do šikmé konkávní nebo konvexní plochy. Současně je nutno vzít v úvahu vliv hloubky otvoru \approx poměru L/D vrtáku.

U vrtáků malých průměrů v rozmezí $D_e = 16 \div 25$ mm, u kterých jsou použity VBD WCMX 0302 a WCMT 0402, je nutno snížit dále hodnoty x_{\max} s ohledem na skutečnost, že s rostoucím vyosením se přesouvá osa rotace směrem ke středu vnitřní VBD a zvětšuje se délka břitu x_{Lv} , kde dochází ke tření obráběného materiálu. Tím vzniká velmi nepříznivé namáhání VBD a roste nebezpečí její destrukce.

Max. hodnota vyosení - x ($D_0 < D_c$) je určena požadavkem, aby špička vnitřní břitové destičky nebyla přesunuta vpravo od osy rotace, aby uprostřed dna otvoru nezůstával neodebraný materiál, který by se zde pěchoval a prakticky by velmi ztížil nebo i znemožnil vrtání ($x'Lv < 0$).

Maximální hodnoty $+x_{\max}$ a $-x_{\max}$ jsou pro různé průměry vrtáků s VBD Pramet uvedeny v následující tabulce. Současně jsou zde uvedeny i hodnoty průměru otvoru D_{\min} a D_{\max} dosažitelné příslušným vyosením. Jde o hodnoty pro stacionární vrtáky. Údaje "A" platí pro menší vyložení nástroje a vrtáky pro hloubku otvoru 2,5D a údaje "B" pro nástroje s delším vyložení a pro hloubku otvoru 3,5D a větší.

Průměr vrtáku D _c [mm]	VBD	Vyosení vrtáku x [mm]			Rozsah průměrů D ₀ [mm]		
		A +x	B +x	-x	A D _{0max}	B D _{0max}	D _{0min}
16	WCMX 030208EUD	1,25	1,0	0,2	18,5	18	15,6
16,5		1,2	1,0	0,2	18,9	18,5	16,1
17		1,15	0,9	0,2	19,3	18,8	16,6
17,5		1,1	0,85	0,2	19,7	19,2	17,1
18		1,0	0,8	0,2	20	19,6	17,6
18,5		0,95	0,75	0,2	20,4	20	18,1
19		0,9	0,7	0,2	20,8	20,4	18,6
19,5		0,85	0,65	0,2	21,2	20,8	19,1
20		0,75	0,6	0,2	21,5	21,2	19,6
21	WCMT 040208E46	1,35	1,0	0,2	23,7	23	20,6
22		1,2	0,9	0,2	24,4	23,8	21,6
23		1,05	0,8	0,2	25,1	24,6	22,6
24		0,9	0,7	0,2	25,8	25,4	23,6
25		0,75	0,55	0,2	26,5	26,1	24,6
26	WCMT 050308E	2,4	1,9	0,25	30,8	29,8	25,5
27		2,2	1,75	0,25	31,4	30,5	26,5
28		2,0	1,6	0,25	32,0	31,2	27,5
29		1,85	1,45	0,25	32,7	31,9	28,5
30		1,65	1,3	0,25	33,3	32,6	29,5
31	WCMT 06T308	3,0	2,5	0,25	37	36	30,5
32		2,9	2,3	0,25	37,8	36,6	31,5
33		2,7	2,15	0,25	38,4	37,3	32,5
34		2,5	2,0	0,25	39	38	33,5
35		2,3	1,85	0,25	39,6	38,7	34,5
36		2,15	1,7	0,25	40,3	39,4	35,5
37		1,95	1,55	0,25	40,9	40,1	36,5
38		1,75	1,4	0,25	41,5	40,8	37,5
39		1,6	1,25	0,25	42,2	41,5	38,5
40	WCMT 080412	1,4	1,1	0,25	42,8	42,2	39,5
41		4,15	3,3	0,25	49,3	47,6	40,5
42		3,95	3,15	0,25	49,9	48,3	41,5
43		3,8	3,0	0,25	50,6	49	42,5
44		3,6	2,9	0,25	51,2	49,8	43,5
45		3,4	2,7	0,25	51,8	50,4	44,5
46		3,2	2,6	0,25	52,4	51,2	45,5
47		3,05	2,4	0,25	53,1	51,8	46,5
48		2,85	2,25	0,25	53,7	52,5	47,5
49		2,65	2,1	0,25	54,3	53,2	48,5
50		2,45	1,95	0,25	54,9	53,9	49,5
51		2,3	1,8	0,25	55,6	54,6	50,5
52		2,1	1,65	0,25	56,2	55,3	51,5
53		1,9	1,5	0,25	56,8	56,0	52,5
54		1,7	1,35	0,25	57,4	56,7	53,5
55		1,55	1,2	0,25	58,1	57,4	54,5
56		1,35	1,05	0,25	58,7	58,1	55,5
57		1,15	0,9	0,25	59,3	58,8	56,5
58		0,95	0,75	0,25	59,9	59,5	57,5

6.3.2 Rotující vrták

Pro vyosení rotujících vrtáků je nutno použít speciální excentrická upínací pouzdra, pomocí kterých lze seřídít mezilehlé průměry děr až do nejbližšího vyššího standardního průměru. Pouzdra různých výrobců umožňují vyosení v rozmezí cca $-0,2 \div +1,4$ mm. Vyosením lze kompenzovat výrobní tolerance tělesa vrtáku a břitové destičky a předseřazením průměru na stroji zlepšit toleranci díry na $\pm 0,1$ mm. U stacionárních vrtáků lze řízením vyosení v průběhu vrtání provést např. předvrtání díry (osazení díry) pro závity včetně sražení hrany. Přesnost díry je závislá na délce vrtáku a pro vrtáky $2D \div 2,5D$ se pohybuje obvykle v rozmezí $+0,2 \div -0,1$ mm. Drsnost obrobeného povrchu díry dosahuje obvykle hodnot $R_a = 3,2 \div 6,4 \mu\text{m}$.

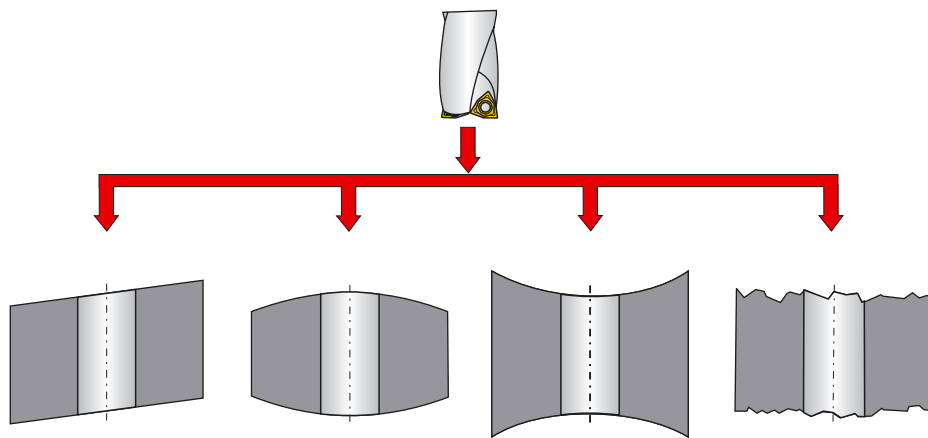
Pro dosažení lepších hodnot drsnosti obrobeného povrchu se doporučuje při vyjždění vrtáku z vyvrtaného otvoru zachovat rychlost na úrovni dvoj až trojnásobku pracovního posuvu.

Při vyosení vrtáků dojde k určitému porušení rovnováhy radiálních složek řezné síly a proto je nutno snížit hodnoty posuvu na úroveň $0,05 \div 0,1$ mm/ot.

6.4 Doporučení pro praxi

Vrtáky určené pro hloubku otvoru do $3D$ mohou být použity i pro zavrtávání do šikmých konkávních, konvexních a obecně nerovných ploch. Stejně je lze použít i pro převrtání předvrtaných děr (souosých) resp. i pro případy provrtání jiných děr kolmých nebo skloněných k ose vrtané díry. V těchto případech je však nutno respektovat doporučení uvedená pro dva následující obrázky

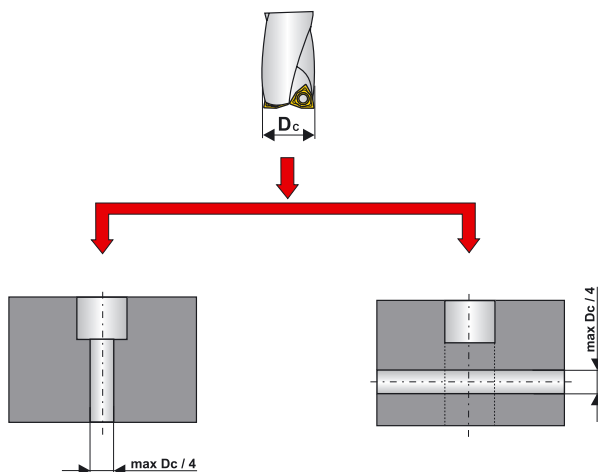
Vrtáky určené pro hloubku díry $> 3D$ a vrtáky pracující s velkým vyložení vyžadují rovinnou vstupní plochu a homogenní obrobek.



Pokud se vrták zavrtává do šikmé konvexní, konkávní nebo obecně nerovné plochy, je nutno až do plného zavrtání snížit posuv o 50%. Totéž platí i pro výstup vrtáku po provrtání díry.

Při převrtávání předvrtané díry, nesmí být průměr předvrtané díry větší než $\frac{1}{4}$ průměru vrtáku. Jinak vzniká nebezpečný odehnutí (odtláčení) vrtáku.

Při vrtání díry s osou kolmou nebo skloněnou k ose jiné díry, nesmí být průměr provrtávané díry větší než $\frac{1}{4}$ průměru díry vrtané. Při provrtávání je nutno snížit posuv o 50%.



Důležité upozornění!

Při vrtání průchozí díry v rotujícím obrobku stacionárním vrtákem vzniká při provrtání díry kotouček, který je vymrštěn vysokou rychlostí. Z bezpečnostních důvodů je nutno proto provést zakrytování pracovního místa.

Tímto typem nástroje nelze vrtat svazky plechů!!!

6.5 Použití řezných kapalin při vrtání vrtáky s VBD

Extrémní silové a tepelné zatížení břitů vyměnitelných břitových destiček a především velké množství třísek vznikající v uzavřeném prostoru vrtaného otvoru kladou vysoké požadavky především na množství a tlak přiváděné řezné kapaliny.

Přívod řezné kapaliny v dostatečném množství je nutnou podmínkou spolehlivé funkce vrtáků s VBD.

Nejvýznamnější funkcí řezné kapaliny při vrtání je odstranění vzniklých třísek z místa řezu a dále mazací a chladicí funkce.

Jako řezné kapaliny se doporučují vodní emulze emulgačních olejů na ropné bázi a dále emulgační oleje polosyntetické, případně syntetické v obvyklé koncentraci 3 ÷ 5%.

Pro spolehlivou funkci vrtáku s VBD je důležité především množství a tlak řezné kapaliny přiváděné obvykle přímo do místa řezu.

Množství řezné kapaliny a její tlak závisí především na průměru vrtáku, tedy na průměru odvrtané díry, a tím na množství materiálu odebraného za jednotku času, dále na hloubce vrtané díry na poloze vrtáku (vrták v horizontální nebo vertikální poloze a na funkci utvářeče třísky na břitové destičce). Všechny tyto technologické faktory mají vliv především na odvod třísky z místa řezu.

Pochopitelně další, neméně významný, je vliv vlastností obráběného materiálu. Doporučené směrné hodnoty množství přiváděné řezné kapaliny Q l/min a tlaku P v MPa jsou uvedeny v následující tabulce.

Průměr vrtáku D_c mm	Množství řezné kapaliny Q [l/min]		Tlak řezné kapaliny P [MPa]	
	Délka vrtáku		Délka vrtáku	
	2,5 D	3,5 D	2,5 D	3,5 D
16 ÷ 20	20	28	0,25	0,36
21 ÷ 25	21	30	0,24	0,35
26 ÷ 30	22	31	0,23	0,34
31 ÷ 35	25	34	0,23	0,34
36 ÷ 40	28	36	0,23	0,34
41 ÷ 45	30	38	0,22	0,33
46 ÷ 50	32	40	0,22	0,32
51 ÷ 55	35	42	0,22	0,32
56 ÷ 58	37	45	0,22	0,31

Tyto hodnoty platí pro vrtáky v horizontální poloze. Pro vrtáky ve vertikální poloze je nutno zvýšit množství i tlak přiváděné řezné kapaliny o 40%.

Při dobré funkci utvařeče je možno snížit množství i tlak řezné kapaliny o 20 ÷ 30%.

Naopak pokud vzniká tříska špatně utvářená, u které je nebezpečí ucpání drážek pro odvod třísky, je nutno zvýšit množství i tlak kapaliny o 40 ÷ 50%.

Při posuzování správnosti zvoleného množství a tlaku řezné kapaliny nelze opomenout i jejich chladicí účinek. Velké množství tepla, ve které se téměř beze zbytku přemění mechanická energie vynaložená na vrtání, by mělo být spolehlivě odvedeno řeznou kapalinou.

Odházející tříska by neměla být tepelně zbarvena. Pokud odhází tříska zbarvená některým odstínem modré nebo slámově žluté barvy, je nutno zvýšit množství i tlak řezné kapaliny. Jinak vzniká nebezpečí snížení trvanlivosti bříty i životnosti tělesa vrtáku.

Obecně platí, že s rostoucím průměrem vrtáku roste doporučené množství Q a mírně klesá doporučený tlak řezné kapaliny.

Pokud nebude k dispozici tabulka s doporučenými hodnotami Q a P , platí velmi přibližně pravidlo, že množství Q řezné kapaliny v l/min. by mělo číselně odpovídat průměru vrtáku D_e v mm.

6.6 Řešení některých problémů při vrtání vrtáky s VBD

Problém	Řešení problému
1. Nizký výkon hnacího motoru stroje (nizký krouticí moment na vřetení)	a) snížení řezné rychlosti – snížení otáček vřetene b) snížení posuvu
2. Nadměrné opotřebení bříty obvodové VBD	a) snížení řezné rychlosti b) volba otěruvzdornějšího druhu materiálu VBD c) zvýšení objemu a tlaku řezné kapaliny
3. Vydrolení – křehké porušení bříty obvodové VBD	a) snížení posuvu při zavrtávání (zejména u nerovného vstupního povrchu obrobku) b) volba houževnatějšího druhu SK c) snížení řezné rychlosti d) zvolit jinou geometrii utvařeče
4. Vydrolení bříty, křehké porušení bříty vnitřní VBD	a) volba houževnatějšího druhu materiálu VBD b) snížení posuvu při zavrtávání c) překontrolovat upnutí vrtáku a obrobku d) zvolit jinou geometrii utvařeče
5. Plynulá, špatně utvářená tříska	a) zvýšení posuvu b) zvýšit řeznou rychlost při současném snížení posuvu c) zvolit jinou geometrii utvařeče
6. Pěchování krátkých třísek v drážkách pro odvod	a) zvýšit množství a tlak řezné kapaliny b) snížit řeznou rychlost c) zvolit jinou geometrii utvařeče

7.1 Typy (druhy) opotřebení

Následující obrázek uvádí typy opotřebení bříty podle normy ISO 3685 spolu s označením jejich charakteristických rozměrů.

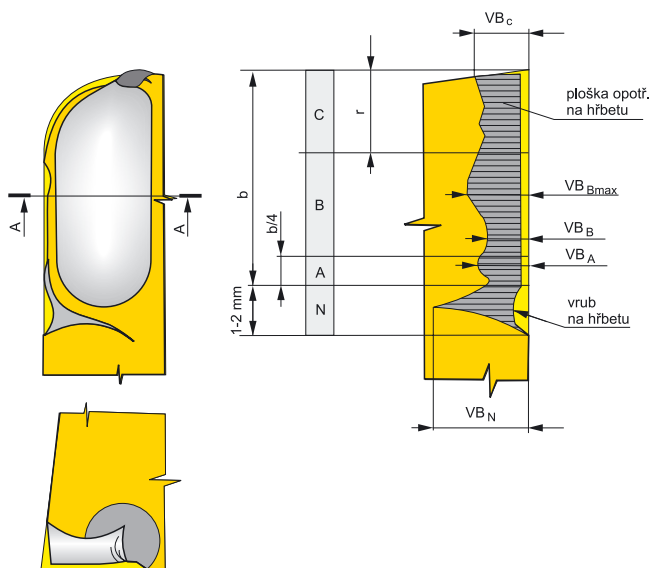
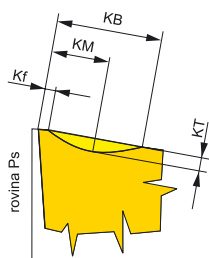
ŘEZ A-A

Kf = vzdálenost okraje výmolu

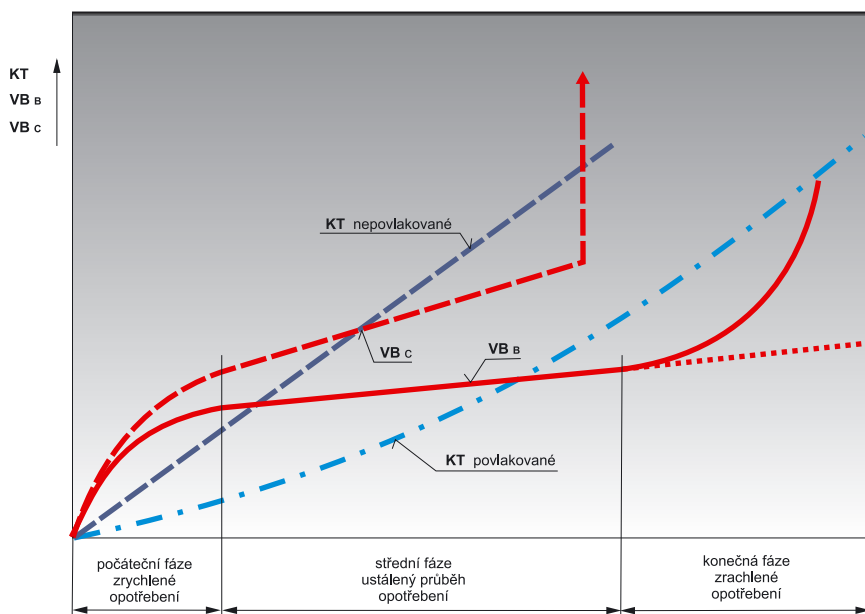
KB = šířka výmolu

KM = vzdálenost středu výmolu

KT = hloubka výmolu



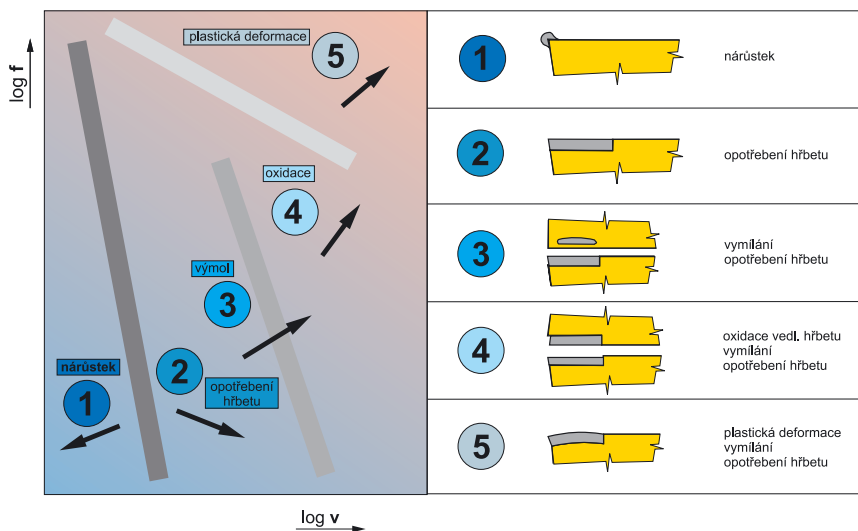
Schématicky je časová závislost opotřebení hřbetu a čela naznačena na dalším obrázku.



V určitém konkrétním případě obrábění se vyskytne obvykle několik typů opotřebení současně, jejich růst s dobou obrábění však neprobíhá se stejnou intenzitou. Podle podmínek obrábění dosahuje obvykle jeden z existujících druhů opotřebení vyšší intenzity v porovnání s ostatními a stává se rozhodujícím pro otupení nástroje a tím i limituje jeho trvanlivost.

Pro určitou dvojici nástrojový materiál - materiál obrobku je převládající typ opotřebení břitů závislý především na použitých řezných podmínkách, zejména na řezné rychlosti a posuvu.

Schématicky je závislost převládajícího typu opotřebení na posuvu f a řezné rychlosti v uvedena na dalším obrázku.



Při nejnižších hodnotách řezné rychlosti a posuvů, kdy existuje na břitu nárůstek, převládá typ opotřebení způsobeného abrazí odcházejících tvrdých součástí nárůstku. S rostoucí řeznou rychlostí a posuvem roste řezná teplota a převládajícím typem opotřebení se stává nejprve ploška opotřebení na hřbetě, dále výmól na čele, pak oxidace vedlejšího hřbetu v blízkosti špičky a posléze při nejvyšších hodnotách posuvu a řezné rychlosti plastická deformace břitu, která ve své podstatě signalizuje překročení určitých mezních řezných podmínek.

Při volbě posuvů je nutné dodržet mezní hodnoty závislé na úhlu špičky VDSK ϵ_r a poloměru zaoblení špičky r_e .

Mimo uvedených typů opotřebení, které se vyskytují a probíhají do značné míry zákonitě, dochází u karbidových nástrojů velmi často k mechanickému porušení břitu buď ve formě vydrolení ostří nebo lomu části břitu, případně celé břitové destičky.

Tyto druhy otupení nástrojů vznikají zvláště při silném mechanickém namáhání břitu (tj. rázech při přerušovaném řezu nebo jako důsledek předchozího narušení břitu teplotními rázy). Ke křehkému porušení ostří dochází také často, jestliže se v obráběném materiálu vyskytují tvrdé vměstky (písek a pod.).

Mechanické poškození břitu je druhem otupení, ke kterému dochází náhodně. Může se vyskytnout na začátku řezu u ostřího nástroje, stejně jako u nástroje s určitým stupněm opotřebení. Proti mechanickému poškození jsou odolnější druhy se substráty slinutých karbidů s vysokým obsahem kobaltu, který zvyšuje jejich houževnatost.

7.2 Mechanismy vzniku opotřebení

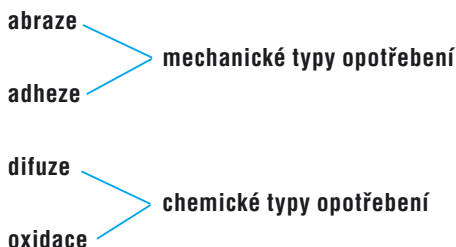
Z hlediska fyzikální podstaty je opotřebení břitu nástroje otěrem výsledkem celého komplexu jevů zahrnujících chemické a mechanické děje, které probíhají ve styčných plochách s obráběným materiálem a které se často prolínají a překrývají.

Mechanismus opotřebení nástroje je charakterizován dvěma typy jevů, a to mechanickými a chemickými.

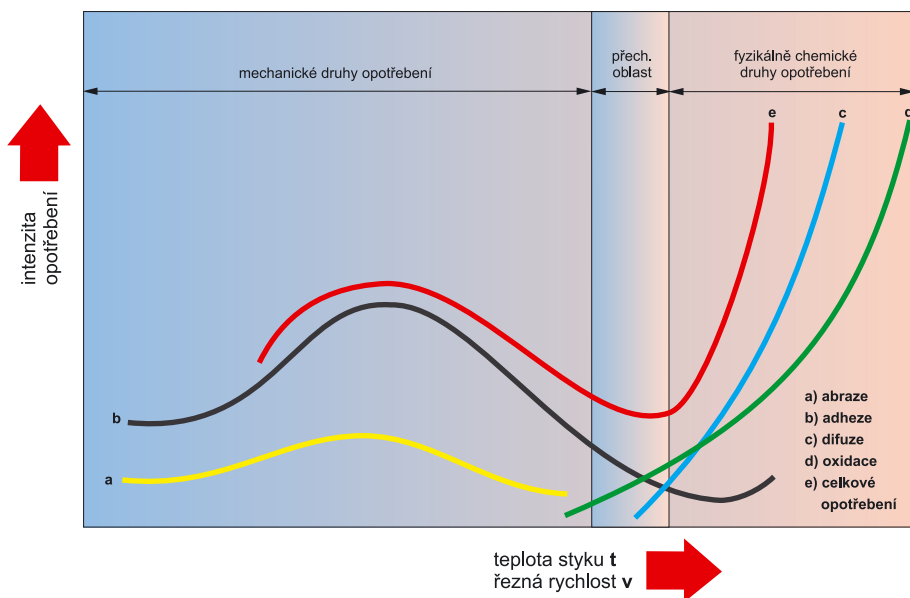
Při mechanickém typu opotřebení dochází k porušení povrchu a čela účinkem odcházející třísky a materiálu obrobku v ploše řezu, aniž by se změnilo chemické složení těchto povrchových vrstev slinutého karbidu.

Naproti tomu při chemickém typu opotřebení se nejprve ve větší či menší míře mění chemické složení povrchové vrstvy nástrojového materiálu v místě styku tříska-čelo, resp. hřbet plocha řezu. Touto změnou se obvykle zhoršují mechanické vlastnosti povrchových vrstev nástrojového materiálu a tím i jejich odolnost proti opotřebení otěrem. V jiných případech dochází k přímému difuznímu rozpouštění strukturních složek slinutého karbidu.

Zatímco je intenzita mechanických typů opotřebení závislá na teplotě jen potud, pokud ovlivňuje poměr tvrdostí nástrojového materiálu a obráběného materiálu (H_{SK}/H_{obr}), za podmínek, které existují ve styku, je fyzikálně chemické opotřebení závislé především na teplotě styku a na vzájemné chemické aktivitě obou materiálů prakticky bez ohledu na poměr tvrdostí. Děje, které bezprostředně vedou k opotřebení břitů, je možno rozdělit následujícím způsobem:



Na celkovém opotřebení se nepodílejí za určitých podmínek obrábění všechny děje stejnou měrou. Pro určitou dvojici obráběný materiál - slinutý karbid může (podle podmínek obrábění) převládat jeden či druhý děj. Rozhodujícím činitelem určujícím, který typ dějů v procesu opotřebení převládá, je teplota styku nástroje s obrobkem.



Abrazivní opotřebení je mechanickým typem opotřebení. Mikroskopické, velmi tvrdé součásti odřezávají materiál nástroje podobně jako brusná zrna při broušení. Tento typ opotřebení závisí na celkové dráze nástroje vzhledem k obrobku, na tvaru, velikosti a četnosti výskytu abrazivních částic a jejich tvrdosti.

Adhezní opotřebení jedná se o ořez účinkem adheze (tvorby mikrosvarů) mezi čistými kovovými povrchy slinutého karbidu a obráběného materiálu, které přicházejí navzájem do styku na hřbetě i na čele.

Oxidační opotřebení při vyšších řezných rychlostech reagují některé součásti slinutého karbidu buď se vzduchem z okolní atmosféry nebo s řeznou kapalinou nahrazující vzdušné prostředí a nebo konečně i s obráběným materiálem.

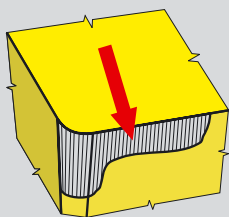
Difuzní opotřebení atomy, nástrojového materiálu a materiálu obrobku navzájem difundují a vytvářejí jednak tuhé roztoky a jednak chemické sloučeniny, jejichž vlastnosti jsou odlišné od vlastností výchozího materiálu nástroje.

7.3 Některé nežádoucí typy opotřebení bříty a doporučená opatření pro jejich odstranění

Pokud se při aplikaci nástrojů s VBD objeví některé problémy, např. nežádoucí nebo nadměrné opotřebení bříty, zhoršená drsnost povrchu, špatné utváření třísky nebo vibrace je nutno respektovat následně specifikovaná doporučení.

Charakter opotřebení

Popis a návrh opatření

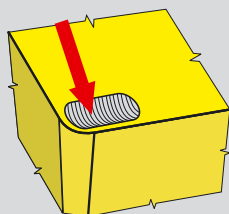


OPOTŘEBENÍ HŘBETU

Opotřebení hřbetu - je jedním z hlavních kritérií charakterizujících trvanlivost VBD. Vzniká v důsledku působení mechanismů opotřebení na nástroj. Jeho velikost (intenzitu) lze pouze snížit.

Doporučení:

- použít otěruvzdornější typ slinutého karbidu
- použít chladicí emulzi resp. zvýšit intenzitu chlazení
- snížit řeznou rychlost
- při posuvu pod 0,1 mm/ot zvětšit posuv (u materiálů povlakovaných CVD, MT CVD)

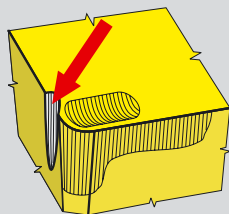


VÝMOL NA ČELE

Výmol na čele - charakteristické opotřebení, které se nejvýrazněji projevuje u VBD s rovným čelem, jeho výskyt není však omezen pouze na tento typ destiček.

Doporučení:

- použít otěruvzdornější typ slinutého karbidu
- použít chladicí emulzi resp. zvýšit intenzitu chlazení
- snížit řeznou rychlost
- použít jiný (pozitivnější) typ řezné geometrie

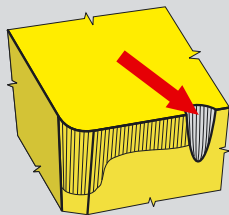


OXIDAČNÍ RÝHA NA VEDLEJŠÍM BŘITU

Oxidační rýha na vedlejší bříty - je jedním z nejvýznamnějších kritérií limitujících životnost VBD. Propojení oxidační rýhy s výmolem na čele se jednoznačně projeví na zvýšení drsnosti povrchu obrobku, dojde k jevu, který je slangově nazýván jako „chlupacení“.

Doporučení:

- použít povlakovaný resp. otěruvzdornější typ slinutého karbidu, dovolují-li to podmínky, použít VBD s povlakem obsahujícím Al_2O_3
- použít chladicí emulzi resp. zvýšit intenzitu chlazení
- snížit řeznou rychlost

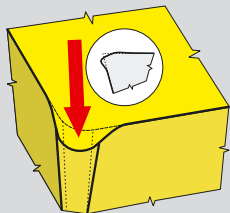


VRUBOVÉ OPOTŘEBENÍ NA HLAVNÍM BŘITU

Vrubové opotřebení na hlavním bříty - vzniká v oblasti styku bříty nástroje s povrchem obrobku. Je způsobeno převážně zpevněním povrchových vrstev obrobku a otřepy. Tento typ opotřebení se vyskytuje zejména u nerezavějících austenitických ocelí a u operací charakterizovaných kolísáním hloubky řezu.

Doporučení:

- použít povlakovaný resp. otěruvzdornější typ slinutého karbidu, dovolují-li to podmínky, použít VBD s povlakem obsahujícím Al_2O_3
- zvolit nástroj s menším úhlem nastavení

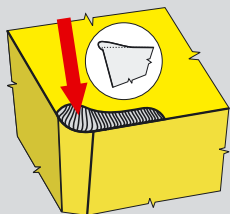


PLASTICKÁ DEFORMACE ŠPIČKY

Plastická deformace špičky - důvodem tohoto typu opotřebení je přetížení břitu v důsledku vysokých řezných rychlostí a posuvů.

Doporučení:

- použít otěruvzdornější typ slinutého karbidu
- snížit řeznou rychlost
- snížit posuv
- použít chladicí emulzi resp. zvýšit intenzitu chlazení
- použít VBD s větším poloměrem zaoblení špičky
- použít VBD s větším úhlem špičky

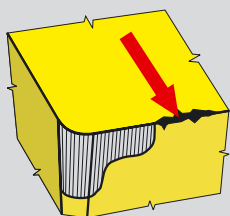


TVORBA NÁRŮSTKŮ

Tvorba nárustku - jedná se o nalepování obráběného materiálu na břit nástroje. Nárustek má charakter mikronávaru na břitu. Při jeho odtrhávání může dojít k porušení břitu nástroje. Dalším projevem je zhoršení jakosti obráběného povrchu.

Doporučení:

- zvýšit řeznou rychlost
- zvýšit posuv
- aplikovat povlakované typy slinutých karbidů (zejm. PVD)
- použít jinou (pozitivnější resp. ostřejší) řeznou geometrii
- použít řeznou kapalinu s vyšším protinárůstkovým účinkem (pokud však není k dispozici, upustit od chlazení)

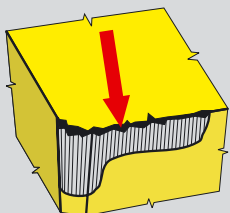


PORUŠOVÁNÍ ŘEZNÉ HRANY (MIMO ZÁBĚR)

Porušování řezné hrany (mimo záběr) - jeho příčinou je nevhodné utváření třísky, která při svém odchodu naráží na břit a ten mechanicky poškozuje.

Doporučení:

- změnit posuv
- zvolit nástroj s jiným úhlem nastavení
- použít jinou řeznou geometrii (jiný utvařec)
- použít houževnatější typ slinutého karbidu

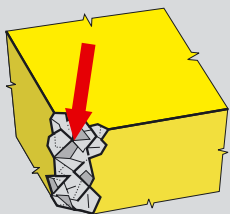


KŘEHKÉ PORUŠOVÁNÍ ŘEZNÉ HRANY

Křehké porušování řezné hrany (mikrovyštipování) - ve většině případů se vyskytuje v kombinaci s jiným typem opotřebení, je samostatně obtížně identifikovatelné.

Doporučení:

- použít houževnatější typ slinutého karbidu
- zvolit méně intenzivní řezné podmínky
- použít jinou řeznou geometrii
- při najíždění do záběru zmenšit posuv

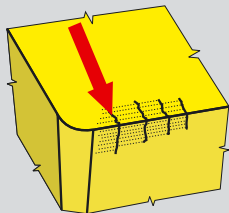


DESTRUKCE BŘITU (ŠPIČKY NÁSTROJE)

Destrukce břitu resp. špičky nástroje - příčiny tohoto jevu mohou být různé a jsou závislé na materiálu nástroje i materiálu obrobku, stavu a zejm. tuhosti soustavy stroj-nástroj-obrobek, vliv má i velikost a typ opotřebení a záběrové podmínky.

Doporučení:

- použít houževnatější typ slinutého karbidu
- zvolit nižší řezné podmínky (snížit posuv i hloubku)
- použít VBD s větším poloměrem zaoblení špičky
- použít VBD s větším úhlem špičky
- použít jinou řeznou geometrii (jiný utvařec)
- stabilizovat řeznou hranu (břit)
- při najíždění do záběru zmenšit posuv



HŘEBENOVÉ TRHLINY

Hřebenovité trhliny - tento jev je důsledkem dynamického tepelného zatížení při přerušovaném řezu.

Doporučení:

- upustit od chlazení kapalinou (možno použít vzduch z důvodů odstanění třísek z místa řezu)
- zvolit houževnatější materiál VBD
- snížit řeznou rychlost

Nežádoucí jev

Popis a návrh opatření

NEVHODNÝ TVAR TŘÍSKY

Vhodný tvar třísky - je v současnosti stejně důležitým kritériem jako trvanlivost. Na vhodné utváření má vliv zejména materiál obrobku, posuv hloubka řezu a samozřejmě vhodná volba řezné geometrie (utvařeče). Dlouhá (neutvářená) tříska je z mnoha důvodů neakceptovatelná, ale i příliš krátká „drcená“ tříska je nežádoucí (svědčí o přetížení břitů a vede ke vzniku vibrací)

Doporučení :

- upravit posuv a hloubku řezu dle utvářecího diagramu
- zvolit vhodnější utvařeč podle diagramu utváření třísek

TVORBA OTŘEPU

Tvorba otřepu - tento jev je velmi častý, nelze mu vždy zabránit. Otřep vzniká zejména při soustružení (obrábění) měkkých ocelí a plastických materiálů.

Doporučení :

- použít VBD s ostrým břitem (nepovlakovaný SK nebo s PVD)
- použít VBD s pozitivní geometrií
- zmenšit úhel nastavení

SNÍŽENÁ JAKOST OBROBENÉHO POVRCHU

Jakost obrobené plochy - s tímto kritériem se setkáváme zejména u finálních operací, kde je kladen požadavek na drsnost povrchu, která je samozřejmě ovlivněna mnoha faktory, mezi nimiž lze jmenovat : materiál obrobku, řezné prostředí, provedení a stav břitů nástroje, řezné podmínky (zejm. posuv a řezná rychlost) a stabilita soustavy stroj-nástroj-obrodek.

Doporučení :

- snížit posuv
- zvýšit řeznou rychlost
- použít VBD s větším rádiusem zaoblení špičky
- eliminovat chvění
- použít VBD s vhodnou řeznou geometrií resp. utvařečem
- vhodně zvolit typ řezného prostředí
- zvýšit hloubku řezu nad rádius špičky

ROZMĚROVÁ A TVAROVÁ NEPŘESNOST OBROBKU

Jakost obrobené plochy - s tímto kritériem se setkáváme zejména u finálních operací, kde je kladen požadavek na drsnost povrchu, která je samozřejmě ovlivněna mnoha faktory, mezi nimiž lze jmenovat : materiál obrobku, řezné prostředí, provedení a stav břítu nástroje, řezné podmínky (zejm. posuv a řezná rychlost) a stabilita soustavy stroj-nástroj-obrodek.

Doporučení :

- snížit posuv
- zvýšit řeznou rychlost
- použít VBD s větším rádiusem zaoblení špičky
- eliminovat chvění
- použít VBD s vhodnou řeznou geometrií resp. utvářečem
- vhodně zvolit typ řezného prostředí
- zvýšit hloubku řezu nad rádius špičky

CHVĚNÍ A LABILITA

Chvění a labilita obrobku - je jevem velice častým, mezi hlavní příčiny patří nevyváženost obráběné součásti a vysoká hodnota řezných sil. Vzniká dále zejm. při soustružení hřídelových součástí s vysokým stupněm štíhlosti.

Doporučení :

- zmenšit hlouku řezu
- použít nástroj s úhlem nastavení 90°
- použít VBD s menším rádiusem zaoblení špičky
- přezkoušet stabilitu upnutí obrobku (příp. zajistit vyvážení)
- přezkoušet stabilitu upnutí nástroje (snížit vyložení)
- vhodně zvolit řezné podmínky (posuv a rychlost)
- vhodnou volbou řezné geometrie a materiálu nástroje minimalizovat silovou bilanci řezného procesu (co nejostřejší a nejpozitivnější)

V minulosti Pramet používal vlastní rozdělení obráběných materiálů a to na sedm skupin, které velmi dobře korespondovalo s tímto novým rozdělením podle nového návrhu ISO 513, v němž jsou obráběné materiály rozděleny do šesti skupin, ve kterých se sdružují materiály které vyvolávají kvalitativně stejný typ zatížení (namáhání) bříty a tudíž vyvolávají i podobný typ opotřebení. V následující tabulce je uvedeno toto nové rozdělení podle ISO 513 v porovnání se starým rozdělením podle Pramet.

NOVÉ	STARÉ	
P	P_I P_{II}	uhlíkové (nelegované) oceli třídy 10, 11, 12 nízko a středně legované oceli sk. 13 (13 0., 13 1., legované oceli tříd 14, 15, 16 feritické a martenzitické korozivzdorné oceli (tř. 17 a lité 4229..) nástrojové oceli uhlíkové (19 1., 19 2., 19 3..) legované nástrojové oceli (19 3.. až 19 8..) uhlíková ocelolitina sk. 26 (4226..) nízko a středně legované ocelolity sk. 27 (42 27..)
M	M_I	austenitické a feriticko-austenitické oceli korozivzdorné, žáruvzdorné a žárupevné oceli nemagnetické a ořezvzdorné
K	K_I	šedé litiny nelegované i legované (42 24..) tvárné litiny (42 23..) temperované litiny (42 25..)
N	K_{II}	neželezné kovy, slitiny Al a Cu
S	M_{II}	speciální žárupevné slitiny na bázi Ni, Co, Fe a Ti
H	M_{III}	zušlechťené oceli s pevností nad 1500 MPa kalené oceli HRC 48 - 60 tvrzené kokilové litiny HSh 55 - 85

8.1 Obráběné materiály skupiny P

hlavní skupina	CZ	EURO	ISO	F	IT	D	PL	A	RU	S
	ČR			Francie	Itálie	SRN	Polsko	Rakousko	Rusko	Švédsko
	ČSN	EN	ISO	AFNOR	UNI	DIN	PN	ÖNORM	GOST	SS
P	10425	-	-	FeE 40	-	BSt420 S	St50B	-	A III	2164
	10505	FeB500	RB50W	-	Fe430B	BSt500S	-	-	-	-
	11109	11SMn28	11SMn28	S 250	CF9SMn28	9 SMn 28	A10X	-	CF9SMn28	1912-04
	11300	-	-	-	3CD5	D6-2	-	UC6	05kp	-
	11373	S235JRG1	Fe360B	E 24-2	Fe360BFU	USt 37-2	St3SX	St 37F	St3Kp	1311
	11500	E295	Fe490	A 50-2	Fe 490, E295	St 50-2	St5, MS15	St 490, St 50F	S285, St5sp	2172, 1151
	11523	Fe 510	Fe 510	E 36-3	Fe 510	St 52-3	16G2, G355	St 510C,D	17GS, 17G1S	
	11600	E335, Fe590-2	Fe 590	A 60-2, E335	Fe590, E335	St 60-2	MS16, St6	St60F	ST16sp	
	12010	2C10	C10	XC10, C10RR	C10	C10, Ck10	10	RC12, UC12	08, 10	
	12020	C15E, 2C15	C15E4, C16E4	C18RR, XC18	C15	C 15, Ck15	-	-	C15, C16	
	12040	C35	C35E4	C35, XC38	C35	C35, Ck35	35	C35	35	1550, 1572-02
	12050	C45	C60E4	C45	C45	C 45, Ck45	45	C45SW	45	1650
	12060	C55	C55E4	C54, XC55	C55	C 55	55	-	50, 55	1655
	12090	2 CS 85	CS85	C90RR	C85	C85E, Ck85	85	-	85	-
	13180	-	-	-	-	80Mn4	65G	-	70G	-
	19191	CT105	C105U	C105E2U	C100KU	C105W1	N10E	K990	U101	1880
	19192	CT105	U90U	C105E2U	C100KU	C105W2	N10E	K990	U10-1	
	19255	CT120	CT120	C120E3U	C120KU	C125W	N12	K995	U13-1	-
	19314	95MnWCr5	95MnWCr	95MnWCrV5	95MnWCr5KU	100MnCrW4	NMWV	K460	9ChVG	2140
	422630	C18D	20-40	20-40M	FeG400	GS38	LII400	GS38	15L-I	-
	422640	-	23-45	A48M1	FeG450	GS-45	LII 400	GS-45	25 L	1305
	422650	-	26-52	E26-52-M	FeG49-1	GS52	LII 500	GS52	30L	-
	422660	-	30-57	30M6M	FeG570	GS-60	LII 600	GS-60	45L2	1606

Obráběné materiály skupiny P

hlavní skupina	CZ	EURO	ISO	F	IT	D	PL	A	RU	S
	ČR			Francie	Itálie	SRN	Polsko	Rakousko	Rusko	Švédsko
	ČSN	EN	ISO	AFNOR	UNI	DIN	PN	ÖNORM	GOST	SS
P	13180	-	-	-	-	80Mn4	65G	-	70G	-
	13240	-	-	38M S5	-	37MnSi5	35SG	-	35SG	-
	13250	45Si7	type3	45S7	-	46Si7	45S	-	50S2	-
	14100	100Cr 6	Type 1-0	100C6	100Cr6	100Cr6	LH15	-	Šch15	2258
	14109	100Cr6	Type 1-0	100 Cr6	10Cr6	100 Cr 6	LH15	-	Šch15	2258
	14220	16MnCr5	Type 5	16 M C 5	16MnCr5	16 Mn Cr 5	15HG	-	18ChG	2127
	14260	-	-	54SiCr6	48Si7	54SiCr6	60S2	-	60S2ChA	2090
	15217	S355JOWP	Fe 355 W-1A	E36W-A3	S355JOWP	9CrNiCuP324	10H	-	-	-
	15231	-	-	-	-	27MnCrV4	-	-	-	-
	15260	51CrV4	type 13	51CrV4	51CrV4	50 Cr V 4	50HF	-	50ChFA	2230
	15340	-	-	40CAD6.12	41CrAlMo7	41CrAlMo7	38HMJ	-	38Ch2MJuA	-
	16220	15NiCr6	-	16NC6	16CrNi4	15CrNi6	15HN	-	12ChN2	2512
	16320	-	-	-	18Ni14	-	-	-	12ChN3	-
	16343	34CrNiMo6	type3, 36CrNiMo6	35NCD6	35CrNiMo6	34CrNiMo6	34HNM	-	38Ch2N2MA	2541
	16420	-	-	13NiCr14	-	14NiCr14	-	-	12Ch2N4A	-
	16440	-	-	30NC12, 18 NC13	-	31 Ni Cr 14	37HN3A	-	30ChN3A	-
	17022	X20Cr13	Type4	X20Cr13	X20Cr13	X20Cr13	2H13	-	12Ch13	2302
	17023	X30Cr13	Type5	Z30 C13	X30Cr13	X30Cr13	3H13	-	30Ch13	2304-03
	17024	X39Cr13	Type6	Z40C13	X40Cr14	X39Cr13	4H13	-	40Ch13	-
	17042	-	-	-	-	-	H18	-	95Ch18	-
	17102	5CrMo16	TS37	Z10 CD5.05	A16CrMo25 5KG,KV	12 Cr Mo 195	H5M	-	15Ch5M	-
	17153	-	-	Z10C24	X16Cr26	X8CrTi25	-	-	15Ch25T	2322
	19312	90MnV8	90MnCrV8	90MV8	90MnCrV8KU	90MnCrV8	NMV	K720	9G2V	-
	19314	95MnWCr5	95MnWCr	95MnWCrV5	95MnWCr5KU	100MnCrW4	NMWV	K460	9ChVG	2140
	19356	100V2	TCV105	C105E2UV1	102V2KU	100V1	NV	K760	-	-
	19436	X210Cr12	X210Cr12	Z200C12	X205Cr12KU	X210Cr12	NC11	-	Ch12	-
	19452	-	-	Y60SC7	-	58SiCr8	-	K224	-	-
	19541	30CrMoV12-11	32CrMoV12-28	32CDV12-28	30CrMoV12-27KU	X32CrMoV33	WLM	W320	3Ch3M3F	-

Obráběné materiály skupiny P

8

Rozdělení obráběných materiálů a tabulky ekvivalentů

hlavní skupina	CZ	EURO	ISO	F	IT	D	PL	A	RU	S
	ČR			Francie	Itálie	SRN	Polsko	Rakousko	Rusko	Švédsko
	ČSN	EN	ISO	AFNOR	UNI	DIN	PN	ÖNORM	GOST	SS
P	19552	X37CrMoV5-1	X37CrMoV51	Z38CDV5	X37CrMoV51KU	X38CrMoV5.1	WCL	W300	4Ch5MFS	-
	19554	X40CrMoV511	40CrMoV5	X40CrMoV5	X40CrMoV511KU	X40CrMoV5.1	WCLV	W302	4Ch5MF1S	2214
	19662	55NiCrMoV7	-	55CNDV7	55NiCrMoV7KU	55NNiCrMoV6	WLN	W502	5ChNM	-
	19721	X30WCrV93	X30WCrV9-3	Z30WCV9	X30WCrV93KU	X30WCrV9.3	WWV	W100	3Ch2V8F	-
	19732	45WCrSiV8	50WCrV8	45WCV20	45WCrV8KU	45WCrV7	NZ2	K450	5ChV2SF	2710
	19733	55WCrV8	60WCrV8	55WC20	55WCrV8KU	60WCrV7	NZ3	K455	5ChV2S	-
	19824	HS18-0-1	HS18-0-1	HS18-0-1	HS18-0-1	HS18-0-1	SW18	S200	R18	2750
	19829	-	HS6-5-2 C	HS6-5-2 HC	HS6-5-3	HS6-5-2 C	-	S604	-	-
	19852	HS6-5-2-5	HS6-5-2-5	Z85WDKCV06	HS6-5-2-5	HS6-5-2-5	SK5M	S705	R6M5K5	2723
	422709	-	-	35M5	-	GS-20Mn5	L20G	-	35G	-
	422714	G-21Mn5	-	-	G22Mn3	GS-20Mn5	L20G	GS-21Mn5	20GL	-
	422744	GS-17CrMo55	-	15CD5-05M	G15CrMo55	GS-17CrMo55	L18HM	GS-17CrMo55	20ChMFL	-
	422771	-	-	Z15CD505-M	GX15CrMo5	-	-	-	20Ch5ML	-
	422895	-	-	-	-	AINiCo44/5	-	-	Jun13dK24S	-
	422905	-	-	Z12C13-M	GX12Cr13	G-X12Cr13	LOH13	-	15Ch13L	-
	422920	-	-	Z120M12M	XG120Mn12	G-X120Mn13	C120G13	AoMn10	110G13L	-
	422930	G-X5CrNi19-10	-	ZGCN18-10-N	G-X6CrNi2010	G-X5CrNi18-9	-	-	07Ch18N9L	-
	422940	-	-	Z6CND18-12-M	G-X2CrNiMo19 11	G-X6CrNiMo18-12	LOH18N10M2	G-X6CrNiMo18-10	07Ch18N10G2S2M2L	2343
	422952	-	-	Z40CN25-20M	G X40CrNi2620	G -X40CrNiSi2520	LH25N19S2	-	20Ch25N19S2L	-

8.2 Obráběné materiály skupiny M

hlavní skupina	CZ	EURO	ISO	F	IT	D	PL	A	RU	S
	ČR			Francie	Itálie	SRN	Polsko	Rakousko	Rusko	Švédsko
	ČSN	EN	ISO	AFNOR	UNI	DIN	PN	ÖNORM	GOST	SS
M	17240	X5CrNi18-10	Type 11	Z6 CN 18-09	X5CrNi18-10	X5CrNi18-10	OH18N9	X5CrNi18-10S	08Ch18N10	2333-02
	17241	-	-	-	X10CrNi 1809	X12CrNi 18 8	1H18N9	-	-	-
	17246	X10CrNiTi18-10	Type 15	Z6 CNT 18-10	X8CrNiTi1811	X12CrNiTi189	1H18N9T	X6CrNiTi1810KKW	08Ch18N10T	2237-02
	17247	X10CrNiTi18-10	Type 15	Z6 CNT 18-10	X6CrNiTi1811	X6CrNiTi1810	-	X6CrNiTi1810S	08Ch18N10T	2237
	17248	X6CrNiTi18-10	Type 15	Z6 CNT 18-10	X6CrNiTi1811	X6CrNiTi1810	OH18N10T	X6CrNiTi1810KKW	08Ch18N10T	2237
	17251	X15CrNiSi2012	Type H13	Z 17CNS 20 12	X16CrNi13 14	X15CrNiSi20 12	H20N12S2	-	20Ch20N14S2	-
	17253	X12NiCrSi35-16	H17	Z12NCS37.18	-	X12NiCrSi36-16	H16N36S2	-	-	-
	17255	X8CrNi25-21	H16	Z8CN25-20	X6CrNi2520	X8CrNi25-21	H25N20S2	-	20Ch23N18	2361
	17341	-	TS 63	Z6CND17-13B	X5CrNiMo1712	X6CrNiMo1713	-	X5CrNiMo17122S	-	-
	17346	X5CrNiMo17122	Type 20	Z6 CND 17.11	X5CrNiMo17 12	X 5 Cr Ni Mo 17122	-	X5CrNiMo 17122KKW	X5CrNiMo 1712	2247
	17352	X3CrNiMo17-13-3	Type 20a	Z7 CND 18-12-03	X5CrNiMo17 13	X5CrNiMo17 13 3	-	X5CrNiMo17 13 3KW	-	2343
	17353	X10CrNiMoTi1812	Type21A	Y 6CNDT 17-12	X6CrNiMo17 13	X10CrNiMoTi1812	-	X6CrNiMo17 12 2KKW	-	2350
	17436	-	-	-	-	X40MnCr18	-	-	-	-
	17465	X53CrMnNiN21 9	Type 9	Z 52 CMN 21.09	X53CrMnNiN21 9	X53 CrMnNiN21 9	50 H21G9N4	-	55Ch20G9AN4	-
	17618	-	-	Y120M12	-	X120Mn12	-	-	110G13L	2183
	*SAF 2304	X2CrNiN23	-	X2CrNiN23 4	X2CrNiN23 4	X2CrNiN23 4	-	-	-	2308
	* SAF 2507	X2CrNiMon25-74	-	X2CrNiMon25-74	X2CrNiMon25-74	X2CrNiMon25-74	-	-	-	2328
	* SAF 2205	X2CrNiMoN 22 5 3	-	Z3CND 22-05Az	X2CrNiMoN 22 5 3	X2CrNiMoN 22 5 3	-	-	-	2377

8.3 Obráběné materiály skupiny K

hlavní skupina	CZ	EURO	ISO	F	IT	D	PL	A	RU	S
	ČR			Francie	Itálie	SRN	Polsko	Rakousko	Rusko	Švédsko
	ČSN	EN	ISO	AFNOR	UNI	DIN	PN	ÖNORM	GOST	SS
K	Tvárná litina									
	422304	-	400-12	FGS400-12	GS400-12	GGG40	Zs40015	-	VČ40	0717-00
	422307	GJS-700-2	700-2	FGS-700-2	GS 700-2	GGG70	Zs70002	GGG-700	VČ70	0737-01
	422308	-	800-2	FGS800-2	GS800-2	GGG80	Zs80002	-	VČ80	-
	Šedá litina									
	422410	-	Gr.100	Fl10	G10	GG10	Zl100	GG100	SČ10	0110-00
	422420	-	Gr.200	Fl20	G20	GG20	Zl200	GG200	SČ20	0120-00
	422425	-	Gr.250	Fl25	G25	GG25	Zl250	GG250	SČ25	0125-00
	422430	-	Gr.300	Fl30	G30	GG30	Zl300	GG300	SČ30	0130-00
	Temperovaná litina									
	422533	-	B35-10	MN35-10	B35-10	GTS35-10	Zcc35010	GTS-350	KČ35-10	0815-00
	422536	-	W35-04	MB35-7	GMN35	GTW35-04	Zcb35004	GTW-350	-	-
	422540	-	W 40-05	MB 400-5	GMN 40	GTW 40-05	Zcb 40005	GTW 400	-	-
	422555	-	P55-04	MN 550-4	P 55-04	GTS 55-04	Zpc 55004	-	KČ55-4	-

8.4 Obráběné materiály skupiny N

hlavní skupina	CZ	EURO	ISO	F	IT	D	PL	A	RU	S
	ČR			Francie	Itálie	SRN	Polsko	Rakousko	Rusko	Švédsko
	ČSN	EN	ISO	AFNOR	UNI	DIN	PN	ÖNORM	GOST	SS
N	Cu 99,95 *	Cu-OF	Cu-OF	Cu-c1	-	OF+Cu	Cu99,95B	Cu-OF	M00	-
	CuNi2Si *	CuNi2Si	CuNi2Si	-	P- CuNi2Si	CuNi2Si	CuNi2Si	CuNi2Si	-	-
	CuSn6 *	CuSn6	CuSn6	CuSn6P	-	CuSn6	CuSn6	CuSn6	BrOF6,5-0,15	CuSn6
	CuAl5 *	CuAl5As	CuAl5	CuAl6	P- CuAl5	CuAl5As	CuAl5As	CuAl5As	BrA5	-
	CuAl10Fe4Ni4 *	CuAl10Ni5 Fe4	CuAl10Ni5 Fe4	CuAl9Ni5Fe3	P-CuAl10Fe5Ni5	CuAl10Ni5 Fe4	CuAl10Ni5 Fe4	CuAl10Ni5 Fe4	BrAZN10-4-4	-
	CuSi3Mn1 *	CuSi3Mn1	CuSi3Mn1	-	P- CuSi3Mn1	-	CuSi3Mn1	CuSi3Mn	BrKMc3-1	-
	CuCd1 *		CuCd1	-	-	-	CuCd1	-	BrKd1	-
	CuPb30Fe *	CuPb30	-	-	-	CuPb30	-	-	BrS30	-
	CuZn4 *	CuZn5	CuZn5	CuZn5	-	CuZn5	CuZn5	-	L 96	-
	CuZn15	CuZn15	CuZn15	CuZn15	P- CuZn15	CuZn15	CuZn15	CuZn15	L85	CuZn15
	CuZn20	CuZn20	CuZn20	CuZn20	-	CuZn20	CuZn20	CuZn20	L80	CuZn20
	CuZn30	CuZn30	CuZn30	CuZn30	P- CuZn30	CuZn30	CuZn30	CuZn30	L70	CuZn30
	CuZn40	CuZn40	CuZn40	CuZn40	P-CuZn40	CuZn40	CuZn40	CuZn40	L60	CuZn40
	* Al 99,8	AW-Al 99,8(A)	Al 99,8(A)	1080A	P- Al 99,8	Al 99,8	Al 99,8	Al 99,8	AD000	-
	* AlCu4Mg	AW - AlCu4MgSi (A)	AlCu4MgSi	2017A	P- AlCu4MgMnSi	AlCuMg1	AlCu4Mg1	AlCuMg1	D1	-
	* AlZn6Mg2Cu	AL-P7075	AlZn6MgCu	7075	P-AlZn5,8MgCuCr	AlZnMgCu 1,5	AlZn6Mg2Cu	AlZnMgCu 1,5	V95	-
	* AlMg1Si1Mn	Al-P6082	AlMg1Si1Mn	6082	P- AlSi1MgMn	AlMgSi1	AlMgSi1Mn	AlMgSi1	AD35	AlSi1MgMn
	* AlMg2	AW- AlMg2	AlMg2	5052	P- AlMg2,5	AlMg2,5	AlMg2	AlMg2,5	AlMg2	AlMg2,5
	* AlMg3	AW- AlMg3,5Mn0,3	AlMg3,5(A)	5754	P- AlMg2,7Mn	AlMg2,7Mn	AlMg3	AlMg3	AlMg3	AlMg3
	* AlMn1	AW-AlMn1	AlMn1	3103	P- AlMn1,2Cu	AlMn1	AlMn1	AlMn	AMc	AlMn
	* AlCu4SiMg	-	AlCu4SiMg	2014	P- AlCu4,4SiMnMg	AlCu4SiMn	AlCu4SiMg	AlCu4SiMn	AK8	AlCu4SiMg
	* AlCu6Mn	2219	ALCu6Mn	-	-	-	ALCu6MnTi	-	-	-
	* AlMn1	-	AlMn1	3103	P- AlMn1,2	AlMn1	AlMn1	AlMn1	Amc	AlMn1
	* AlMg4	-	AlMg4	5086	P- AlMg4,4	AlMg4Mn	-	-	AlMg4	-
	* AlMgSi	-	AlMgSi	6060	P AlMg0,5Si0,4Fe	AlMgSi0,5	-	AlMgSi0,5	-	AlMgSi
	* AlZn4,5Mg1	-	AlZn4,5Mg1	7020	P- AlZn4,5Mg1	AlZn4,5Mg1	AlZn5Mg1	AlZn4,5Mg1	1915	AlZn4,5Mg1
	* AlSi7MgTi	AC-AlSiMg0,3	Al-Si7Mg	A-S7G03	G-AlSi7MgTi	G-AlSi7Mg	-	GAISi7Mg	AK7pc	AlSi7Mg
	* AlSi8Cu2Mn	AC-AlSi9Cu3(Fe)	Al-Si8Cu3Fe	A-S9U3 Y4	G-AlSi8,5Cu	G-AlSi9Cu3	-	GAISi8Cu3	AK8M3	AlSi9Cu3
	* AlSi5Cu4Zn	-	Al-Si6Cu4Fe	A-S5UZ	G-AlSi5,5Cu	G-AlSi6Cu4	AlSi6Cu4	GAISi6Cu4	AK5M4	AlSi6Cu4

8.5 Obráběné materiály skupiny S

hlavní skupina	CZ	EURO	ISO	F	IT	D	PL	A	RU	S
	ČR			Francie	Itálie	SRN	Polsko	Rakousko	Rusko	Švédsko
	ČSN	EN	ISO	AFNOR	UNI	DIN	PN	ÖNORM	GOST	SS
S	INCOLOY 800	330	-	Z12NCS35.16	F-3313	X12NiCrSi36 16	-	-	-	-
	Ni70Cu30	-	NiCu30	NiCu32Fe1,5Mn	-	NiCu30Fe	NiCu30	-	NMZMc28-2,5-1,5	-
	NiFe17CuCr	-	-	-	-	NiFe16CuCr	-	-	-	-
	NiFe48	-	-	Fe-Ni50	-	NiFe47	NiFe49Pr	-	-	-
	NiCr21Mo16Al	ALLOY 59	-	-	-	-	-	-	-	-
	NiCr21Mo16W	INCONEL alloy 686	-	-	-	-	-	-	-	-
	NIMONIC 80A	UNS N07080	-	NC 20 TA	-	-	-	-	EI -437 B	-
	NiCrCo18Ti	NIMONIC alloy 90 (HEV 6)	-	-	-	-	-	-	-	-
	NiCo20Cr15MoAlTi	NIMONIC alloy 105	-	-	-	-	-	-	-	-
	INCONEL 617	N06617	-	-	-	-	-	-	-	-
	INCONEL 718	UNS N07718	-	NC 19FeNb	-	-	-	-	-	-
	NiMoCr15W (ALLOY C-276)	UNS N10276	-	NiMo16Cr16	-	-	-	-	-	-
	NiCr22Mo9Nb (ALLOY625)	-	-	NC22DNb	-	-	-	-	-	-
	CoCr23Ni10W7Ta4	MAR-M509	-	-	-	-	-	-	-	-
	Air Resist 213	5537C	-	KC20WN	-	CoCr20W15Ni	-	-	-	-
	Jetalloy 209	AMS 5772	-	KC22WN	-	CoCr22W14Ni	-	-	-	-
	TiAl5Sn2.5	AMS R54520	-	T-A5E	-	TiAl5Sn2.5	-	-	-	-
	TiAl6V4	AMS R56400	-	T-A6V	-	TiAl6V4	-	-	-	-
	TiAl6V4ELI	AMS R56401	-	-	-	TiAl6V4ELI	-	-	-	-

8.6 Obráběné materiály skupiny H

Ekvivalenty nejsou uvedeny, protože se vesměs jedná o tepelně zpracované materiály z ostatních skupin

8.7 Převodní tabulka tvrdostí

mez pevnosti [MPa] R_m	tvrdost podle BRINELLA HB	tvrdost podle VICKERSE HV	tvrdost podle ROCKWELLA HRB	tvrdost podle ROCKWELLA HRC	mez pevnosti [MPa] R_m	tvrdost podle BRINELLA HB	tvrdost podle VICKERSE HV	tvrdost podle ROCKWELLA HRB	tvrdost podle ROCKWELLA HRC
285	86	90			1190	352	370		37,7
320	95	100	56,2		1220	361	380		38,8
350	105	110	62,3		1255	371	390		39,8
385	114	120	66,7		1290	380	400		40,8
415	124	130	71,2		1320	390	410		41,8
450	133	140	75,0		1350	399	420		42,7
480	143	150	78,7		1385	409	430		43,6
510	152	160	81,7		1420	418	440		44,5
545	162	170	85,8		1455	428	450		45,3
575	171	180	87,1		1485	437	460		46,1
610	181	190	89,5		1520	447	470		46,9
640	190	200	91,5		1555	456	480		47,7
675	199	210	93,5		1595	466	490		48,4
705	209	220	95,0		1630	475	500		49,1
740	219	230	96,7		1665	485	510		49,8
770	228	240	98,1		1700	494	520		50,5
800	238	250	99,5		1740	504	530		51,1
820	242	255		23,1	1775	513	540		51,7
850	252	265		24,8	1810	523	550		52,3
880	261	275		26,4	1845	532	560		53,0
900	266	280		27,1	1880	542	570		53,6
930	276	290		28,5	1920	551	580		54,1
950	280	295		29,2	1955	561	590		54,7
995	295	310		31,0	1995	570	600		55,2
1030	304	320		32,2	2030	580	610		55,7
1060	314	330		33,3	2070	589	620		56,3
1095	323	340		34,4	2105	599	630		56,8
1125	333	350		35,5	2145	608	640		57,3
1155	342	360		36,6	2180	618	650		57,8