

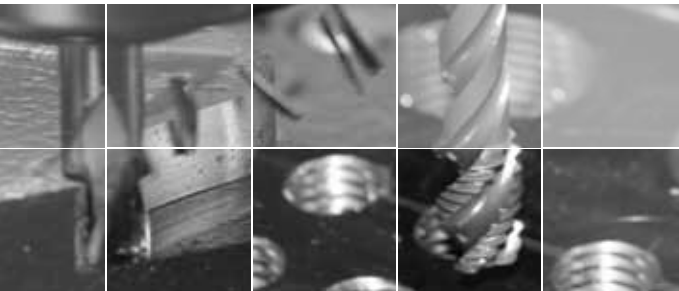


YOUR TRUSTED PARTNER SINCE 1913

# DORMER

# DORMER

# DORMER



**Dormer Tools**  
Waverley  
Sheffield  
S60 9BQ  
**United Kingdom**  
T: 0870 850 44 66  
F: 0870 850 88 66  
Email: dormer.uk@dormertools.com

**Dormer Tools International**  
Waverley  
Sheffield  
S60 9BQ  
**United Kingdom**  
T: +44 114 2533839  
Email: dormer.int@dormertools.com

responsible for  
**Middle East**  
**Far East**

**Dormer Tools**  
B.P. 6209  
45002 Orleans Cedex 2  
**France - France**  
T: +33 (0)2 38 41 40 15  
F: +33 (0)2 38 41 40 30  
Email: dormer.fr@dormertools.com

**Dormer Tools**  
% Goyenvestweg 401  
NL-3125 BJ Schiedam  
**Netherlands - Nederland**  
T: +31 10 2080 282  
F: +31 10 2080 282  
Email: dormer.nl@dormertools.com

responsible for  
**Germany - Deutschland**  
T: +31 10 2080 212  
dormer.de@dormertools.com

**Dormer Tools CEE**  
Sandvik Slovakia  
Havrančí 18  
621 05 Bratislava  
**Slovakia - Slovensko**  
T: +421 25631 6320321  
F: +421 2534 13233  
Email: dormer.cee@dormertools.com

responsible for  
**Austria** Montenegro  
**Österreich** **Lipsa Fopa**  
**Belarus** **Poland**  
**Беларусь** **Polska**  
**Bulgaria** **Romania**  
**България** **România**  
**Greece** **Russia**  
**Ελλάδα** **Россия**  
**Czech Republic** **Serbia**  
**Česká republika** **Сърбија**  
**Hungary** **Slovakia**  
**Magyarország** **Slovensko**  
**Slovenia**  
**Slovenija**  
**Ukraine**  
**Україна**  
**Yugoslavia** **Босна и Херцеговина**  
**Македонија**  
**Македонија**

**Dormer Tools Central and Eastern Europe**  
Via Venezia 184  
20156 Milano  
**Italy - Italia**  
T: +39 02 38 04 51  
F: +39 02 38 04 52 43  
Email: dormer.it@dormertools.com

**Dormer Tools**  
Sandvik Española, S.A.  
Dormer Tools Ibérica  
Parque Empresarial Puerta de  
Madrid Este  
C/ Tapaceros, 9  
E-28830 San Fernando de  
Henares, Madrid  
T: +34 91 660 51 17(ES)  
F: +34 91 660 51 35 (ES)  
Email: dormer.es@dormertools.com

**Dormer Tools**  
% Goyenvestweg 401  
NL-3125 BJ Schiedam  
**Netherlands - Nederland**  
T: +31 10 2080 282  
F: +31 10 2080 282  
Email: dormer.nl@dormertools.com

responsible for  
**Spain**  
**España**  
**Portugal**  
**Portugal**

**Dormer Tools**  
Benech Dormer  
Hiperparc 14, Postfach 3809  
6002 Luzern  
**Switzerland**  
T: +41 (0)41 368 33 86  
F: +41 (0)41 368 33 75  
Email: dormer.int@dormertools.com

**Dormer Tools**  
Fourtan Plaza  
Belgastraat 5, bus 5/6  
BE-1930 Zaventem  
**Belgium - België/Belgique**  
T: +32 3 449 16 01  
F: +32 3 449 16 43  
Email: dormer.bel@dormertools.com

**Dormer Tools**  
SE-301 16 Halmstad  
**Sweden - Sverige**  
T: +46 (0) 35 16 52 90  
F: +46 (0) 35 16 52 90  
Email: dormer.se@dormertools.com

responsible for  
**Iceland**  
**Lituanija**  
**Latvia**  
**Estonia**

**Dormer Tools**  
PL 52  
F-01511 Vantaa  
**Finland - Suomi**  
T: +358 205 44 121  
F: +358 205 44 6199  
Customer Service  
T: direkt 0205 44 7004  
Email: dormer.fi@dormertools.com

**Dormer Tools**  
Sandvik A/S  
Boks 173  
NO-1377 Billingstødt  
**Norway - Norge**  
T: +47 07 17 99 00  
F: +47 68 85 96 10  
Email: dormer.no@dormertools.com

**Dormer Tools**  
Sandvik A/S  
Postboks 160  
DK-2605 Brøndby  
**Denmark - Danmark**  
T: +45 43 46 92 80  
F: +45 43 46 52 81  
Email: dormer.dk@dormertools.com

**Dormer Tools**  
Av. João Paulo de Silva, 258  
CEP 04777 020  
São Paulo SP  
**Brazil - Brasil**  
T: +55 11 5693 3000  
F: +55 11 5667 5883  
Email: dormer.br@dormertools.com

**Precision Dormer**  
2500 Meadowdale Blvd. Unit 3  
Mississauga, ON L5N 8C2  
**Canada**  
Tel: (888) 336 7637  
En Français: (888) 368 8457  
F: (905) 542 7000  
Email: dormertools.canada@precisiondormer.com

**Precision Dormer**  
301 Industrial Ave.  
Crystal Lake, IL 60012  
**United States of America**  
T: (800) 877 3745  
F: 815 458 2004  
Email: cs@precisiondormer.com

responsible for  
**United States of America**  
**Mexico**

**Dormer Tools**  
5 Fowler Road  
Dandenong 3175, Victoria  
**Australia**  
T: 1300 131 274  
F: +61 3 9238 7105  
Email: dormer.int@dormertools.com

**Dormer Tools**  
Sandvik New Zealand  
265 T. Rakau Drive  
Burwood  
Manukau 2013  
**New Zealand**  
T: 800 4 438 703  
F: +64 9 2735857  
Email: dormer.int@dormertools.com

**Dormer Tools (Shanghai) Co., Ltd.**  
No 4555 Yin Du Road  
Xin Zhuang Industry Park  
Shanghai 201108  
**China**  
T: +86 21 2416 0066  
F: +86 21 5442 6315  
Email: dormer.cn@dormertools.com

**Dormer Tools India PVT Ltd**  
B64-65, Sushant Lok 1  
Gurgaon 122001  
**India**  
T: +91 124 470 3825  
Email: dormer.in@dormertools.com

**Dormer Tools**  
P.O. Box 25038  
East Rand 1462  
**South Africa**  
T: +27 11 928 5300  
F: +27 11 970 9709  
Email: dormer.int@dormertools.com

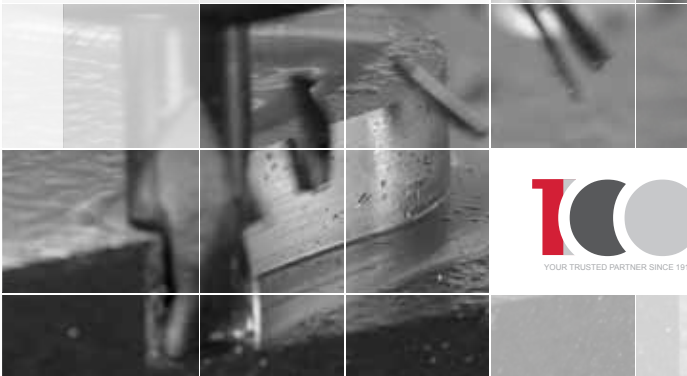
**Dormer Tools**  
Sandvik Argentina S.A.  
Rincón 3198  
CP 81704881,  
San Justo - Buenos Aires  
**Argentina**  
T: 54 (11) 6777-6777  
F: 54 (11) 4441-4447  
Email: dormer.ar@dormertools.com

**Dormer Tools**  
Sandvik Chile S.A.  
Avenida Presidente Echa  
Frei Montalva 9900  
Quilicura Santiago  
**Chile**  
T: 56 2 6780313  
F: 56 2 7805074  
Email: dormer.int@dormertools.com

**Dormer Tools**  
5 Fowler Road  
Dandenong 3175, Victoria  
**Australia**  
T: 1300 131 274  
F: +61 3 9238 7105  
Email: dormer.int@dormertools.com

Technická příručka

## Technická příručka



YOUR TRUSTED PARTNER SINCE 1913







## *Technická příručka APP*



*Stáhněte si ji teď!*

# Úvod

## POKROK

Již více než 100 let je Dormer předním výrobcem rezných nástrojů, dodavatelem špičkových technologií, které odpovídají na náročné a stále se měnící požadavky strojírenství.

## INOVACE

S vývojem strojů a materiálových technologií Dormer každodenně reaguje na nové výzvy v podobě nových produktů navržených ke zvládnutí stanovených úkolů.

## KVALITA

Techničtí experti firmy Dormer spolupracují na návrzích a výrobě nástrojů, které splňují nejprísnější kritéria kvality, poskytují nákladově efektivní řešení pro vrtání, závitování, frézování a vystružování. Dormer dosáhl certifikace kvality dle ISO 9001 2000 a ISO 14000 ve všech hlavních výrobních závodech, můžete si být jisti, že značka Dormer je synonymem pro kvalitu.

## VÝZKUM A VÝVOJ

Každodenní kontakt techniků firmy Dormer se zákazníky, návštěvy zákazníků, výměna zkušeností a informací, jsou základem při stanovování směru programů výzkumu a vývoje.

## CELOSVĚTOVÁ PŮSOBNOST

Dormer vybudoval celosvětovou síť poboček a prodejců, zástupce firmy Dormer je vždy nablízku i zákazníkům na nejvíce odlehklých místech. V poslední době vznikly nové prodejní organizace na mnoha místech.

## DODÁVKA NÁSLEDUJÍCÍ DEN

Evropské distribuční centrum (EDC) dlouhodobě zajišťuje dodávky následující den ve většině evropských zemích. Dvě nová distribuční centra fungují v Americe a v Asijskopacifickém regionu, s dodávkami 24-48 hodin pro stále větší množství zákazníků.

## Úvod

Nová technická příručka popisuje inovace v nástrojových materiálech a povrchových úpravách, v materiálech, strojní technologii a konstrukci nástrojů. Je určena technikům a profesionálům v obrábění. Můžete ji používat samostatně nebo ve spojení s aktuálním katalogem Dormer, který ukazuje kompletní řadu standardních skladových položek. Speciální a modifikované nástroje jsou samozřejmou součástí našeho servisu pro vás. Ke katalogu a Technické příručce je pravidelně aktualizován Product Selector na CD, přehledný průvodce pro snadný výběr správného nástroje pro vaši konkrétní operaci, je také ke stažení na [www.dormertools.com](http://www.dormertools.com).

Pro přehlednost jsou informace v příručce řazeny podle druhu obráběcího procesu, s částmi věnovanými všeobecným informacím a přebrušování. Na konci každé z hlavních kapitol naleznete klíč k řešení problémů, které mohou vzniknout během obrábění, s návrhy možných řešení odstranění příčin a doporučením pro správné využití nástrojů, abyste mohli dosáhnout svých cílů a termínů ve výrobě.

Samozřejmě nastanou situace, kdy upřednostníte profesionální poradenství nejbližšího zástupce firmy Dormer, který vám je vždy připraven poskytnout potřebné informace. Všichni zástupci jsou kvalifikovaní a využívají zázemí mezinárodní skupiny specialistů firmy Dormer a poskytnou vám návrhy nejhodnějšího řešení.

# INDEX

## Všeobecné informace

Vzorce	4
Specifická řezná síla (Kc)	8
Materiál řezného nástroje	10
Povrchové úpravy	14
Aplikační materiálové skupiny	18
Obrábění oceli	24
Obrábění nerezavějící oceli	26
Obrábění litiny	28
Obrábění slitin hliníku	29
Mazání	31
Základní geometrie	34
Druhy třísek	35
Typy opotřebení	35
Tvrdość a pevnost v tahu	39
Užitečné tolerance	41
Metrické ekvivalenty	42
Tabulka řezných rychlostí	46
Popis stopky a rozměry	48

## Vrtání

Názvosloví	60
Všeobecné pokyny pro vrtání	61
Průměr díry	64
Tlak chlazení	65
Radiální házivost	65
Typ drážky	66
Typ špičky	66
Vrtání hlubokých děr	67
Standardní délka a délka šroubovice - DIN	68
Standardní délka a délka šroubovice - ANSI	70
Řešení problémů při vrtání	73

## Vystružování

Názvosloví	76
Obecná doporučení k vystružování	77
Tolerance při vystružování	80
Tolerance při vystružování	84
Typy výtržníků a specifikace podle DIN	86
Typy výtržníků podle normy DIN	90
Řešení problémů při vystružování	91

## Zahlubování a záhlubníky

Obecná doporučení k zahlubování	96
Řešení problémů při zahlubování	98

## **Závitníky a výroba závitů**

Názvosloví	102
Obecné pokyny k závitování	103
Geometrie závitníků a závitovací proces	104
Provedení špiček / polotovary	109
Tváření závitů, geometrie a proces	110
Tváření řezání	112
Tolerance	113
Délky náběhů a sadové závitníky	117
Vrtáky pod řezné závitů, doporučení	119
Průměry vrtáků pro tvářené závitů, doporučení	124
Popis stopky	126
Řešení problémů při závitování	129

## **Frézování závitů**

Názvosloví	134
Všeobecné pokyny k frézování závitů	135
Řešení problémů při frézování závitů	137

## **Řezání vnějších závitů očkem**

Názvosloví	140
Všeobecné pokyny pro řezání závitů očky	141
Průměr hřídele	141
Řešení problémů při řezání závitů závitovými čelistmi	142

## **Frézování**

Názvosloví	144
Všeobecné pokyny pro frézování	145
Výběr frézy a volba parametrů frézování	148
Charakteristika stopkových fréz	149
Typy stopkových fréz	152
Frézování - sousledné a nesousledné	155
Kopírovací frézy	157
Vysokorychlostní obrábění HSM	159
Strategie frézování	160
Řešení problémů při frézování	162

## **Upichovací nástroje**

Všeobecné pokyny k upichování	166
-------------------------------	-----

## **Upínání**

Všeobecné pokyny k upínání	170
Typy kuželů	171
Přesnost vyvážení podle standardizovaných tabulek	176
HSK	178
Závitovací upínače	180
Výpočet kr. momentu	183

## **Přebušování**

Vrtání	186
Výstružníky	199
Záhlubníky	201
Závitníky	201
Frézy	205

## Všeobecné informace

### Vzorce (metrické)

#### Vrtání

RPM

$$n = \frac{V_c * 1000}{\pi * D}$$

$n$  = ot/min

$V_c$  = řezná rychlost [m/min]

$D$  = průměr [mm]

Posuv

$$V_f = n * f_n$$

$V_f$  = posuv [mm/min]

$n$  = ot/min

$f_n$  = posuv/ot

---

### PŘÍTLAČNÁ AXIÁLNÍ SÍLA

$$T = 11.4 * K * D * (100 * f_n)^{0.85}$$

---

### SÍLA

$$P = \frac{1.25 * D^2 * K * n * (0.056 + 1.5 * f_n)}{100,000}$$

Pro převod na HP násobit 1,341

$P$  = síla [kW]

$K$  = materiálový faktor

$T$  = přítláčná síla [N]

$D$  = průměr [mm]

$V_f$  = posuv [mm/min]

$n$  = ot/min

$f_n$  = posuv/ot



## Všeobecné informace

### frézování

RPM

$$n = \frac{V_c * 1000}{\pi * D}$$

$n$  = ot/min

$V_c$  = řezná rychlost [m/min]

$D$  = průměr [mm]

Posuv

$$V_f = n * f_z * z$$

$V_f$  = posuv [mm/min]

$f_z$  = posuv/zub

$z$  = počet zubů

---

Krouticí moment

$$M_c = \frac{a_p * a_e * v_f * k_c}{2 \pi * n}$$

$M_c$  = řezný moment [Nm]

$a_p$  = axiální hloubka řezu [mm]

$a_e$  = radiální hloubka řezu [mm]

Síla

$$P_c = \frac{a_p * a_e * v_f * k_c}{60 * 102 * 9,81}$$

$P_c$  = řezná síla [kW]

$n$  = ot/min

$k_c$  = specifická řezná síla [N/mm<sup>2</sup>]

$$k_c = k_{c1} * h_m^{-z}$$

$h_m$  = střední tloušťka třísky [mm  
nebo palce]

$k_c$  = specifická řezná síla [N/mm<sup>2</sup>]

$z$  = faktor korekce střední tloušťky třísky

$k_{c1}$  = specifická řezná síla

---

kde

$$h_m = \frac{f_z * a_e * 360}{D * \pi * \arccos\left[1 - \frac{2 * a_e}{D}\right]}$$

## Všeobecné informace

### Závitování

RPM

$$n = \frac{V_c * 1000}{\pi * D}$$

Posuv

$$V_f = n * p$$

### Výpočet krouticího momentu

$$M_d = \frac{p_2 * D * k_c}{8000}$$

### Síla

$$P = \frac{M_d * 2 * \pi * n}{60}$$

$M_d$  = kr. moment [Nm]

$p$  = stoupání

$D$  = nominální průměr [mm]

$V_c$  = řezná rychlost [m/min]

$V_f$  = posuv [mm/min]

$k_c$  = specifická řezná síla [N/mm<sup>2</sup>]

$n$  = ot/min

$P$  = síla [kW]

## Všeobecné informace

### Vzorce (palcové míry)

#### Vrtání

RPM

$$n = \frac{12 \cdot V_c}{\pi \cdot D_c}$$

$n$  = ot/min

$V_c$  = řezná rychlost [ft/min]

$D_c$  = řezný průměr [inch]

Posuv

$$V_f = n \cdot f_n$$

$V_f$  = posuv [inch/min]

$n$  = ot/min

$f_n$  = posuv/ot [inch]

---

#### Frézování

RPM

$$n = \frac{12 \cdot V_c}{\pi \cdot D_c}$$

$n$  = ot/min

$V_c$  = řezná rychlost [ft/min]

$D_c$  = řezný průměr [inches]

Posuv

$$V_f = f_z \cdot n \cdot z$$

$V_f$  = posuv [inch/min]

$f_z$  = posuv/zub [inches]

$n$  = ot/min

$z$  = počet zubů

# Všeobecné informace

## SPECIFICKÁ ŘEZNÁ SÍLA (KC)

Aplikační materiálové skupiny		
1. Ocel	1.1	Magneticky měkká ocel
	1.2	Konstrukční ocel, uhlíkatá
	1.3	Uhlíkatá ocel
	1.4	Legovaná ocel
	1.5	Legovaná ocel, tvrzená a temperovaná
	1.6	Legovaná ocel, tvrzená a temperovaná
	1.7	Legovaná ocel tvrzená
	1.8	Legovaná ocel tvrzená, ocel odolná proti opotřebení
2. Nerezavějící ocel	2.1	Automatová nerezavějící ocel
	2.2	Austenitická
	2.3	Feritická + austenitická, feritická, martenzitická
3. Litina	3.1	Lamelární grafit (šedá)
	3.2	Lamelární grafit
	3.3	Nodulární grafit, temperovaná litina (kujná)
	3.4	Nodulární grafit, temperovaná litina (kujná)
4. Titan	4.1	Titan čistý
	4.2	Slitiny titanu
	4.3	Slitiny titanu
5. Nikl	5.1	Nikl čistý
	5.2	Slitiny niklu
	5.3	Slitiny niklu
6. Měď	6.1	Měď
	6.2	$\beta$ -mosaz, bronz
	6.3	$\alpha$ -mosaz
	6.4	Bronz vysokopevnostní
7. Hliník, hořčík	7.1	Al, Mg, čistý
	7.2	Al slitiny, Si < 0.5%
	7.3	Al slitiny, Si > 0.5% < 10%
	7.4	Al slitiny, Si > 10% Slitiny hliníku a hořčíku
8. Syntetické materiály	8.1	Termoplasty
	8.2	Termosety
	8.3	Zpevněné plasty
9. Tvrdé materiály	9.1	Cermet (kov-keramika)
10. Grafit	10.1	Grafit

## Všeobecné informace

Vrtání	Frézování		Závitování	
$k$	$k_{c1}$	$z$	$k_c$	
Materiálový faktor	N/mm <sup>2</sup>	Faktor korekce		ISO
1,3	1400	0,18	2000	P
1,4	1450	0,22	2100	P
1,9	1500	0,20	2200	P
1,9	1550	0,20	2400	P
2,7	1600	0,20	2500	P
3,4	1700	0,20	2600	P
3,7	1900	0,20	2900	H
4,0	2300	0,20	2900	H
1,9	1300	0,36	2300	M
1,9	1500	0,32	2600	M
2,7	1600	0,24	3000	M
1,0	900	0,26	1600	K
1,5	1100	0,26	1600	K
2,0	1150	0,24	1700	K
1,5	1450	0,24	2000	K
1,4	900	0,20	2000	S
2,0	1200	0,22	2000	S
2,7	1450	0,22	2300	S
1,3	1100	0,12	1300	S
2,0	1450	0,22	2000	S
2,7	1700	0,22	2000	S
0,6	450	0,20	800	N
0,7	500	0,30	1000	N
0,7	600	0,32	1000	N
1,5	1600	0,36	1000	N
0,6	250	0,22	700	N
0,6	450	0,18	700	N
0,7	450	0,18	800	N
0,7	500	0,15	1000	N
0,6	1400	0,15	400	O
0,6	1400	0,20	600	O
1,0	1600	0,30	800	O
4,0	2600	0,38	>2800	H
-	200	0,30	600	O

# Všeobecné informace

## MATERIÁL ŘEZNÉHO NÁSTROJE

### Rychlořezná ocel

HSS

#### Rychlořezná ocel

Střednělegovaná rychlořezná ocel s dobrým výkonem. Je charakteristická tvrdostí, houževnatostí a odolností proti opotřebení, je použitelná v široké řadě operací, nejčastěji ve vrtání a závitování.

HSCo  
XP

HSS-E-PM

#### Spékaná kobaltová

rychlořezná ocel  
HSCo-XP je kobaltová rychlořezná ocel, která je vyráběna práškovou metalurgií. Rychlořezná ocel vyrobená touto metodou vykazuje vysokou houževnatost a výborně se brousí. Je velmi vhodná pro závitníky a frézy.

HSCo

HSS-E

#### Kobaltová rychlořezná ocel

Rychlořezná ocel s obsahem kobaltu pro zvýšení teplotní odolnosti. Ocel s přidaným kobaltem vykazuje dobrý poměr tvrdosti a houževnatosti. Dobře obrábí a je odolná proti opotřebení, používá se na vrtáky, závitníky, frézy a výstružníky.

## Všeobecné informace

### Struktura materiálu

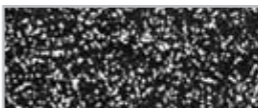
Příklady materiálové struktury různých HSS materiálů.

Ocel vyrobená práškovou metalurgií (př. HSS-E-PM)

má jemnější strukturu zrna, je pevnější a odolnější proti opotřebení.



HSS



HSS-E-PM

### Hlavní třídy ocelí, které používáme

	Třída	Tvrdość (HV10)	C %	W %	Mo %	Cr %	V %	Co %
HSS	M2	810-850	0,9	6,4	5,0	4,2	1,8	-
HSS-E	M35	830-870	0,93	6,4	5,0	4,2	1,8	4,8
	M42	870-960	1,08	1,5	9,4	3,9	1,2	8,0
HSS-E-PM	ASP 2017	860-900	0,8	3,0	3,0	4,0	1,0	8,0
	ASP 2030	870-910	1,28	6,4	5,0	4,2	3,1	8,5
	ASP 2052	870-910	1,6	10,5	2,0	4,8	5,0	8,0

# Všeobecné informace

## KARBIDOVÉ MATERIÁLY

HM

### Slinuté karbidy (tvrdokovy)

Ocel slinovaná práškovou metalurgií obsahující karbidové kompozity s pojivem. Hlavní surovinou je karbid wolframu (WC), který přispívá ke tvrdosti. Karbid tantalu (TaC), karbid titanu (TiC) a karbid niobu (NbC) doplňují WC a upravují vlastnosti. Tyto tři materiály se nazývají kubické karbidy. Kobalt (Co) působí jako pojivo, dří materiál pohromadě.

Karbidové materiály jsou často charakterizovány vysokou pevností v tlaku, vysokou tvrdostí a tím i vysokou odolností proti opotřebení, ale zároveň tím mají omezenou pevnost v ohybu a houževnatost. Slinutý karbid je používán na vrtáky, výstružníky, závitníky, frézy a závitovací frézy.

Vlastnosti	HSS materiál	Karbidový materiál	K10/30F (často používané u monolitních nástrojů)
Tvrdost (HV30)	800-950	1300-1800	1600
Hustota (g/cm <sup>3</sup> )	8,0-9,0	7,2-15	14,45
Pevnost v tlaku (N/mm <sup>2</sup> )	3000-4000	3000-8000	6250
Pevnost v ohybu (N/mm <sup>2</sup> )	2500-4000	1000-4700	4300
Teplotní odolnost (°C)	550	1000	900
E-modul (KN/mm <sup>2</sup> )	260-300	460-630	580
Velikost zrna	-	0,2-10	0,8



## Všeobecné informace

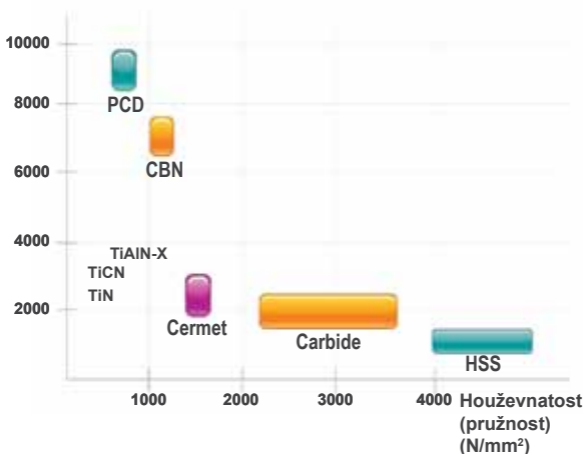
Spojení tvrdých částic (WC) pojivem (Co) způsobuje následující změny v charakteristice.

Charakteristika	Vyšší obsah WC	Vyšší Co
Tvrdość	Vyšší tvrdość	Nižší tvrdość
Pevnosť v tlaku (CS)	Vyšší CS	Nižší CS
Pevnosť v ohybu (BS)	Nižší BS	Vyšší BS

Vlastnosti materiálu také ovlivňuje velikost zrna. Menší zrna znamená vyšší tvrdość, hrubší zrna znamená vyšší houževnatost.

## ŘEZNÝ MATERIÁL NÁSTROJE - TVRDOŚT VE VZTAHU K HOUŽEVNATOSTI

Tvrdość (HV30)



**Cermet** = Ceramic Metal  
**CBN** = Cubic Boron Nitride  
**PCD** = Polycrystalline Diamond

## Všeobecné informace

### Povrchové úpravy



#### Parní temperace

Chrání povrch nástroje přilnavou zoxidovanou vrstvou, která zadržuje řeznou kapalinu a brání nalepování třísek ve formě nárůstku na břitu. Parní temperace může být aplikována na jakýkoli broušený povrch, ale neefektivnější je na vrtácích a závitnicích.



#### Nitridace (FeN)

Proces, který zvyšuje tvrdost a odolnost proti opotřebení na povrchu nástroje. Zejména je vhodná pro závitníky v abrazivních materiálech, například litina, bakelit. U vrtáků se používá nitridace v případech, kdy je požadavek na zvýšení pevnosti válcových zábřítů.



#### Bronzový povrch

Tenká zoxidovaná vrstva na povrchu nástroje a je aplikována na vrtáky z rychlořezné oceli s kobaltem nebo vanadové oceli.



#### Pokovení tvrdým chromem (Cr)

Vrstva z tvrdého chromu významně zvyšuje povrchovou tvrdost, která dosahuje až 68 HRC. Je obzvláště vhodná při závitování konstrukčních ocelí, uhlíkových ocelí, mědi a mosazi.

# Všeobecné informace

## Povlakování



### Titan Nitride (TiN)

Povlak zlaté barvy, keramický povlak fyzikálně nanášený párou - physical vapour deposition (PVD). Vysoká tvrdost v kombinaci s nízkým třením výrazně zvyšuje životnost, nebo zvyšuje rezný výkon oproti nepovlakovaným nástrojům. Povlak TiN se používá hlavně u vrtáků a závitníků.



### Titan Aluminium Nitride (TiAlN)

Titan aluminium nitrid je multipovlak, keramický, nanášený metodou PVD, vyniká vysokou pevností a oxidační stabilitou. Je ideální pro použití za vysokých rychlostí a posuvů, kde výrazně přispívá k prodloužení životnosti nástroje. Je vhodný zejména pro vrtání a závitování. Při obrábění za sucha je doporučeno použití TiAlN.













### Titan Carbon Nitride (TiCN)

Povlak titan carbon nitrid je keramický povlak nanášený metodou PVD. TiCN je tvrdší než TiN a má nižší koeficient tření. Tvrdost v kombinaci s pevností a dobrou odolností proti opotřebení je předpokladem pro hlavní použití při frézování, kde výrazně zvyšuje životnost nástrojů.

## Všeobecné informace

### POVRCHOVÉ ÚPRAVY / VLASTNOSTI POVLAKŮ

Ošetření povrchu	Barva	Povlakovací materiál	Tvrдость (HV)	Tloušťka (μm)	
	Tmavě šedá	Fe 304	400	Max. 5	
	Bronzová	Fe 304	400	Max. 5	
	Šedá	FeN	1300	20	
	Stříbrná	Cr	1100	Max. 5	
	Zlatá	TiN	2300	1-4	
	Modro-šedá	TiCN	3000	1-4	
	Černo-šedá	TiAlN	3300	3	
	Fialovo-šedá	CrN	1750	3-4	
	Stříbro-šedá	AlCrN	3200		
	Černá	TiAlN + WC/C	3000	2-6	

## Všeobecné informace

### POVRCHOVÉ ÚPRAVY / VLASTNOSTI POVLAKŮ

	Struktura povlaku	Koeficient tření v oceli	Max. teplota použití (°C)
	Nanášení na povrch	–	550
	Nanášení na povrch	–	550
	Difuzní zóna	–	550
	Mono povlak	–	550
	Mono povlak	0,4	600
	Multi povlak	0,4	500
	Nano struktura	0,3-0,35	900
	Mono povlak	0,5	700
	Mono povlak	0,35	1100
	Multi povlak lamelární	0,2	800

# Všeobecné informace

## APLIKAČNÍ MATERIÁLOVÉ SKUPINY

Doporučení nástroje vychází z AMS

Aplikační materiálové skupiny		
1. Ocel	1.1	Magneticky měkká ocel
	1.2	Konstrukční ocel, uhlíkatá
	1.3	Uhlíkatá ocel
	1.4	Legovaná ocel
	1.5	Legovaná ocel, tvrzená a temperovaná
	1.6	Legovaná ocel, tvrzená a temperovaná
	1.7	Legovaná ocel tvrzená
	1.8	Legovaná ocel tvrzená, ocel odolná proti opotřebení
2. Nerezavějící ocel	2.1	Automatová nerezavějící ocel
	2.2.	Austenitická
	2.3	Feritická + austenitická, feritická, martenzitická
	2.4	Precipitačně tvrzená
3. Litina	3.1	Lamelární grafit (šedá)
	3.2	Lamelární grafit
	3.3	Nodulární grafit, temperovaná litina (kujná)
	3.4	Nodulární grafit, temperovaná litina (kujná)
4. Titan	4.1	Titan čistý
	4.2	Slitiny titanu
	4.3	Slitiny titanu
5. Nikl	5.1	Nikl čistý
	5.2	Slitiny niklu
	5.3	Slitiny niklu
6. Měď	6.1	Měď
	6.2	$\beta$ -mosaz, bronz
	6.3	$\alpha$ -mosaz
	6.4	Bronz vysokopevnostní
7. Hliník, hořčík	7.1	Al, Mg, čistý
	7.2	Al slitiny, Si < 0.5%
	7.3	Al slitiny, Si > 0.5% < 10%
	7.4	Al slitiny, Si > 10% Slitiny hliníku a hořčíku
8. Syntetické materiály	8.1	Termoplasty
	8.2	Termosety
	8.3	Zpevněné plasty
9. Tvrdé materiály	9.1	Cermet (kov-keramika)
10. Grafit	10.1	Grafit

## Všeobecné informace

### Příklad obráběného materiálu, klasifikováno podle různých norem

Obsáhlou knihovnu materiálů s převodníkem naleznete v Product Selectoru, dostupného na CD nebo ke stažení z [www.dormertools.com](http://www.dormertools.com)

	<b>Tvrdość HB</b>	<b>Pevnosť v tahu N/mm<sup>2</sup></b>
	< 120	< 400
	< 200	< 700
	< 250	< 850
	< 250	< 850
	> 250 < 350	> 850 < 1200
	> 350	> 1200 < 1620
	49-55 HRc	> 1620
	55-63 HRc	> 1980
	< 250	< 850
	< 250	< 850
	< 300	< 1000
	> 320 < 410	> 1100 < 1400
	> 150	> 500
	> 150 ≤ 300	> 500 < 1000
	< 200	< 700
	> 200 < 300	> 700 < 1000
	< 200	< 700
	< 270	< 900
	> 270 < 350	> 900 ≤ 1250
	< 150	< 500
	> 270	> 900
	> 270 < 350	> 900 < 1200
	< 100	< 350
	< 200	< 700
	< 200	< 700
	< 470	< 1500
	< 100	< 350
	< 150	< 500
	< 120	< 400
	< 120	< 400
	-	-

## Všeobecné informace

Aplikační materiálové skupiny		
1. Ocel	1.1	Magneticky měkká ocel
	1.2	Konstrukční ocel, uhlíkatá
	1.3	Uhlíkatá ocel
	1.4	Legovaná ocel
	1.5	Legovaná ocel, tvrzená a temperovaná
	1.6	Legovaná ocel, tvrzená a temperovaná
	1.7	Legovaná ocel tvrzená
	1.8	Legovaná ocel tvrzená, ocel odolná proti opotřebení
2. Nerezavějící ocel	2.1	Automatová nerezavějící ocel
	2.2	Austenitická
	2.3	Feritická + austenitická, feritická, martenzitická
	2.4	Precipitačně tvrzená
3. Litina	3.1	Lamelární grafit (šedá)
	3.2	Lamelární grafit
	3.3	Nodulární grafit, temperovaná litina (kujná)
	3.4	Nodulární grafit, temperovaná litina (kujná)
4. Titan	4.1	Titan čistý
	4.2	Slitiny titanu
	4.3	Slitiny titanu
5. Nikl	5.1	Nikl čistý
	5.2	Slitiny niklu
	5.3	Slitiny niklu
6. Měď	6.1	Měď
	6.2	$\beta$ -mosaz, bronz
	6.3	$\alpha$ -mosaz
	6.4	Bronz vysokopevnostní
7. Hliník, hořčík	7.1	Al, Mg, čistý
	7.2	Al slitiny, Si < 0.5%
	7.3	Al slitiny, Si > 0.5% < 10%
	7.4	Al slitiny, Si > 10% Slitiny hliníku a hořčíku
8. Syntetické materiály	8.1	Termoplasty
	8.2	Termosety
	8.3	Zpevněné plasty
9. Tvrdé materiály	9.1	Cermet (kov-keramika)
10. Grafit	10.1	Grafit



## Všeobecné informace

EN	W No.	DIN
	1.1015, 1.1013	Rfe60, Rfe100
EN 10 025 – S235JRG2	1.1012, 1.1053, 1.7131	St37-2, 16MnCr5, St50-2
EN 10 025 – E295	1.1191, 1.0601	CK45, C60
EN 10 083-1 – 42 CrMo 4 EN 10 270-2	1.7225, 1.3505, 1.6582, 1.3247	42CrMo4, 100Cr6 34CrNiMo6, S2-10-1-8
EN ISO 4957 – HS6-5-2 EN-ISO 4957 – HS6-5-2-5	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12, 55NiCrMoV6 X210Cr12, S2-10-1-8
EN-ISO 4957 – HS2-9-1-8	1.2510, 1.2713, 1.3247, 1.2080	100MnCrW12 X210Cr12, S2-10-1-8
EN-ISO 4957 – HS2-9-1-8	1.2510	100MnCrW4
EN-ISO 4957 – X40CrMoV5-1	1.3343, 1.2344	S6-5-2, GX40CrMoV5-1
EN 10 088-3 – X14CrMoS17	1.4305, 1.4104	X10CrNiS189, X12CrMoS17
EN 10 088-2,0 -3 – 1.4301+AT	1.4301, 1.4541 1.4571	X5CrNi189 X10CrNiMoTi1810
EN 10 088-3 – 1.4460	1.4460, 1.4512 1.4582	XBCrNiMo275, X4CrNiMoN6257
EN 1.4547	1.4547	X2CrNiMo20-18-6
EN 1561 – EN-JL1030	0.6010, 0.6040	GG10, GG40
EN 1561 – EN-JL1050	0.6025, 0.6040	GG25, GG40
EN 1561 – EN-JL2040	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70 GTS45-06, GTW45-07
EN 1561 – EN-JL2050	0.7040, 0.7070, 0.8145, 0.8045	GGG40, GGG70 GTS45-06, GTW45-07
	3.7024LN	Ti99,8
	3.7164LN, 3.7119LN	TiAl6V4, TiAl55n2
	3.7164LN, 3.7174LN, 3.7184LN	TiAl6V4, TiAl6V5Sn2 TiAl4MoSn2
	2.4060, 2.4066	Nickel 200, 270, Ni99,6
	2.4630LN, 2.4602, 2.4650LN	Nimonic 75, Monel 400 Hastelloy C, Inconel 600
	2.4668LN, 2.4631LN, 2.6554LN	Inconel 718 Nimonic 80A, Waspaloy
EN 1652 – CW004A	2.0060, 2.0070	E-Cu57, SE-Cu
EN 1652 – CW612N	2.0380, 2.0360, 2.1030, 2.1080	CuZn39Pb2, CuZn40 CuSn8, CuSn6Zn
EN 1652 – CW508L	2.0321, 2.0260	CuZn37, CuZn28
		* Ampco ® 18, Ampco 25
EN 485-2 – EN AW-1070A	3.0255	Al99,5
EN 755-2 – EN AW-5005	3.1355, 3.3525	AlCuMg2, AlMg2Mn0,8
EN 1706 – EN AC-42000	3.2162.05, 3.2341.01	GD-AlSi8Cu, G-AlSi5Mg
SS-EN 1706 – EN AC-47000	3.2581.01	G-AlSi18, G-AlSi12

## Všeobecné informace

Aplikační materiálové skupiny		
1. Ocel	1.1	Magneticky měkká ocel
	1.2	Konstrukční ocel, uhlíkatá
	1.3	Uhlíkatá ocel
	1.4	Legovaná ocel
	1.5	Legovaná ocel, tvrzená a temperovaná
	1.6	Legovaná ocel, tvrzená a temperovaná
	1.7	Legovaná ocel tvrzená
	1.8	Legovaná ocel tvrzená, ocel odolná proti opotřebení
2. Nerezavějící ocel	2.1	Automatová nerezavějící ocel
	2.2	Austenitická
	2.3	Feritická + austenitická, feritická, martenzitická
	2.4	Precipitačně tvrzená
3. Litina	3.1	Lamelární grafit (šedá)
	3.2	Lamelární grafit
	3.3	Nodulární grafit, temperovaná litina (kujná)
	3.4	Nodulární grafit, temperovaná litina (kujná)
4. Titan	4.1	Titan čistý
	4.2	Slitiny titanu
	4.3	Slitiny titanu
5. Nikl	5.1	Nikl čistý
	5.2	Slitiny niklu
	5.3	Slitiny niklu
6. Měď	6.1	Měď
	6.2	$\beta$ -mosaz, bronz
	6.3	$\alpha$ -mosaz
	6.4	Bronz vysokopevnostní
7. Hliník, hořčík	7.1	Al, Mg, čistý
	7.2	Al slitiny, Si < 0.5%
	7.3	Al slitiny, Si > 0.5% < 10%
	7.4	Al slitiny, Si > 10% Slitiny hliníku a hořčíku
8. Syntetické materiály	8.1	Termoplasty
	8.2	Termosety
	8.3	Zpevněné plasty
9. Tvrdé materiály	9.1	Cermet (kov-keramika)
10. Grafit	10.1	Grafit

## Všeobecné informace

	BS	SS	USA	UNS
	230Mo7, 050A12	1160	Leaded Steels	G12120
	060A35, 080M40, 4360-50B	1312, 1412, 1914	135, 30	G10100
	080M46, 080A62	1550, 2142, 2172	1024, 1060, 1061	G10600
	708M40/42, 817M40 534A99, BM2, BT42	1672-04, 2090 2244-02, 2541-02	4140, A2, 4340 M42, M2	G41270, G41470 T30102, T11342
	B01, BM2, BT42 826 M40, 830M31	2244-04, 2541-03 2550, 2722, 2723	01, L6, M42, D3, A2 M2, 4140, 8630	G86300, T30102 T11302, T30403 T11342
	801, 826 M40, 830M31	2244-05, 2541-05 HARDOX 400	01, L6, M42, D3 4140, 8130	T30403, G41400 J14047
	BO1, BD3, BH13	HARDOX 500		
	BM2, BH13	2242 HARDOX 600		
	303 S21, 416 S37	2301, 2312, 2314 2346, 2380	303, 416 430F	S30300, S41600 S43020
	304 S15, 321 S17, 316 S, 320 S12	2310, 2333, 2337 2343, 2353, 2377	304, 321, 316	S30400, S32100 S31600
	317 S16, 316 S16	2324, 2387, 2570	409, 430, 436	S40900, S4300, S43600
	HR41	2378	17-4PH	S31254
	Grade150, Grade 400	0120, 0212, 0814	ASTM A48 class 20	F11401, F12801
	Grade200, Grade 400	0125, 0130, 0140, 0217	ASTM A48 class 40 ASTM A48 class 60	F12801, F14101
	420/12, P440/7 700/2, 30g/72	0219, 0717, 0727 0732, 0852	ASTM A220 grade 40010 ASTM A602 grade M4504	F22830 F20001
	420/12, P440/7 700/2, 30g/72	0221, 0223 0737, 0854	ASTM A220 grade 90001 ASTM A602 grade M8501	F26230 F20005
	TA1 to 9	Ti99,8	ASTM B265 grade 1	R50250
	TA10 to 14, TA17	TiAl6V4, TiAl5Sn2	AMS4928	R54790
	TA10 to 13, TA28	TiAl6V5Sn2	AMS4928, AMS4971	R56400, R54790
	NA 11, NA12	Ni200, Ni270	Nickel 200, Nickel 230	N02200, N02230
	HR203 3027-76		Nimonic 75, Monel400 Hastelloy, Inconel600	N06075, N10002 N04400, N06600
	HR8 HR401, 601		Inconel 718, 625 Nimonic 80	N07718, N07080 N06625
	C101	5010	101	C10100, C1020
	CZ120, CZ109,PB104	5168		C28000, C37710
	CZ108,CZ106	5150		C2600, C27200
	AB1 type	5238, JM7-20		
	LMO, 1 B (1050A)	4005	EC, 1060, 1100	A91060, A91100
	LM5, 10, 12, N4 (5251)	4106, 4212	380, 520.0, 520.2, 2024, 6061	A03800, A05200, A92024
	LM2,4,16,18,21,22, 24,25,26,27,L109	4244	319.0, 333.0 319.1, 356.0	A03190, A03330 C35600
	LM6, 12,13, 20, 28, 29, 30	4260, 4261, 4262	4032, 222.1, A332.0	A94032, A02220, A13320
	Polystyrene, Nylon, PVC Cellulose, Acetate & Nitrate			
	Ebonite, Tufnol, Bakelite			
	Kevlar Printed Circuit boards			
	Ferrotic Ferrotitanit			

# Všeobecné informace

## OBRÁBĚNÍ OCELI

### LEGOVACÍ PRVKY

Oceli mohou zhruba být rozděleny na oceli uhlíkové a legované.

Uhlíkové neboli nelegované oceli mají uhlík jako hlavní legovací prvek. Uhlíkové oceli mají obsah uhlíku nad 1,3 %.

Legované oceli obsahují kromě uhlíku a železa další prvky. Celkový obsah legovacích prvků se liší a ovlivňuje tak pevnost, odolnost proti opotřebení a možnosti tepelného zpracování. Při klasifikaci uhlíkové a legované oceli není hranice mezi těmito materiály přesně definována.

### PRAKTICKÉ POUŽITÍ

Oceli mohou také být klasifikovány podle jejich použití. Často například rozlišujeme konstrukční a nástrojovou ocel.

Konstrukční oceli jsou použity na výrobu podpůrných konstrukcí. Často jsou používány ve stejném stavu jako byly dodány z výrobního závodu. Zřídka bývají tepelně zpracovány. Důležitým faktorem je pevnost v tahu.

Nástrojové oceli jsou využívány pro řezné nástroje, nože a tvářecí nástroje. Důležitým faktorem je odolnost proti opotřebení, tvrdost a někdy houževnatost. V mnoha případech jsou vytvrzovány na různé tvrdosti v závislosti na použití.

Také při klasifikaci konstrukční oceli a nástrojové oceli není hranice mezi těmito materiály přesně definována.

## Všeobecné informace

### DŮLEŽITÉ PŘI OBRÁBĚNÍ OCELI

- Skupina ocelových materiálů je rozsáhlá, je proto důležité znát vlastnosti obráběného materiálu. Použijte Dormer Product Selector k definování správné materiálové skupiny, abyste mohli vybrat nejvhodnější nástroj.
- Nelegované oceli a nízkolegované oceli jsou obecně měkké a lepivé. Použijte nástroje s ostrou pozitivní geometrií.
- Vysokolegované oceli mohou být tvrdé nebo abrasivní. Ke snížení rychlosti opotřebení řezné hrany použijte karbidové a povlakované nástroje.
- Ocel může být vytvrzována na různé stupně tvrdosti. Proto je třeba při výběru nástroje vzít v úvahu nejen materiálovou skupinu, ale i tvrdost materiálu

## Všeobecné informace

### **OBRÁBĚNÍ NEREZAVĚJÍCÍ OCELI**

Nerez oceli jsou legované oceli s obsahem chromu nad 12%. Odolnost proti korozi se zvyšuje s obsahem chromu. Další legovací prvky, nikl a molybden, mění strukturu materiálu a mechanické vlastnosti oceli.

#### **Feritická nerez ocel**

má vyšší pevnost a dobrou obrobiteľnosť.

#### **Martenzitická nerez ocel**

má relativně dobrou obrobiteľnosť.

#### **Austenitická nerez ocel**

je charakteristická vysokým koeficientem tažnosti.

Obrobiteľnosť střední až nízká.

#### **Austeniticko-feritická nerez ocel**

duplex. Tyto oceli mají nízkou obrobiteľnosť.

## Všeobecné informace

### PROČ BÝVAJÍ NEREZ OCELI POVAŽOVÁNY ZA OBTÍŽNĚ OBROBITELNÉ?

- Většina nerez ocelí se při obrábění, při oddělování třísky, vytvrzuje. Vytvrzování se rapidně snižuje se vzdáleností od povrchu. Hodnoty tvrdosti na povrchu mohou při obrábění narůst až o 100% vlivem použití nevhodného nástroje.
- Nerez oceli špatně vedou teplo, proto je řezný břit vystaven větší teplotní zátěži, oproti například ocelím AMS 1.3, které mají podobnou tvrdost.
- Vysoká houževnatost má za následek vysoký krouticí moment při vrtání nebo závitování. Spolu s efektem vytvrzování povrchu při obrábění a špatnou tepelnou vodivostí tak působí na nástroj relativně nepříznivé vlivy.
- Materiál má tendenci odírat povrch řezného nástroje.
- Problém s lámáním a řízením odchodu třísky způsobený houževnatostí nerez oceli.

### DŮLEŽITÉ PŘI OBRÁBĚNÍ NEREZAVĚJÍCÍ OCELI

- Při vrtání použijte vrtáky ADX nebo MPX vrtáky s vnitřním chlazením. Tím se sníží vytvrzování povrchu při vrtání, s vnitřním chlazením je vytvrzování udržováno na minimálních hodnotách kolem 10%.
- Při vyšších posuvech je teplo lépe odváděno z místa řezu, správné hodnoty posuvu jsou důležité pro bezproblémové obrábění.
- Při stanovování řezné rychlosti začínejte na nižších hodnotách doporučených pro obrábění. Různé materiálové dávky se mohou lišit a mohou vyžadovat úpravu řezné rychlosti. Mějte na paměti, že při vrtání hlubších děr je vhodné snížit řeznou rychlost o 10 až 20%, podle druhu aplikace.

## Všeobecné informace

- Při závitování duplex ocelí nebo pevných nerez ocelí držte řeznou rychlost při spodních doporučených hodnotách.
- Používejte řezný olej. Pokud je jedinou možností emulze, doporučujeme minimální koncentraci 8%.
- První volbou by měl vždy být povlakovaný nástroj, protože lépe odolává tvorbě nárůstku.
- Vyvarujte se použití tupých nástrojů, vedlo by to k vyššímu vytvrzování obráběného povrchu.

## OBRÁBĚNÍ LITINY LITINA SE SKLÁDÁ ZE TŘÍ ZÁKLADNÍCH STRUKTUR:

### Feritická

Snadno obrobitelná, nízká pevnost a tvrdost pod 150 HB. Při nízkých řezných rychlostech se litina může nalepovat a tvořit nárůstek.

### Feritická/perlitická

Liší se pevností a tvrdostí, od nízké 150 HB až po vysokou 290 HB.

### Perlitická

Pevnost a tvrdost závisí na hrubosti lamelární struktury. Jemnější lamelární struktura je velmi tvrdá a pevná, způsobuje tvorbu nárůstku na břítu nástroje.

## LEGUJÍCÍ PRVKY

Litina je slitinou železa a uhlíku, obsah uhlíku je většinou 2 - 4%, podobně jako další prvky: křemík (Si), mangan (Mn), fosfor (P) a síra (S). V závislosti na formě, ve které se vyskytuje uhlík, se litina dělí na čtyři hlavní typy: šedá litina, nodulární litina, tvárná litina a legovaná litina. Například nikl, měď, molybden a chrom ovlivňují teplotní odolnost a odolnost proti korozi, pevnost litiny. Legující prvky mohou být rozděleny do dvou skupin: s karbidovými a s grafitovými částicemi. Legující prvky mají zásadní vliv na obrobitelnost litiny.



## Všeobecné informace

### PRAKTICKÉ VYUŽITÍ

Litínové komponenty jsou využity v řadě aplikací, například v blocích motorů, pump a ventilů. Důvodem pro použití litiny je možnost komplexního tvaru součástí a pevnost.

### DŮLEŽITÉ PŘI OBRÁBĚNÍ LITINY

- Většina litinových materiálů je dobře obrobitelná, protože tvoří při obrábění krátké třísky. Grafit způsobuje snadné lámání třísky a zlepšuje mazání.
- Nástroje s malým úhlem čela jsou obecně doporučeny na obrábění litiny.
- Většina materiálů je abrasivní, povlakování nástroje zlepšuje životnost.

- Ve většině aplikací lze obrábět za sucha.
- Obtíže při obrábění bývají způsobeny nepravidelnými tvary odlitků, přítomností vměstků a tvrdou povrchovou slupkou.

### OBRÁBĚNÍ SLITIN HLINÍKU

Slitiny hliníku mají při obrábění mnoho výhod: použitelná vysoká řezná rychlost, nízké řezné síly, minimální opotřebování nástrojů a relativně nízká teplota při obrábění. Při obrábění slitin hliníku je vždy nejvhodnější použít nástroje s geometriemi navrženými na obrábění hliníku. Přestože použití nástrojů s

univerzální geometrií může přinést uspokojivý výsledek, může být problematické dosažení vyšší kvality povrchu a může se tvořit nárůstek na břitě.

## Všeobecné informace

### LEGOVACÍ PRVKY

Většina obráběného hliníku se vyskytuje ve formě slitin, prostřednictvím různých legovacích prvků se dosahuje různých materiálových vlastností, například vyšší pevnosti v tahu, vyšší tvrdosti nebo tažnosti. Nejpoužívanějšími prvky jsou křemík (Si), hořčík (Mg), mangan (Mn), měď (Cu) a zinek (Zn). Slitiny obsahující max. 1% železa a křemíku jsou nazývány čistým nebo nelegovaným hliníkem. Slitiny hliníku se obvykle dělí na tvářený hliník a odlévaný hliník. Dále se dělí na skupiny tepelně zpracovaných a nezpracovaných a vytvrzených. Odlévané slitiny mohou

být tepelně zpracované, tlakově lité nebo odlévané do pískových forem. Nejpoužívanější slitiny mají obsah křemíku 7 - 12%. Typ slitiny závisí na požadavcích na vlastnosti součásti a na metodě výroby. Tvářené slitiny jsou buď tepelně zpracovatelné nebo nezpracovatelné. Zrání a vytvrzování s precipitační úpravou jsou používané metody ke zlepšení pevnosti a tvrdosti materiálu.

### LEGUJÍCÍ PRVKY

Hliník je druhý nejčastěji používaný kov. Důvodem je atraktivní charakteristika, nízká hustota, vysoká vodivost, vysoká pevnost a snadná recyklovatelnost.

Hliník má velmi široké využití:

- Dopravní prostředky: automobily, nákladní auta, autobusy, vlaky - použití hliníku umožňuje snižovat hmotnost. Bloky motorů, písty, chladiče.

- Průmysl: široká řada různých hliníkových profilů použitých na konstrukce.
- Elektro průmysl, stavebnictví, průmyslové obaly.

### DŮLEŽITÉ PŘI OBRÁBĚNÍ HLINÍKU

- Ostré břity a pozitivní geometrie jsou důležité při obrábění slitin s nízkým obsahem Si.
- Správné řezné rychlosti a posuvy zamezí tvorbě nárůstku a umožní lepší lámání třísky.

- Pro abrasivnější slitiny s obsahem křemíku nad 6% doporučujeme použít povlakované nástroje.
- Mazání je při obrábění slitin hliníku důležité.

## Všeobecné informace

### Mazání

Mazání/chlazení snižuje tření a tím i zahřívání.



Emulze



Minimální mazání mlhou

Typy mazání	Popis
Emulze	Emulze, vodou ředitelné oleje, kombinují mazání s chlazením. Olej obsažený v emulzi obsahuje aditiva, která ovlivňují vlastnosti emulze, tedy lubrikační vlastnosti, konzervační funkce a EP aditiva zlepšují životnost.
Minimální mazání mlhou (MQL)	MQL: malé množství oleje nanášené stlačeným vzduchem do místa obrábění.
Olej	Řezný olej má dobré lubrikační vlastnosti, ale nemá tak dobrou chladicí účinnost jako emulze.
Suché obrábění / stlačený vzduch	Stlačený vzduch zaměřený do místa řezu.

## Všeobecné informace

### Typy mazání

Mazání	Nástroje	Podskupiny	
Emulze	Frézy	HM	
		HSS drážkování, hrubování, dokončování	
		HSS dokončování (pouze povlakované)	
	Závitovací frézy	HM	
	Vrtáky	HM	
		HSS	
	Závitníky	HM povlakované	
		HSS bez povlaku	
		HSS povlakované	
Minimální mazání mlhou (MQL)	Frézy	HM	
		HSS drážkování, hrubování, dokončování	
		HSS dokončování (pouze povlakované)	
	Závitovací frézy	HM	
	Vrtáky	HM	
		HSS	
	Závitníky	HM povlakované	
		HSS bez povlaku	
		HSS povlakované	
Olej	Závitníky	HM povlakované	
		HSS bez povlaku	
		HSS povlakované	
Suché / stl. vzduch	Frézy	HM	
		HSS drážkování, hrubování, dokončování	
		HSS dokončování (pouze povlakované)	
	Závitovací frézy	HM	
	Vrtáky	HSS povlakované	
		HSS	
	Závitníky	HM povlakované	
		HSS bez povlaku	
		HSS povlakované	



# Všeobecné informace

## Základní geometrie



Pozitivní úhel čela



Negativní úhel čela

Úhel čela	Výhody / využití	Nevýhody
Negativní nebo malý (-5° až 5°)	Pevná geometrie, pevná řezná hrana. Dobře funguje v litině a tvrdých ocelích.	Nefunguje v měkkých a tažných materiálech. Velké řezné síly.
Střední (8° – 14°)	Dobře řeže. Funguje dobře do většiny materiálů, například v oceli i v nerezích.	
Velký (20° – 30°)	Nízká řezná síla. Nejlépe funguje v hliníku a měkkých materiálech.	Ostrý břit se často může vyštípnout.

## Všeobecné informace

### DRUHY TŘÍSEK

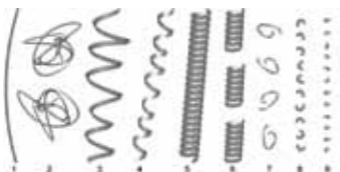
Utváření třísky je způsobeno plastickou deformací. Tento proces v důsledku tření, které vzniká při obrábění, generuje teplo. Teplo přispívá ke zvýšení tvárnosti obráběného materiálu, ale má negativní efekt na opotřebení

- Fyzikálněchemická kompatibilita mezi nástrojem a obrobkem
- Operace obrábění
- Řezná data (rychlost, posuv, množství odebíraného materiálu)
- Geometrie nástroje

nástroje. Dosažením bodu zlomu se při obrábění třísky oddělí od materiálu. Tvar a utváření třísky závisí na různých faktorech:

- Koefficient tření (bez nebo s povlakem)
- Mazání

V závislosti na kombinaci výše uvedených faktorů se tříška může otvářet různými způsoby (viz diagram).



- 1 Drát (stuhová)
- 2-3 Zamotaná tříška
- 4-6 Spirálovité třísky
- 7 Obloukové třísky
- 8-9 Drobné třísky

### TYPY OPOTŘEBENÍ

Opotřebení vzniká mechanickým odíráním, adhezí, chemickou difúzí a oxidací. Nejdůležitějšími faktory, které určují typ opotřebení jsou mechanické a chemické vlastnosti obráběného materiálu a materiálu nástroje, pracovní podmínky, ale hlavně řezná rychlost a teplota. Při nízké rychlosti je nástroj obrušován a nalepuje se na něj materiál, při vysokých rychlostech působí difúze a plastická deformace. Stanovit mechanický model, který

by předvídal vývoj opotřebení nástroje není snadné. Typy opotřebení mohou být stručně rozděleny do devíti oblastí (viz tabulka na protější straně).

## Všeobecné informace



### Opotřebení na bocích

PŘÍČINA	VLIV	NÁPRAVA
Příliš vysoká řezná rychlost.	Vysoká drsnost povrchu, proměnlivé tolerance, vysoké tření.	Snižte řeznou rychlost. Použijte povlakovaný nástroj. Použijte odolnější materiál nástroje.



### Kráterové opotřebení

Vzniká chemickou difuzí při příliš vysokých teplotách řezné hrany.	Zeslabení bříty, zhoršená kvalita povrchu.	Zvolte nástroj s pozitivní geometrií. Snižte řeznou rychlost a posuv. Použijte povlakovaný nástroj.
--	--	---

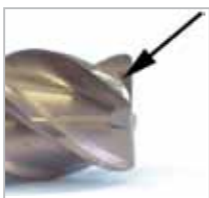


### Vrubové opotřebení

Oxidace, tření.	Zhoršená kvalita povrchu, vylamování bříty.	Snižte řeznou rychlost. Použijte povlakovaný nástroj.
-----------------	---	---



## Všeobecné informace



**Plastická deformace**

PŘÍČINA	VLIV	NÁPRAVA
Vysoká teplota a vysoké zatížení.	Špatná kontrola třísky, zhoršená kvalita povrchu, velké opotřebení fazet.	Použijte nástroj s větším průřezem jádra. Snižte řeznou rychlost a posuv.



**Mikro-trhliny**

Změny teplot, způsobené přerušovaným řezem nebo nevhodným chlazením.	Trhliny v břítu, zhoršená kvalita povrchu.	Zvyšte intenzitu chlazení. Použijte nástroj s vyšší odolností.
--	--	---



**Trhliny**

Mechanická únava materiálu.	Zlomení nástroje.	Snižte posuv, zlepšete stabilitu upnutí.
-----------------------------	-------------------	--

## Všeobecné informace



### Vylamování

PŘÍČINA	VLIV	NÁPRAVA
Slabá geometrie nástroje nebo tvorba nárůstku.	Hrubý povrch, opotřebení na bocích.	Zvolte nástroj s pevnější a pozitivnější geometrií. Zvyšte řeznou rychlost k odstranění nárůstku. Snižte posuv při první hloubce třísky. Zlepšete stabilitu stroje.



### Zlomení nástroje

Příliš velké zatížení.	Zlomení nástroje, poškození obrobku.	Snižte posuv a/nebo řeznou rychlost. Zvolte nástroj s pevnější geometrií. Zlepšete stabilitu stroje.
------------------------	--------------------------------------	--



### Nárůstek

Negativní geometrie. Nízká řezná rychlost. Materiál obrobku s tendencí se nalepovat (př. nerez, hliník).	Materiál obrobku se nalepuje na břit. Vysoká drsnost povrchu, vylamování břitu.	Zvyšte řeznou rychlost. Zvolte nástroj s pozitivní geometrií. Zvyšte množství mazací kapaliny.
--	---	--

# Všeobecné informace

## Tvrdość a pevnost v tahu

HV Vickers Tvrdość	HRC Rockwell C. Scale Tvrdość	HB Brinell Tvrdość	Tvrdość a pevnost v tahu	
			Newton / mm <sup>2</sup>	Tuny / inch <sup>2</sup>
940	68			
900	67			
864	66			
829	65			
800	64			
773	63			
745	62			
720	61			
698	60			
675	59			
655	58		2200	142
650		618	2180	141
640		608	2145	139
639	57	607	2140	138
630		599	2105	136
620		589	2070	134
615	56	584	2050	133
610		580	2030	131
600		570	1995	129
596	55	567	1980	128
590		561	1955	126
580		551	1920	124
578	54	549	1910	124
570		542	1880	122
560	53	532	1845	119
550		523	1810	117
544	52	517	1790	116
540		513	1775	115
530		504	1740	113
527	51	501	1730	112
520		494	1700	110
514	50	488	1680	109
510		485	1665	108
500		475	1630	105
497	49	472	1620	105
490		466	1595	103
484	48	460	1570	102
480		456	1555	101
473	47	449	1530	99
470		447	1520	98
460		437	1485	96
458	46	435	1480	96
450		428	1455	94
446	45	424	1440	93
440		418	1420	92

# Všeobecné informace

## Tvrdość a pevnost v tahu

HV Vickers Tvrdość	HRC Rockwell C. Scale Tvrdość	HB Brinell Tvrdość	Tvrdość a pevnost v tahu	
			Newton / mm <sup>2</sup>	Tuny / inch <sup>2</sup>
434	44	413	1400	91
423	43	402	1360	88
413	42	393	1330	86
403	41	383	1300	84
392	40	372	1260	82
382	39	363	1230	80
373	38	354	1200	78
364	37	346	1170	76
355	36	337	1140	74
350		333	1125	73
345	35	328	1110	72
340		323	1095	71
336	34	319	1080	70
330		314	1060	69
327	33	311	1050	68
320		304	1030	67
317	32	301	1020	66
310	31	295	995	64
302	30	287	970	63
300		285	965	62
295		280	950	61
293	29	278	940	61
290		276	930	60
287	28	273	920	60
285		271	915	59
280	27	266	900	58
275		261	880	57
272	26	258	870	56
270		257	865	56
268	25	255	860	56
265		252	850	55
260	24	247	835	54
255	23	242	820	53
250	22	238	800	52
245		233	785	51
243	21	231	780	50
240		228	770	50
235		223	755	49
230		219	740	48
225		214	720	47
220		209	705	46
215		204	690	45
210		199	675	44
205		195	660	43
200		190	640	41

# Všeobecné informace

## Užitečné tolerance - hodnoty v $\mu\text{m}$

Tolerance	Průměr (mm)							
	$> 1 \leq 3$	$> 3 \leq 6$	$> 6 \leq 10$	$> 10 \leq 18$	$> 18 \leq 30$	$> 30 \leq 50$	$> 50 \leq 80$	$> 80 \leq 120$
	Průměr (inch)							
	$> 0.039 \leq 0.118$	$> 0.118 \leq 0.236$	$> 0.236 \leq 0.394$	$> 0.394 \leq 0.709$	$> 0.709 \leq 1.181$	$> 1.181 \leq 1.968$	$> 1.968 \leq 3.149$	$> 3.149 \leq 4.724$
	Hodnoty tolerance ( $\mu\text{m}$ )							
e8	-14 / -28	-20 / -38	-25 / -47	-32 / -59	-40 / -73	-50 / -89	-60 / -106	-72 / -126
f6	-6 / -12	-10 / -18	-13 / -22	-16 / -27	-20 / -33	-25 / -41	-30 / -49	-36 / -58
f7	-6 / -16	-10 / -22	-13 / -28	-16 / -34	-20 / -41	-25 / -50	-30 / -60	-36 / -71
h6	0 / -6	0 / -8	0 / -9	0 / -11	0 / -13	0 / -16	0 / -19	0 / -22
h7	0 / -10	0 / -12	0 / -15	0 / -18	0 / -21	0 / -25	0 / -30	0 / -35
h8	0 / -14	0 / -18	0 / -22	0 / -27	0 / -33	0 / -39	0 / -46	0 / -54
h9	0 / -25	0 / -30	0 / -36	0 / -43	0 / -52	0 / -62	0 / -74	0 / -87
h10	0 / -40	0 / -48	0 / -58	0 / -70	0 / -84	0 / -100	0 / -120	0 / -140
h11	0 / -60	0 / -75	0 / -90	0 / -110	0 / -130	0 / -160	0 / -190	0 / -220
h12	0 / -100	0 / -120	0 / -150	0 / -180	0 / -210	0 / -250	0 / -300	0 / -350
k10	+40 / 0	+48 / 0	+58 / 0	+70 / 0	+84 / 0	+100 / 0	+120 / 0	+140 / 0
k12	+100 / 0	+120 / 0	+150 / 0	+180 / 0	+210 / 0	+250 / 0	+300 / 0	+350 / 0
m7	+2 / +12	+4 / +16	+6 / +21	+7 / +25	+8 / +29	+9 / +34	+11 / +41	+13 / +48
js14	+/- 125	+/- 150	+/- 180	+/- 215	+/- 260	+/- 310	+/- 370	+/- 435
js16	+/- 300	+/- 375	+/- 450	+/- 550	+/- 650	+/- 800	+/- 950	+/- 1100
H7	+10 / 0	+12 / 0	+15 / 0	+18 / 0	+21 / 0	+25 / 0	+30 / 0	+35 / 0
H8	+14 / 0	+18 / 0	+22 / 0	+27 / 0	+33 / 0	+39 / 0	+46 / 0	+54 / 0
H9	+25 / 0	+30 / 0	+36 / 0	+43 / 0	+52 / 0	+62 / 0	+74 / 0	+87 / 0
H12	+100 / 0	+120 / 0	+150 / 0	+180 / 0	+210 / 0	+250 / 0	+300 / 0	+350 / 0
P9	-6 / -31	-12 / -42	-15 / -51	-18 / -61	-22 / -74 <sub>ww</sub>	-26 / -86	-32 / -106	-37 / -124
S7	-13 / -22	-15 / -27	-17 / -32	-21 / -39	-27 / -48	-34 / -59	-42 / -72	-58 / -93

# Všeobecné informace

# metrické ekvivalenty

mm	Fract.	Gauge	Inch	mm	Fract.	Gauge	Inch
.3			.0118	1.55			.0610
.32			.0126	1.588	1/16		.0625
.343		80	.0135	1.6			.0630
.35			.0138	1.613		52	.0635
.368		79	.0145	1.65			.0650
.38			.0150	1.7			.0669
.397	1/64		.0156	1.702		51	.0670
.4			.0157	1.75			.0689
.406		78	.0160	1.778		50	.0700
.42			.0165	1.8			.0709
.45			.0177	1.85			.0728
.457		77	.0180	1.854		49	.0730
.48			.0189	1.9			.0748
.5			.0197	1.93		48	.0760
.508		76	.0200	1.95			.0768
.52			.0205	1.984	5/64		.0781
.533		75	.0210	1.994		47	.0785
.55			.0217	2.0			.0787
.572		74	.0225	2.05			.0807
.58			.0228	2.057		46	.0810
.6			.0236	2.083		45	.0820
.61		73	.0240	2.1			.0827
.62			.0244	2.15			.0846
.635		72	.0250	2.184		44	.0860
.65			.0256	2.2			.0866
.66		71	.0260	2.25			.0886
.68			.0268	2.261		43	.0890
.7			.0276	2.3			.0906
.711		70	.0280	2.35			.0925
.72			.0283	2.375		42	.0935
.742		69	.0292	2.381	3/32		.0938
.75			.0295	2.4			.0945
.78			.0307	2.438		41	.0960
.787		68	.0310	2.45			.0965
.794	1/32		.0312	2.489		40	.0980
.8			.0315	2.5			.0984
.813		67	.0320	2.527		39	.0995
.82			.0323	2.55			.1004
.838		66	.0330	2.578		38	.1015
.85			.0335	2.6			.1024
.88			.0346	2.642		37	.1040
.889		65	.0350	2.65			.1043
.9			.0354	2.7			.1063
.914		64	.0360	2.705		36	.1065
.92			.0362	2.75			.1083
.94		63	.0370	2.778	7/64		.1094
.95			.0374	2.794		35	.1100
.965		62	.0380	2.8			.1102
.98			.0386	2.819		34	.1110
.991		61	.0390	2.85			.1122
1.0			.0394	2.87		33	.1130
1.016		60	.0400	2.9			.1142
1.041		59	.0410	2.946		32	.1160
1.05			.0413	2.95			.1161
1.067		58	.0420	3.0			.1181
1.092		57	.0430	3.048		31	.1200
1.1			.0433	3.1			.1220
1.15			.0453	3.175	1/8		.1250
1.181		56	.0465	3.2			.1260
1.191	3/64		.0469	3.264		30	.1285
1.2			.0472	3.3			.1299
1.25			.0492	3.4			.1339
1.3			.0512	3.454		29	.1360
1.321		55	.0520	3.5			.1378
1.35			.0531	3.569		28	.1405
1.397		54	.0550	3.572	9/64		.1406
1.4			.0551	3.6			.1417
1.45			.0571	3.658		27	.1440
1.5			.0591	3.7			.1457
1.511		53	.0595	3.734		26	.1470

## Všeobecné informace

mm	Fract.	Gauge	Inch	mm	Fract.	Gauge	Inch
3.797		25	.1495	6.909		I	.2720
3.8			.1496	7.0			.2756
3.861		24	.1520	7.036		J	.2770
3.9			.1535	7.1			.2795
3.912		23	.1540	7.137		K	.2810
3.969	5/32		.1562	7.144	9/32		.2812
3.988		22	.1570	7.2			.2835
4.0			.1575	7.3			.2874
4.039		21	.1590	7.366		L	.2900
4.089		20	.1610	7.4			.2913
4.1			.1614	7.493		M	.2950
4.2			.1654	7.5			.2953
4.216		19	.1660	7.541	19/64		.2969
4.3			.1693	7.6			.2992
4.305		18	.1695	7.671		N	.3020
4.366	11/64		.1719	7.7			.3031
4.394		17	.1730	7.8			.3071
4.4			.1732	7.9			.3110
4.496		16	.1770	7.938	5/16		.3125
4.5			.1772	8.0			.3150
4.572		15	.1800	8.026		O	.3160
4.6			.1811	8.1			.3189
4.623		14	.1820	8.2			.3228
4.7		13	.1850	8.204		P	.3230
4.762	3/16		.1875	8.3			.3268
4.8		12	.1890	8.334	21/64		.3281
4.851		11	.1910	8.4			.3307
4.9			.1929	8.433		Q	.3320
4.915		10	.1935	8.5			.3346
4.978		9	.1960	8.6			.3386
5.0			.1969	8.611		R	.3390
5.055		8	.1990	8.7			.3425
5.1			.2008	8.731	11/32		.3438
5.105		7	.2010	8.8			.3465
5.159	13/64		.2031	8.839		S	.3480
5.182		6	.2040	8.9			.3504
5.2			.2047	9.0			.3543
5.22		5	.2055	9.093		T	.3580
5.3			.2087	9.1			.3583
5.309		4	.2090	9.128	23/64		.3594
5.4			.2126	9.2			.3622
5.41		3	.2130	9.3			.3661
5.5			.2165	9.347		U	.3680
5.556	7/32		.2188	9.4			.3701
5.6			.2205	9.5			.3740
5.613		2	.2210	9.525	3/8		.3750
5.7			.2244	9.576		V	.3770
5.791		1	.2280	9.6			.3780
5.8			.2283	9.7			.3819
5.9			.2323	9.8			.3858
5.944		A	.2340	9.804		W	.3860
5.953	15/64		.2344	9.9			.3898
6.0			.2362	9.922	25/64		.3906
6.045		B	.2380	10.0			.3937
6.1			.2402	10.084		X	.3970
6.147		C	.2420	10.1			.3976
6.2			.2441	10.2			.4016
6.248		D	.2460	10.262		Y	.4040
6.3			.2480	10.3			.4055
6.35	1/4	E	.2500	10.319	13/32		.4063
6.4			.2520	10.4			.4094
6.5			.2559	10.49		Z	.4130
6.528		F	.2570	10.5			.4134
6.6			.2598	10.6			.4173
6.629		G	.2610	10.7			.4213
6.7			.2638	10.716	27/64		.4219
6.747	17/64		.2656	10.8			.4252
6.756		H	.2660	10.9			.4291
6.8			.2677	11.0			.4331
6.9			.2717				

# Všeobecné informace

# metrické ekvivalenty

mm	Fract.	Inch	mm	Fract.	Inch
11.11		.4370	19.05	3/4	.7500
11.112	7/16	.4375	19.25		.7579
11.2		.4409	19.447	49/64	.7656
11.3		.4449	19.5		.7677
11.4		.4488	19.75		.7776
11.5		.4528	19.844	25/32	.7812
11.509	29/64	.4531	20.0		.7874
11.6		.4567	20.241	51/64	.7969
11.7		.4606	20.25		.7972
11.8		.4646	20.5		.8071
11.9		.4685	20.638	13/16	.8125
11.906	15/32	.4688	20.75		.8169
12.0		.4724	21.0		.8268
12.1		.4764	21.034	53/64	.8281
12.2		.4803	21.25		.8366
12.3		.4843	21.431	27/32	.8438
12.303	31/64	.4844	21.5		.8465
12.4		.4882	21.75		.8563
12.5		.4921	21.828	55/64	.8594
12.6		.4961	22.0		.8661
12.7	1/2	.5000	22.225	7/8	.8750
12.8		.5039	22.25		.8760
12.9		.5079	22.5		.8858
13.0		.5118	22.622	57/64	.8906
13.097	33/64	.5156	22.75		.8957
13.1		.5157	23.0		.9055
13.2		.5197	23.019	29/32	.9062
13.3		.5236	23.25		.9154
13.4		.5276	32.416	59/64	.9219
13.494	17/32	.5312	23.5		.9252
13.5		.5315	23.75		.9350
13.6		.5354	23.812	15/16	.9375
13.7		.5394	24.0		.9449
13.8		.5433	24.209	61/64	.9531
13.891	35/64	.5469	24.25		.9547
13.9		.5472	24.5		.9646
14.0		.5512	24.606	31/32	.9688
14.25		.5610	24.75		.9744
14.288	9/16	.5625	25.0		.9843
14.5		.5709	25.003	63/64	.9844
14.684	37/64	.5781	25.25		.9941
14.75		.5807	25.4	1	1.0000
15.0		.5906	253.5		1.0039
15.081	19/32	.5938	25.75		1.0138
15.25		.6004	35.797	1 1/64	1.0156
15.478	39/64	.6094	26.0		1.0236
15.5		.6102	26.194	1 1/32	1.0312
15.75		.6201	26.25		1.0335
15.875	5/8	.6250	26.5		1.0433
16.0		.6299	26.591	1 3/64	1.0469
16.25		.6398	26.75		1.0531
16.272	41/64	.6406	26.998	1 1/16	1.625
16.5		.6496	27.0		1.0630
16.669	21/32	.6562	27.25		1.0728
16.75		.6594	27.384	1 5/64	1.0781
17.0		.6693	27.5		1.0827
17.066	43/64	.6719	27.75		1.0925
17.25		.6791	27.781	1 3/32	1.0938
17.462	11/16	.6875	28.0		1.1024
17.5		.6890	28.178	1 7/64	1.1094
17.75		.6988	28.25		1.1122
17.859	45/64	.7031	28.5		1.1220
18.0		.7087	28.575	1 1/8	1.1250
18.25		.7185	28.75		1.1319
18.256	23/32	.7188	28.972	1 9/64	1.1406
18.5		.7283	29.0		1.1417
18.653	47/64	.7344	29.25		1.1516
18.75		.7382	29.369	1 5/32	1.1562
19.0		.7480	29.5		1.1614



mm	Fract.	Inch	mm	Fract.	Inch	mm	Fract.	Inch
29.75		1.1713	44.053	1 47/64	1.7344	68.00		2.6772
29.766	1 11/64	1.1719	44.45	1 3/4	1.7500	68.262	2 11/16	2.6875
30.0		1.1811	44.5		1.7520	69.0		2.7165
30.162	1 3/16	1.1875	44.847	1 49/64	1.7656	69.056	2 23/32	2.7188
30.25		1.1909	45.0		1.7717	69.85	2 3/4	2.7500
30.5		1.2008	45.244	1 25/32	1.7812	70.0		2.7559
30.559	1 13/64	1.2031	45.5		1.7913	70.644	2 25/32	2.7812
30.75		1.2106	45.641	1 51/64	1.7969	71.0		2.7953
30.956	1 7/32	1.2188	46.0		1.8110	71.438	2 13/16	2.8125
31.0		1.2205	46.038	1 13/16	1.8125	72.0		2.8346
31.25		1.2303	46.434	1 53/64	1.8281	72.231	2 27/32	2.8438
31.353	1 15/64	1.2344	46.5		1.8307	73.0		2.8740
31.5		1.2402	46.831	1 27/32	1.8438	73.025	2 7/8	2.8750
31.75	1 1/4	1.2500	47.0		1.8504	73.819	2 29/32	2.9062
32.0		1.2598	47.228	1 55/64	1.8594	74.0		2.9134
32.147	1 17/64	1.2656	47.5		1.8701	74.612	2 15/16	2.9375
32.5		1.2795	47.625	1 7/8	1.8750	75.0		2.9528
32.544	1 9/32	1.2812	48.0		1.8898	75.406	2 31/32	2.9688
32.941	1 19/64	1.2969	48.022	1 57/64	1.8906	76.0		2.9921
33.0		1.2992	48.419	1 29/32	1.9062	76.2	3	3.0000
33.338	1 5/16	1.3125	48.5		1.9094	76.994	3 1/32	3.0312
33.5		1.3189	48.816	1 59/64	1.9219	77.0		3.0315
33.734	1 21/64	1.3281	49.0		1.9291	77.788	3 1/16	3.0625
34.0		1.3386	49.212	1 15/16	1.9375	78.0		3.0709
34.131	1 11/32	1.3438	49.5		1.9488	78.581	3 3/32	3.0938
34.5		1.3583	49.609	1 61/64	1.9531	79.0		3.1102
34.528	1 23/64	1.3594	50.0		1.9685	79.375	3 1/8	3.1250
34.925	1 3/8	1.3750	50.006	1 31/32	1.9688	80.0		3.1496
35.0		1.3780	50.403	1 63/64	1.9844	80.169	3 5/32	3.1562
35.322	1 25/64	1.3906	50.5		1.9882	80.962	3 3/16	3.1875
35.5		1.3976	50.38	2	2.0000	81.0		3.1890
35.719	1 13/32	1.4062	51.0		2.0079	81.756	3 7/32	3.2188
36.0		1.4173	51.594	2 1/32	2.0312	82.0		3.2283
36.116	1 27/64	1.4219	52.0		2.0472	82.55	3 1/4	3.2500
36.5		1.4370	52.388	2 1/16	2.0625	83.0		3.2677
36.512	1 7/16	1.4375	53.0		2.0866	83.344	3 9/32	3.2812
36.909	1 29/64	1.4531	53.181	2 3/32	2.0938	84.0		3.3071
37.0		1.4567	53.975	2 1/8	2.1250	84.138	3 5/16	3.3125
37.306	1 15/32	1.4688	54.0		2.1260	84.931	3 11/32	3.3438
37.5		1.4764	54.769	2 5/32	2.1562	85.0		3.3465
37.703	1 31/64	1.4844	55.0		2.1654	85.725	3 3/8	3.3750
38.0		1.4961	55.562	2 3/16	2.1875	86.0		3.3858
38.1	1 1/2	1.5000	56.0		2.2047	86.519	3 13/32	3.4062
38.497	1 33/64	1.5156	56.356	2 7/32	2.2188	87.0		3.4252
38.5		1.5157	57.0		2.2441	87.312	3 7/16	3.4375
38.894	1 17/32	1.5312	57.15	2 1/4	2.2500	88.0		3.4646
39.0		1.5354	57.944	2 9/32	2.2812	88.106	3 15/32	3.4688
39.291	1 35/64	1.5469	58.0		2.2835	88.9	3 1/2	3.5000
39.5		1.5551	58.738	2 5/16	2.3125	89.0		3.5039
39.688	1 9/16	1.5625	59.0		2.3228	90.0		3.5433
40.0		1.5748	59.3531	2 11/32	2.3438	910.488	3 9/16	3.5625
40.084	1 37/64	1.5781	60.0		2.3622	91.0		3.5827
40.481	1 19/32	1.5938	60.325	2 3/8	2.3750	92.0		3.6220
40.5		1.5945	61.0		2.4016	92.075	3 5/8	3.6250
40.878	1 39/64	1.6094	61.119	2 13/32	2.4062	93.0		3.6614
41.0		1.6142	61.912	2 7/16	2.4375	93.662	3 11.16	3.6875
41.275	1 5/8	1.6250	62.0		2.4409	94.0		3.7008
41.5		1.6339	62.706	2 15/32	2.4668	95.0		3.7402
41.672	1 41/64	1.6406	63.0		2.4803	95.25	3 3/4	3.7500
42.0		1.6535	63.5	2 1/2	2.5000	96.0		3.7795
42.069	1 21/32	1.6562	64.0		2.5197	96.838	3 13/16	3.8125
42.466	1 43/64	1.6719	64.294	2 17/32	2.5312	97.0		3.8189
42.5		1.6732	65.0		2.5591	98.0		3.8583
42.862	1 11/16	1.6875	65.088	2 9/16	2.5625	98.425	3 7/8	3.8750
43.0		1.6929	65.881	2 19/32	2.5938	99.0		3.8976
43.259	1 45/64	1.7031	66.0		2.5984	100.0		3.9370
43.5		1.7126	66.675	2 5/8	2.6250	100.012	3 15/16	3.9375
43.656	1 23/32	1.7188	67.0		2.6378	101.6	4	4.0000
44.0		1.7323	67.469	2 21/32	2.6562			

# Všeobecné informace

## tabulka řezných rychlostí

ŘEZNÁ RYCHLOST								
m/min stopa/min		5	8	10	15	20	25	30
		16	26	32	50	66	82	98
Průměr nástroje		ot/min						
mm	Inch							
1,00		1592	2546	3138	4775	6366	7958	9549
1,50		1061	1698	2122	3183	4244	5305	6366
2,00		796	1273	1592	2387	3183	3979	4775
2,50		637	1019	1273	1910	2546	3183	3820
3,00		531	849	1061	1592	2122	2653	3183
3,18	1/8	500	801	1001	1501	2002	2502	3003
3,50		455	728	909	1364	1819	2274	2728
4,00		398	637	796	1194	1592	1989	2387
4,50		354	566	707	1061	1415	1768	2122
4,76	3/16	334	535	669	1003	1337	1672	2006
5,00		318	509	637	955	1273	1592	1910
6,00		265	424	531	796	1061	1326	1592
6,35	1/4	251	401	501	752	1003	1253	1504
7,00		227	364	455	682	909	1137	1364
7,94	5/16	200	321	401	601	802	1002	1203
8,00		199	318	398	597	796	995	1194
9,00		177	283	354	531	707	884	1061
9,53	3/8	167	267	334	501	668	835	1002
10,00		159	255	318	477	637	796	955
11,11	7/16	143	229	287	430	573	716	860
12,00		133	212	265	398	531	663	796
12,70	1/2	125	201	251	376	501	627	752
14,00		114	182	227	341	455	568	682
14,29	9/16	111	178	223	334	446	557	668
15,00		106	170	212	318	424	531	637
15,88	5/8	100	160	200	301	401	501	601
16,00		99	159	199	298	398	497	597
17,46	11/16	91	146	182	273	365	456	547
18,00		88	141	177	265	354	442	531
19,05	3/4	84	134	167	251	334	418	501
20,00		80	127	159	239	318	398	477
24,00		66	106	133	199	265	332	398
25,00		64	102	127	191	255	318	382
27,00		59	94	118	177	236	295	354
30,00		53	85	106	159	212	265	318
32,00		50	80	99	149	199	249	298
36,00		44	71	88	133	177	221	265
40,00		40	64	80	119	159	199	239
50,00		32	51	64	95	127	159	191

Pokud není konkrétní hodnota uvedena, můžete dopočítat e.g. pro 120 m/min, sečtete hodnoty pro 110 a 10

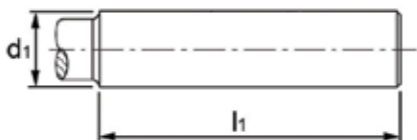
## Všeobecné informace

ŘEZNÁ RYCHLOST								
40	50	60	70	80	90	100	110	150
130	165	197	230	262	296	330	362	495
ot/min								
12732	15916	19099	22282	25465	28648	31831	35014	47747
8488	10610	12732	14854	16977	19099	21221	23343	31831
6366	7958	9549	11141	12732	14324	15916	17507	23873
5093	6366	7639	8913	10186	11459	12732	14006	19099
4244	5305	6366	7427	8488	9549	10610	11671	15916
4004	5005	6006	7007	8008	9009	10010	11011	15015
3638	4547	5457	6366	7176	8185	9095	10004	13642
3183	3979	4775	5570	6366	7162	7958	8754	11937
2829	3537	4244	4951	5659	6366	7074	7781	10610
2675	3344	4012	4681	5350	6018	6687	7356	10031
2546	3183	3820	4456	5093	5730	6366	7003	9549
2122	2653	3183	3714	4244	4775	5305	5836	7958
2005	2506	3008	3509	4010	4511	5013	5514	7519
1819	2274	2728	3183	3638	4093	4547	5002	6821
1604	2004	2405	2806	3207	3608	4009	4410	6013
1592	1989	2387	2785	3183	3581	3979	4377	5968
1415	1768	2122	2476	2829	3183	3537	3890	5305
1336	1670	2004	2338	2672	3006	3340	3674	5010
1273	1592	1910	2228	2546	2865	3183	3501	4775
1146	1433	1719	2006	2292	2579	2865	3152	4298
1061	1326	1592	1857	2122	2387	2653	2918	3979
1003	1253	1504	1754	2005	2256	2506	2757	3760
909	1137	1364	1592	1819	2046	2274	2501	3410
891	1114	1337	1559	1782	2005	2228	2450	3341
849	1061	1273	1485	1698	1910	2122	2334	3183
802	1002	1203	1403	1604	1804	2004	2205	3007
796	995	1194	1393	1592	1790	1989	2188	2984
729	912	1094	1276	1458	1641	1823	2005	2735
707	884	1061	1238	1415	1592	1768	1945	2653
668	835	1003	1170	1337	1504	1671	1838	2506
637	796	955	1114	1273	1432	1592	1751	2387
531	663	796	928	1061	1194	1326	1459	1989
509	637	764	891	1019	1146	1273	1401	1910
472	589	707	825	943	1061	1179	1297	1768
424	531	637	743	849	955	1061	1167	1592
398	497	597	696	796	895	995	1094	1492
354	442	531	619	707	796	884	973	1326
318	398	477	557	637	716	796	875	1194
255	318	382	446	509	573	637	700	955

## Všeobecné informace

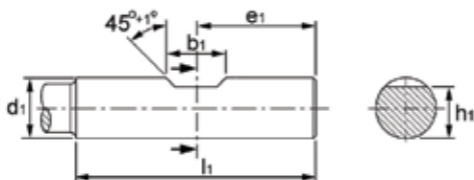
### Popis stopky a rozměry

#### PŘÍMÁ STOPKA DLE DIN 6535 HA

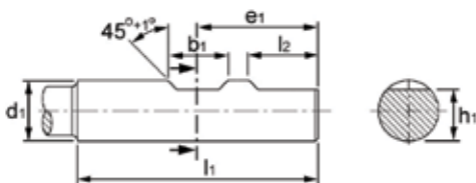


#### PŘÍMÁ STOPKA DLE DIN 6535 HB

pro  $d_1 = 6$  až  $20$  mm



pro  $d_1 = 25$  až  $32$  mm

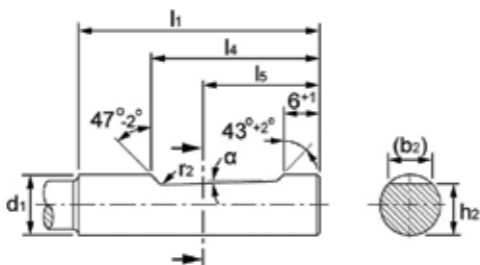


## Všeobecné informace

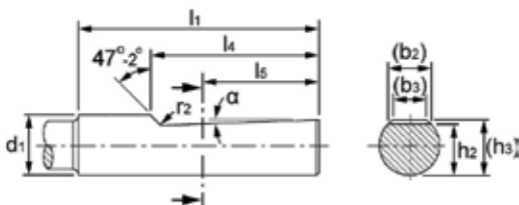
<b>d<sub>1</sub></b> <b>h6</b> <b>mm</b>	<b>l<sub>1</sub></b> <b>+2</b> <b>mm</b>	<b>b<sub>1</sub></b> <b>+0,05</b> <b>mm</b>	<b>e<sub>1</sub></b> <b>-1</b> <b>mm</b>	<b>l<sub>2</sub></b> <b>+1</b> <b>mm</b>	<b>h<sub>1</sub></b> <b>h11</b> <b>mm</b>
2	28	-	-	-	-
3	28	-	-	-	-
4	28	-	-	-	-
5	28	-	-	-	-
6	36	4,2	18	-	5,1
8	36	5,5	18	-	6,9
10	40	7	20	-	8,5
12	45	8	22,5	-	10,4
14	45	8	22,5	-	12,7
16	48	10	24	-	14,2
18	48	10	24	-	16,2
20	50	11	25	-	18,2
25	56	12	32	17	23,0
32	60	14	36	19	30,0

## Všeobecné informace

### PŘÍMÁ STOPKA DLE DIN 6535 HE pro $d_1 = 6$ až 20 mm



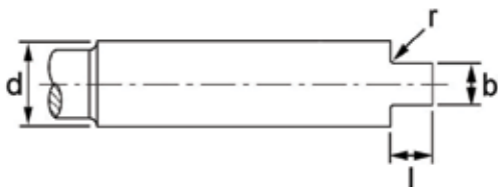
pro  $d_1 = 25$  až 32 mm



$d_1$ $h_6$ mm	$l_1$ $+2$ mm	$l_4$ $-1$ mm	$l_5$ mm	$r_2$ mm	$\alpha$ $-30^\circ$	$(b_2)$ $\approx$ mm	$(b_3)$ mm	$h_2$ $h_{11}$ mm	$(h_3)$ mm
6	36	25	18	1,2	$2^\circ$	4,3	-	5,1	-
8	36	25	18	1,2	$2^\circ$	5,5	-	6,9	-
10	40	28	20	1,2	$2^\circ$	7,1	-	8,5	-
12	45	33	22,5	1,2	$2^\circ$	8,2	-	10,4	-
14	45	33	22,5	1,2	$2^\circ$	8,1	-	12,7	-
16	48	36	24	1,6	$2^\circ$	10,1	-	14,2	-
18	48	36	24	1,6	$2^\circ$	10,8	-	16,2	-
20	50	38	25	1,6	$2^\circ$	11,4	-	18,2	-
25	56	44	32	1,6	$2^\circ$	13,6	9,3	23,0	24,1
32	60	48	35	1,6	$2^\circ$	15,5	9,9	30,0	31,2

## Všeobecné informace

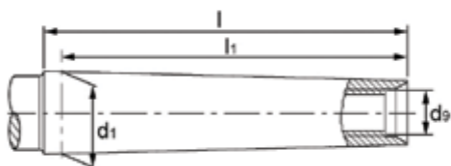
### PŘÍMÁ STOPKA DLE DIN 1809



Rozměrová řada d mm				b h12 mm	l ± IT16 mm	r mm
Přes	3,0	do	3,5	1,6	2,2	
Přes	3,5	do	4,0	2	2,2	
Přes	4,0	do	4,5	2,2	2,5	0,2
Přes	4,5	do	5,5	2,5	2,5	
Přes	5,5	do	6,5	3	3	
Přes	6,5	do	8,0	3,5	3,5	
Přes	8,0	do	9,5	4,5	4,5	
Přes	9,5	do	11,0	5	5	
Přes	11,0	do	13,0	6	6	0,4
Přes	13,0	do	15,0	7	7	
Přes	15,0	do	18,0	8	8	
Přes	18,0	do	21,0	10	10	

## Všeobecné informace

### STOPKA MORSE KUŽEL DLE DIN 228 A

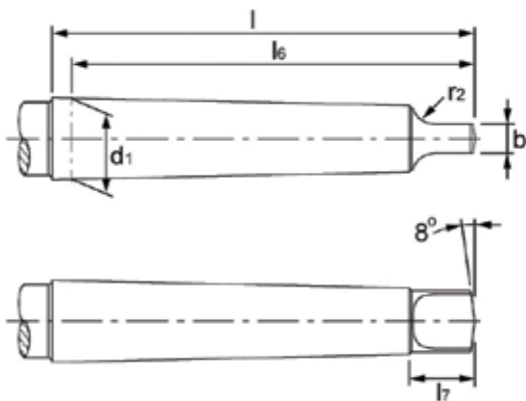


Morse kužel č.	$d_1$ mm	$d_2$ mm	$l_1$ max mm	$l$ mm	Kužel na mm / pr.
0	9,045	-	50	53	0,05205
1	12,065	M6	53,5	57	0,04988
2	17,780	M10	64	69	0,04995
3	23,825	M12	81	86	0,05020
4	31,267	M16	102,5	109	0,05194
5	44,399	M20	129,5	136	0,05263
6	63,348	M24	182	190	0,05214



## Všeobecné informace

### STOPKA MORSE KUŽEL DLE DIN DIN 228 B



Morse kužel č.	$d_1$ mm	$d_2$ mm	$b$ h13 mm	$r_2$ mm	$l_7$ max mm	$l$ mm	Kužel na mm / pr.
0	9,045	56,5	3,9	4	10,5	59,5	0,05205
1	12,065	62	5,2	5	13,5	65,5	0,04988
2	17,780	75	6,3	6	16	80	0,04995
3	23,825	94	7,9	7	20	99	0,05020
4	31,267	117,5	11,9	8	24	124	0,05194
5	44,399	149,5	15,9	10	29	156	0,05263
6	63,348	210	19	13	40	218	0,05214

# Všeobecné informace

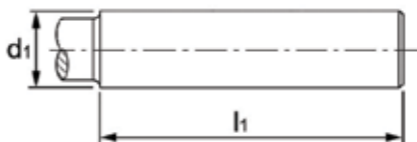
## PŘÍMÁ STOPKA DLE DIN 10



Rozměrová řada d h9 mm				a h11	l
Přes	1,32	do	1,50	1,12	4
Přes	1,50	do	1,70	1,25	4
Přes	1,70	do	1,90	1,40	4
Přes	1,90	do	2,12	1,60	4
Přes	2,12	do	2,36	1,80	4
Přes	2,36	do	2,65	2,00	4
Přes	2,65	do	3,00	2,24	5
Přes	3,00	do	3,35	2,50	5
Přes	3,35	do	3,75	2,80	5
Přes	3,75	do	4,25	3,15	6
Přes	4,25	do	4,75	3,55	6
Přes	4,75	do	5,30	4,00	7
Přes	5,30	do	6,00	4,50	7
Přes	6,00	do	6,70	5,00	8
Přes	6,70	do	7,50	5,60	8
Přes	7,50	do	8,50	6,30	9
Přes	8,50	do	9,50	7,10	10
Přes	9,50	do	10,6	8,00	11
Přes	10,6	do	11,8	9,00	12
Přes	11,8	do	13,2	10,0	13
Přes	13,2	do	15,0	11,2	14
Přes	15,0	do	17,0	12,5	16
Přes	17,0	do	19,0	14,0	18
Přes	19,0	do	21,2	16,0	20
Přes	21,2	do	23,6	18,0	22
Přes	23,6	do	26,5	20,0	24
Přes	26,5	do	30,0	22,4	26
Přes	30,0	do	33,5	25,0	28
Přes	33,5	do	37,5	28,0	31
Přes	37,5	do	42,5	31,5	34
Přes	42,5	do	47,5	35,5	38
Přes	47,5	do	53,0	40,0	42

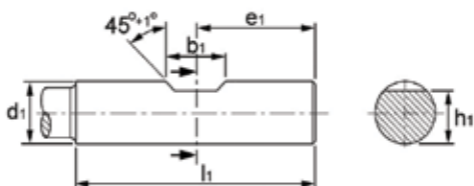
## Všeobecné informace

### PŘÍMÁ STOPKA DLE DIN 1835 A

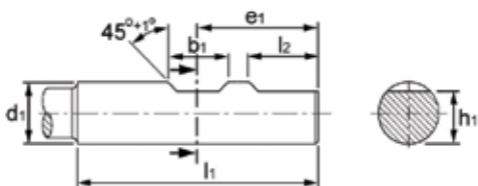


### PŘÍMÁ STOPKA DLE DIN 1835B

pro  $D_1 = 6$  až 20 mm



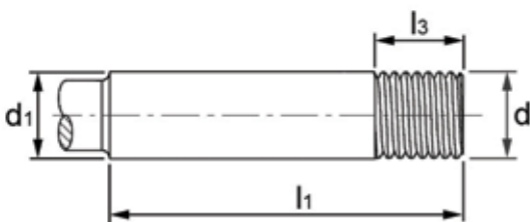
pro  $D_1 = 25$  až 63 mm



## Všeobecné informace

$d_1$ A=h8 B=h6 mm	$l_1$ +2 mm	$b_1$ +0,05 mm	$e_1$ -1 mm	$l_2$ +1 mm	$h_1$ h13 mm
3	28	-	-	-	-
4	28	-	-	-	-
5	28	-	-	-	-
6	36	4,2	18	-	4,8
8	36	5,5	18	-	6,6
10	40	7	20	-	8,4
12	45	8	22,5	-	10,4
16	48	10	24	-	14,2
20	50	11	25	-	18,2
25	56	12	32	17	23
32	60	14	36	19	30
40	70	14	40	19	38
50	80	18	45	23	47,8
63	90	18	50	23	60,8

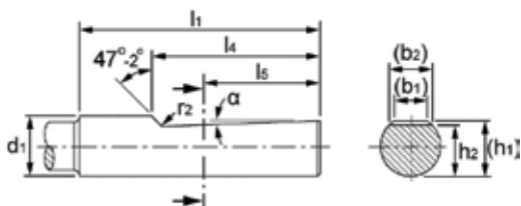
## PŘÍMÁ STOPKA DLE DIN 1835 D



$d_1$ h6 mm	$l_1$ +2 mm	$l_3$ +2 mm	d nominální rozměr	d vnější Ø mm	d malý Ø mm
6	36	10	W 5,90-20	5,9	4,27
10	40	10	W 9,90-20	9,9	8,27
12	45	10	W 11,90-20	11,9	10,27
16	48	10	W 15,90-20	15,9	14,27
20	50	15	W 19,90-20	19,9	18,27
25	56	15	W 24,90-20	24,9	23,27
32	60	15	W 31,90-20	31,9	30,27

## Všeobecné informace

### PŘÍMÁ STOPKA DLE DIN 1835 E



$d_1$ h6 mm	$l_1$ +2 mm	$l_4$ -1 mm	$l_5$ mm	$r_2$ min mm	$\alpha$ -30' ° mm	$(b_2)$ mm	$(b_1)$ ≈ mm	$h_2$ h13 mm	$(h_1)$ mm
6	36	25	18	1,2	2°	4,8	3,5	4,8	5,4
8	36	25	18	1,2	2°	6,1	4,7	6,6	7,2
10	40	28	20	1,2	2°	7,3	5,7	8,4	9,1
12	45	33	22,5	1,2	2°	8,2	6,0	10,4	11,2
16	48	36	24	1,6	2°	10,1	7,6	14,2	15,0
20	50	38	25	1,6	2°	11,5	8,4	18,2	19,1
25	56	44	32	1,6	2°	13,6	9,3	23,0	24,1
32	60	48	35	1,6	2°	15,5	9,9	30,0	31,2

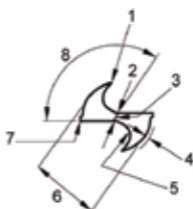
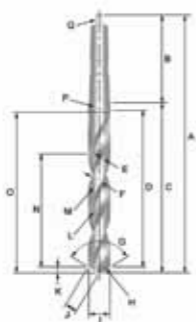




**Vrtání**

# Vrtání

## NÁZVOSLOVÍ



- A. Celková délka
- B. Stopka
- C. Tělo
- D. Zpětná kuželovitost
- E. Šířka fazety
- F. Šířka těla mezi drážkami
- G. Úhel špičky
- H. Hlavní ostří
- I. Průměr vrtáku
- J. Délka hlavního ostří
- K. Výška špičky
- L. Drážka
- M. Hřbet těla, odlehčení
- N. Funkční délka šroubovice
- O. Délka drážky
- P. Kroužek
- Q. Unašeč

- 1. Zadní hrana
- 2. Tloušťka jádra
- 3. Příčné ostří
- 4. Hloubka podbroušení
- 5. Drážka
- 6. Průměr hřbetu těla
- 7. Vnější roh
- 8. Úhel příčného ostří
- 9. Kuželovitost jádra  
(pro názornost znázorněno přehnaně)
- 10. Axiální úhel sklonu čela na okraji
- 11. Úhel hřbetu
- 12. Hřbet
- 13. Roh příčného ostří



# Vrtání

## VŠEOBECNÉ POKYNY PRO VRTÁNÍ

1. Vyberte vrták, který je na danou aplikaci nejvhodnější, uvažujte o obráběném materiálu, vlastnostech stroje a použití chlazení.
2. Nepřesnosti v souososti a nestabilita vřetene mohou způsobit zničení vrtáku i obráběné součásti - vždy zajistěte maximální možnou stabilitu. Ta může být vylepšena použitím nejkratšího možného vrtáku pro danou operaci.
3. Upnutí nástroje je při vrtání důležité, vrták nesmí být při vrtání zatlačován ani vytahován z upínače.
4. Upnutí vrtáků s Morse stopkou musí být správně nastaveno, dosedací plochy musejí být čisté, používejte gumové kladivo k naražení vrtáku do upínače.
5. Při vrtání je doporučeno použít chlazení a mazání, které musí být přivedeno na břit vrtáku v dostatečné míře a bez přerušování.
6. Při vrtání je základem správný odvod materiálu ve formě třísek. Třísky se nesmí zasekávat v drážkách vrtáku.
7. Při přebrušování vrtáku dbejte na dodržení geometrie špičky a odstraňte veškeré opotřebení.

## Vrtání

### **VOLBA VRTÁKU**

Dormer nabízí širokou řadu standardních a speciálních vrtáků různých materiálů i geometrií optimalizovaných k dosažení nejlepších výsledků v konkrétních materiálech.

- OBRÁBĚNÝ MATERIÁL
- HLOUBKA DÍRY
- MOŽNOSTI STROJE
- POUŽITÉ CHLAZENÍ
- STAV STROJE
- POŽADAVKY NA PRODUKTIVITU
- DRUH UPNUTÍ
- STABILITA UPNUTÍ OBROBKU
- HORIZONTÁLNÍ NEBO VERTIKÁLNÍ OBRÁBĚNÍ
- ROTUJÍCÍ VRTÁK NEBO OBROBEK
- ODCHOD TŘÍSKY
- POŽADAVKY NA PŘESNOST DÍRY

Například pomalá šroubovice se hodí pro obrábění materiálů s krátkou třískou, rychlá šroubovice pro tažné materiály s dlouhou třískou.

Při volbě vrtáku zvažte vlivy těchto faktorů:

## Vrtání

### **VÝBĚR VRTÁKŮ, POSUVŮ A ŘEZNÝCH RYCHLOSTÍ PRO RŮZNÉ SKUPINY MATERIÁLŮ.**

Vrtáky mohou být vybrány podle katalogu nebo podle Product Selectoru. Kromě zmíněných vlivů je třeba při výběru zvážit další faktory:

**MATERIÁL VRTÁKU** - použité substráty mohou být HSS, HSCo nebo slinutý karbid. Každý ze substrátů má určité výhody při obrábění určitých materiálů. Například HSS je houževnatější s relativně nižší tvrdostí. Slinutý karbid má nízkou odolnost vůči nárazům a pružnost, ale zároveň vysokou tvrdost.

### **GEOMETRIE VRTÁKU**

- různé obráběné materiály vyžadují různé geometrie vrtáků. Univerzální vrtáky zvládají vrtat širokou řadu materiálů. Vrtáky, které jsou speciálně navrženy na obrábění konkrétního materiálu je třeba používat právě do tohoto materiálu. Například vrtáky na nerez, hliník nebo plasty.

**POVLAKOVÁNÍ** - nabízí se řada povlaků např. titan nitrid, titan aluminium nitrid, které zvyšují výkon vrtáku, mají různou povrchovou tvrdost, teplotní odolnost a nízký koeficient tření.

Kombinace všech nebo jen některých uvedených faktorů způsobují, že produktová řada vrtáků, ze které je možno vybírat, je velmi široká. Od nezákladnějších HSS vrtáků bez povlaku, až po nejvýkonnější karbidové vrtáky s tvrdým povlakem TiAlNi.

## Vrtání

### ROZMĚR DÍRY

Substráty a povlaky jsou stále vylepšovány, schopnost vrtat přesnější díry se zlepšuje. Obecně vzato, standardní vrták dosahuje přesnosti díry v tol. H12. Nejlepší vrtáky s komplexní geometrií dosahují za splnění určitých podmínek díry v toleranci H8.

- HSS základní vrták – H12
- HSS / HSCo vrták s parabolickou konstrukcí drážky (PFX) – H10
- HSS / HSCo výkonné, povlakované TiN/ TiALN (ADX) – H9
- Karbidové výkonné vrtáky s povlakem TiN / TiALN (CDX) – H8

### NOMINÁLNÍ ROZMĚR DÍRY (mm)

Ø (mm)	H8	H9	H10	H12
≤ 3	0 / +0.014	0 / +0.025	0 / +0.040	0 / +0.100
> 3 ≤ 6	0 / +0.018	0 / +0.030	0 / +0.048	0 / +0.120
> 6 ≤ 10	0 / +0.022	0 / +0.036	0 / +0.058	0 / +0.150
> 10 ≤ 18	0 / +0.027	0 / +0.043	0 / +0.070	0 / +0.180
> 18 ≤ 30	0 / +0.033	0 / +0.052	0 / +0.084	0 / +0.210

### NOMINÁLNÍ ROZMĚR DÍRY (palcový)

Ø (palcový)	H8	H9	H10	H12
≤ .1181	0 / +0.0006	0 / +0.0010	0 / +0.0016	0 / +0.0040
>.1181≤.2362	0 / +0.0007	0 / +0.0012	0 / +0.0019	0 / +0.0048
>.2362 ≤.3937	0 / +0.0009	0 / +0.0015	0 / +0.0023	0 / +0.0059
>.3937≤.7087	0 / +0.0011	0 / +0.0017	0 / +0.0028	0 / +0.0071
>.7087≤1.1811	0 / +0.0013	0 / +0.0021	0 / +0.0033	0 / +0.0083

## Vrtání

Vzhledem k možnosti výroby přesnějších děr vrtáním, je třeba také vzít v úvahu následující operaci, závitování a vystružování.

V některých případech je vhodné zvětšit průměr vrtáku oproti tabulkovým hodnotám, protože vyvrtaná díra je velmi přesná.

### ŘEZNÁ RYCHLOST A POSUV U STUPŇOVITÉHO VRTÁKU

Při výpočtu řezné rychlosti a posuvu u stupňovitých vrtáků, použijeme jednoduché pravidlo. Největší průměr použijeme pro výpočet řezné rychlosti a nejmenší průměr k výpočtu posuvu.

### VNITŘNÍ CHLAZENÍ

K zajištění vydatného přívodu kapaliny na břit vrtáku je vhodné použít vnitřní chlazení, sníží se teplotní zatížení a tím zlepší životnost. Vysoce výkonné vrtáky vyžadují vyšší tlak kapaliny, kapalina nejen chladí, ale také napomáhá odvodu třísek z místa řezu při vysokých posuvech. Obecně, čím vyšší je tlak, tím efektivnější je chlazení a odvod třísek. Pro produktivní obrábění by měl být tlak kapaliny min. 20 barů.

### RADIÁLNÍ HÁZIVOST

Házivost se měří u špičky vrtáku, který je upnutý v upínači a otáčením změříme velikost házivosti.

Karbidové vrtáky, max. 0.02 mm / 0.0008inch

Výkonné HSS vrtáky max. 0.11 mm / 0.004inch

Pro základní HSS vrtáky použijte výpočet 0.11 mm / 0.004inch x (celková délka/průměr)+0.03 mm / 0.001inch

# Vrtání

## TYP DRÁŽKY

POPIS	DRÁŽKA	POUŽITÍ
 H	Typ H - pomalá spirála (10° až 20° úhel šrubovice)	Vrtáky na plasty a mosaz
 N	Typ N - standardní spirála (21° až 34° úhel šrubovice)	Vrtáky na všeobecné použití
 W	Typ W - rychlá spirála (35° až 45° úhel šrubovice)	Vrtáky na nerez, hliník. Výkonné vrtáky

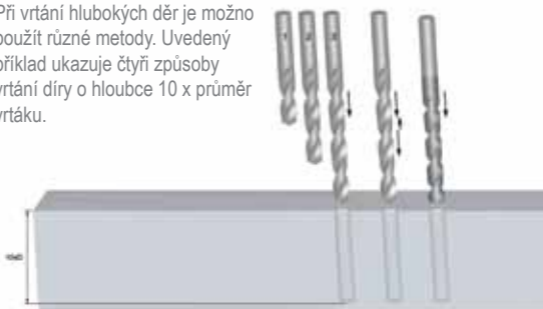
## TYP ŠPIČKY

POPIS	TYP ŠPIČKY
	4 fazetová špička
	Letecký standard NAS 907
	Zeslabení špičky. Použito na velkých průměrech s velkým příčným ostřím
	PS geometrie špičky vrtáku A002. Dormer konstrukce
	Speciální špička. Dormer konstrukce špičky ADX a CDX

# Vrtání

## VRTÁNÍ HLUBOKÝCH DĚR

Při vrtání hlubokých děr je možno použít různé metody. Uvedený příklad ukazuje čtyři způsoby vrtání díry o hloubce 10 x průměr vrtáku.



	Postupné vrtání	Vytahovací cykly	Vrtání na jeden průchod	Vrtání na jeden průchod
<b>Počet vrtáků</b>	3 (2,5xD, 6xD, 10xD)	2 (2,5xD,10xD)	1 (10xD)	1 (10xD)
<b>Typ vrtáků</b>	Standardní geometrie, všeobecné použití	2,5xD ADX nebo PFX 10xD PFX	Standardní geometrie, všeobecné použití	Geometrie PFX nebo geometrie na daný materiál.
<b>+ / -</b>	Drahé, časově náročné	Efektivnější, rychlé	Pomalé	Efektivní, rychlé

# Vrtání

## STANDARDNÍ DÉLKA A DÉLKA ŠROUBOVICE - DIN



$d_1$	DIN 1897		DIN 338		DIN 340		DIN 1869						DIN 6537				DIN 345	
	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
							Series 1	Series 2	Series 3	K	L							
≤ 0,24	19	1,5	19	2,5														
≤ 0,30	19	1,5	19	3														
≤ 0,38	19	2	19	4														
≤ 0,48	19	2,5	20	5														
≤ 0,53	20	3	22	6	32	12												
≤ 0,60	21	3,5	24	7	35	15												
≤ 0,67	22	4	26	8	38	18												
≤ 0,75	23	4,5	28	9	42	21												
≤ 0,85	24	5	30	10	46	25												
≤ 0,95	25	5,5	32	11	51	29												
≤ 1,06	26	6	34	12	56	33												
≤ 1,18	28	7	36	14	60	37												
≤ 1,32	30	8	38	16	65	41												
≤ 1,50	32	9	40	18	70	45												
≤ 1,70	34	10	43	20	75	50	115	75										
≤ 1,90	36	11	46	22	80	53	115	75										
≤ 2,12	38	12	49	24	85	56	125	85	160	110	205	135						
≤ 2,36	40	13	53	27	90	59	135	90	160	110	215	145						
≤ 2,65	43	14	57	30	95	62	140	95	160	110	225	150						
≤ 3,00	46	16	61	33	100	66	150	100	190	130	240	160	62	20	66	28	114	33
≤ 3,20	49	18	65	36	106	69	155	105	200	135	240	170	62	20	66	28	117	36
≤ 3,35	49	18	65	36	106	69	155	105	200	135	240	170	62	20	66	28	120	39
≤ 3,75	52	20	70	39	112	73	165	115	210	145	265	180	62	20	66	28	120	39
≤ 4,25	55	22	75	43	119	78	175	120	220	150	280	190	66	24	74	36	124	43
≤ 4,75	58	24	80	47	126	82	185	125	235	160	295	200	66	24	74	36	128	47
≤ 5,30	62	26	86	52	132	87	195	135	245	170	315	210	66	28	82	44	133	52
≤ 6,00	66	28	93	57	139	91	205	140	260	180	330	225	66	28	82	44	138	57
≤ 6,70	70	31	101	63	148	97	215	150	275	190	350	235	79	34	91	53	144	63
≤ 7,50	74	34	109	69	156	102	225	155	290	200	370	250	79	36	91	53	150	69
≤ 8,50	79	37	117	75	165	109	240	165	305	210	390	265	89	40	103	61	156	75
≤ 9,50	84	40	125	81	175	115	250	175	320	220	410	280	89	40	103	61	162	81



# Vrtání

## STANDARDNÍ DÉLKA A DÉLKA ŠROUBOVICE - DIN



$d_1$	DIN 1897		DIN 338		DIN 340		DIN 1869						DIN 6537				DIN 345	
	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$
mm	mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm	
							Series 1		Series 2		Series 3		K		L			
≤ 10,60	89	43	133	87	184	121	265	185	340	235	430	295	102	55	118	70	168	87
≤ 11,80	95	47	142	94	195	128	280	195	365	250			102	55	118	70	175	94
≤ 13,20	102	51	151	101	205	134	295	205	375	260			107	60	124	76	182	101
≤ 14,00	107	54	160	108	214	140							107	60	124	76	189	108
≤ 15,00	111	56	169	114	220	144							115	65	133	82	212	114
≤ 16,00	115	58	178	120	227	149							115	65	133	82	218	120
≤ 17,00	119	60	184	125	235	154							123	73	143	91	223	125
≤ 18,00	123	62	191	130	241	158							123	73	143	91	228	130
≤ 19,00	127	64	198	135	247	162							131	79	153	99	233	135
≤ 20,00	131	66	205	140	254	166							131	79	153	99	238	140
≤ 21,20	136	68			261	171											243	145
≤ 22,40	141	70			268	176											248	150
≤ 23,00	141	70			268	176											253	155
≤ 23,60	146	72			275	180											276	155
≤ 25,00	151	75			282	185											281	160
≤ 26,50	156	78			290	190											286	165
≤ 28,00	162	81			298	195											291	170
≤ 30,00	168	84			307	201											296	175
≤ 31,50	174	87			316	207											301	180
≤ 31,75	180	90															306	185
≤ 33,50	180	90															334	185
≤ 35,50	186	93															339	190
≤ 37,50	193	96															344	195
≤ 40,00	200	100															349	200
≤ 42,50	207	104															354	205
≤ 45,00	214	108															359	210
≤ 47,50	221	112															364	215
≤ 50,00	228	116															369	220

# Vrtání

## STANDARDNÍ DÉLKA A DÉLKA ŠROUBOVICE - DIN



Palcový rozměr (decimální)	Metrický rozměr	Délky		Základní délka		Délka kuželovitosti		Morse kužel délka	
		$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$
$d_1$	$d_1$	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch
0.0059-0.0079	0.150-0.200			3/4	1/16				
0.0083-0.0100	0.211-0.254			3/4	5/64				
0.0105-0.0130	0.267-0.330			3/4	3/32				
0.0135-0.0145	0.343-0.368			3/4	1/8				
0.0150-0.0157	0.380-0.400			3/4	3/16				
0.0160-0.0200	0.406-0.508			7/8	3/16				
0.0210-0.0225	0.533-0.572			1.	1/4				
0.0236-0.0250	0.600-0.635			1.1/8	5/16				
0.0256-0.0280	0.650-0.711			1.1/4	3/8				
0.0292-0.0330	0.742-0.838			1.3/8	1/2				
0.0335-0.0380	0.850-0.965			1.1/2	5/8				
0.0390-0.420	0.991-1.067	1.3/8	1/2	1.5/8	11/16	2.1/4	1.1/8		
0.0430-0.0469	1.092-1.191	1.3/8	1/2	1.3/4	3/4	2.1/4	1.1/8		
0.0472-0.0625	1.200-1.588	1.5/8	5/8	1.7/8	7/8	3.	1.3/4		
0.0630-0.0635	1.600-1.613	1.11/16	11/16	1.7/8	7/8	3.3/4	2.		
0.0650-0.0781	1.650-1.984	1.11/16	11/16	2.	1.	3.3/4	2.		
0.0785-0.0787	1.994-2.000	1.11/16	11/16	2.	1.	4.1/4	2.1/4		
0.0807-0.0860	2.050-2.184	1.3/4	3/4	2.1/8	1.1/8	4.1/4	2.1/4		
0.0866-0.0938	2.200-2.383	1.3/4	3/4	2.1/4	1.1/4	4.1/4	2.1/4		
0.0945-0.0995	2.400-2.527	1.13/16	13/16	2.3/8	1.3/8	4.5/8	2.1/2		
0.1015-0.1065	2.578-2.705	1.13/16	13/16	2.1/2	1.7/16	4.5/8	2.1/2		
0.1094	2.779	1.13/16	13/16	2.5/8	1.1/2	4.5/8	2.1/2		
0.1100.1130	2.794-2.870	1.7/8	7/8	2.5/8	1.1/2	5.1/8	2.3/4		
0.1142-0.1160	2.900-2.946	1.7/8	7/8	2.3/4	1.5/8	5.1/8	2.3/4		
0.1181-0.1250	3.000-3.175	1.7/8	7/8	2.3/4	1.5/8	5.1/8	2.3/4	5.1/8	1.7/8
0.1260-0.1285	3.200-3.264	1.15/16	15/16	2.3/4	1.5/8	5.3/8	3.	5.3/8	2.1/8
0.1299-0.1406	3.300-3.571	1.15/16	15/16	2.7/8	1.3/4	5.3/8	3	5.3/8	2.1/8
0.1417-0.1496	3.600-3.800	2.1/16	1.	3.	1.7/8	5.3/8	3	5.3/8	2.1/8
0.1520-0.1562	3.861-3.967	2.1/16	1.	3.1/8	2.	5.3/8	3	5.3/8	2.1/8
0.1570	3.988	2.1/8	1.1/16	3.1/8	2.	5.3/4	3.3/8		
0.1575-0.1719	4.000-4.366	2.1/8	1.1/16	3.1/4	2.1/8	5.3/4	3.3/8	5.3/4	2.1/2
0.1730-0.1820	4.394-4.623	2.3/16	1.1/8	3.3/8	2.3/16	5.3/4	3.3/8	5.3/4	2.1/2
0.1850-0.1875	4.700-4.762	2.3/16	1.1/8	3.1/2	2.5/16	5.3/4	3.3/8	5.3/4	2.1/2
0.1890-0.1910	4.800-4.851	2.1/4	1.3/16	3.1/2	2.5/16	6.	3.5/8	6.	2.3/4
0.1929-0.2031	4.900-5.159	2.1/4	1.3/16	3.5/8	2.7/16	6.	3.5/8	6.	2.3/4
0.2040-0.2188	5.182-5.558	2.3/8	1.1/4	3.3/4	2.1/2	6.	3.5/8	6.	2.3/4

Metrické ekvivalenty naleznete na str. 42 - 45

# Vrtání

## STANDARDNÍ DÉLKA A DÉLKA ŠROUBOVICE - ANSI



Palcový rozměr (decimální)	Metrický rozměr	Délky		Základní délka		Délka kuželovitosti		Morse kužel délka	
		$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$
$d_1$	$d_1$	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch
0.2205-0.2344	5.600-5.954	2.7/16	1.5/16	3.7/8	2.5/8	6.1/8	3.3/4	6.1/8	2.7/8
0.2362-0.2500	6.000-6.350	2.1/2	1.3/8	4.	2.3/4	6.1/8	3.3/4	6.1/8	2.7/8
0.2520	6.400	2.5/8	1.7/16	4.1/8	2.7/8	6.1/4	3.7/8		
0.2559-0.2656	6.500-6.746	2.5/8	1.7/16	4.1/8	2.7/8	6.1/4	3.7/8	6.1/4	3.
0.2660-0.2770	6.756-7.036	2.11/16	1.1/2	4.1/8	2.7/8	6.1/4	3.7/8	6.1/4	3.
0.2795-0.2812	7.100-7.142	2.11/16	1.1/2	4.1/4	2.15/16	6.1/4	3.7/8	6.1/4	3.
0.2835-0.2900	7.200-7.366	2.3/4	1.9/16	4.1/4	2.15/16	6.3/8	4.	6.3/8	3.1/8
0.2913-0.2969	7.400-7.541	2.3/4	1.9/16	4.3/8	3.1/16	6.3/8	4.	6.3/8	3.1/8
0.2992-0.3020	7.600-7.671	2.13/16	1.5/8	4.3/8	3.1/16			6.3/8	3.1/8
0.3031-0.3125	7.700-7.938	2.13/16	1.5/8	4.1/2	3.3/16	6.3/8	4.	6.3/8	3.1/8
0.3150-0.3160	8.000-8.026	2.15/16	1.11/16	4.1/2	3.3/16	6.1/2	4.1/8	6.1/2	3.1/4
0.3189-0.3281	8.100-8.334	2.15/16	1.11/16	4.5/8	3.5/16	6.1/2	4.1/8	6.1/2	3.1/4
0.3307-0.3438	8.400-8.733	3.	1.11/16	4.3/4	3.7/16	6.1/2	4.1/8	6.1/2	3.1/4
0.3465-0.3594	8.800-9.129	3.1/16	1.3/4	4.7/8	3.1/2	6.3/4	4.1/4	6.3/4	3.1/2
0.3622-0.3750	9.200-9.525	3.1/8	1.13/16	5.	3.5/8	6.3/4	4.1/4	6.3/4	3.1/2
0.3770-0.3906	9.576-9.921	3.1/4	1.7/8	5.1/8	3.3/4	7.	4.3/8	7.	3.5/8
0.3937-0.3970	10.000-10.084	3.5/16	1.15/16	5.1/8	3.3/4	7.	4.3/8	7.	3.5/8
0.4016-0.4062	10.200-10.320	3.5/16	1.15/16	5.1/4	3.7/8	7.	4.3/8	7.	3.5/8
0.4130-0.4134	10.490-10.500	3.3/8	2.	5.1/4	3.7/8	7.1/4	4.5/8	7.1/4	3.7/8
0.4219	10.716	3.3/8	2.	5.3/8	3.15/16	7.1/4	4.5/8	7.1/4	3.7/8
0.4252-0.4375	10.800-11.112	3.7/16	2.1/16	5.1/2	4.1/16	7.1/4	4.5/8	7.1/4	3.7/8
0.4409-0.4531	11.200-11.509	3.9/16	2.1/8	5.5/8	4.3/16	7.1/2	4.3/4	7.1/2	4.1/8
0.4646-0.4688	11.800-11.908	3.5/8	2.1/8	5.3/4	4.5/16	7.1/2	4.3/4	7.1/2	4.1/8
0.4724-0.4844	12.000-12.304	3.11/16	2.3/16	5.7/8	4.3/8	7.3/4	4.3/4	8.1/4	4.3/8
0.4921-0.5000	12.500-12.700	3.3/4	2.1/4	6.	4.1/2	7.3/4	4.3/4	8.1/4	4.3/8
0.5039-0.5118	12.800-13.000	3.7/8	2.3/8	6.	4.1/2			8.1/2	4.5/8
0.5156-0.5315	13.096-13.500	3.7/8	2.3/8	6.5/8	4.13/16			8.1/2	4.5/8
0.5433-0.5781	13.800-14.684	4.1/8	2.5/8	6.5/8	4.13/16			8.3/4	4.7/8
0.5807-0.5938	14.750-15.083	4.1/8	2.5/8	7.1/8	5.3/16			8.3/4	4.7/8
0.6004-0.6250	15.250-15.875	4.1/4	2.3/4	7.1/8	5.3/16			8.3/4	4.7/8
0.6299-0.6562	16.000-16.669	4.1/2	2.7/8	7.1/8	5.3/16			9.	5.1/8
0.6594-0.6875	16.750-17.462	4.1/2	2.7/8	7.5/8	5.5/8			9.1/4	5.3/8
0.6890	17.500	4.3/4	3.	7.5/8	5.5/8			9.1/2	5.5/8
0.7031-0.7188	17.859-18.258	4.3/4	3.					9.1/2	5.5/8
0.7283-0.7500	18.500-19.050	5.	3.1/8					9.3/4	5.7/8
0.7656-0.7812	19.446-19.845	5.1/8	3.1/4					9.7/8	6.
0.7879-0.8125	20.000-20.638	5.1/4	3.3/8					10.3/4	6.1/8

Metrické ekvivalenty naleznete na str. 42 - 45

# Vrtání

## STANDARDNÍ DÉLKA A DÉLKA ŠROUBOVICE - ANSI

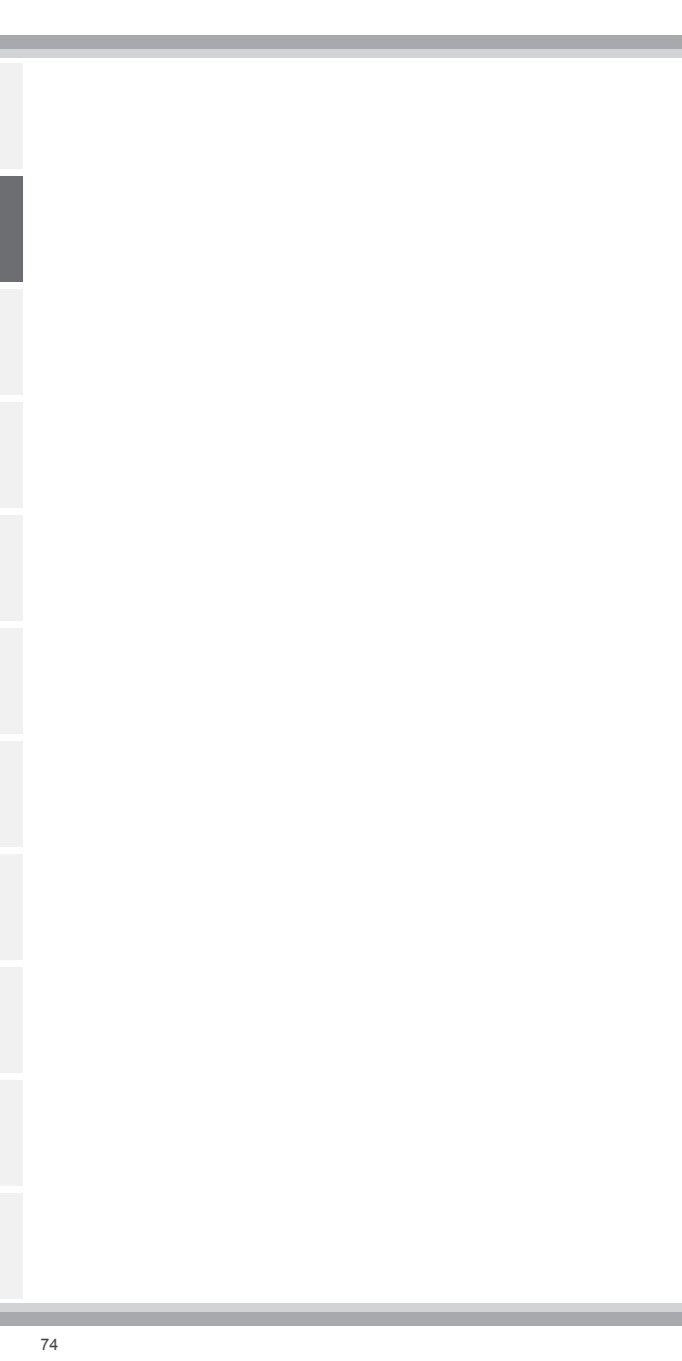


Palcový rozměr (decimální)	Metrický rozměr	Délky		Základní délka		Délka kuželovitosti		Morse kužel délka	
		$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$	$l_1$	$l_2$
$d_1$	$d_1$	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch
0.8268-0.8750	21.000-22.225	5.3/8	3.1/2					10.3/4	6.1/8
0.8858-0.9062	22.500-23.017	5.5/8	3.5/8					10.3/4	6.1/8
0.9219-0.9375	23.416-23.812	5.3/4	3.3/4					10.3/4	6.1/8
0.9449-0.9688	24.000-24.608	5.7/8	3.7/8					11.	6.3/8
0.9843-1.000	25.000-25.400	6.	4.					11.	6.3/8
1.0039-1.0312	25.500-26.192							11.1/8	6.1/2
1.0433-1.0630	26.500-27.000							11.1/4	6.5/8
1.0781-1.0938	27.384-27.783							12.1/2	6.7/8
1.1024-1.1250	28.000-28.575							12.3/4	7.1/8
1.1406-1.562	28.971-29.367							12.7/8	7.1/4
1.1614-1.1875	29.500-30.162							13.	7.3/8
1.2008-1.2188	30.500-30.958							13.1/8	7.1/2
1.2205-1.2500	31.000-31.750							13.1/2	7.7/8
1.2598-1.2812	32.000-32.542							14.1/8	8.1/2
1.2969-1.3125	32.941-33.338							14.1/4	8.5/8
1.3189-1.3438	33.500-34.133							14.3/8	8.3/4
1.3583-1.3750	34.500-34.925							14.1/2	8.7/8
1.3780-1.4062	35.000-35.717							14.5/8	9.
1.4173-1.4375	36.000-36.512							14.3/4	9.1/8
1.4531-1.4688	36.909-37.308							14.7/8	9.1/4
1.4764-1.5000	37.500-38.100							15.	9.3/8
1.5312	38.892							16.3/8	9.3/8
1.5354-1.5625	39.000-39.688							16.5/8	9.5/8
1.5748-1.5938	40.000-40.483							16.7/8	9.7/8
1.6094-1.6250	40.879-41.275							17.	10.
1.6406-1.8438	41.671-46.833							17.1/8	10.1/8
1.8504-2.0312	47.000-51.592							17.3/8	10.3/8
2.0472-2.1875	52.000-55.563							17.3/8	10.1/4
2.2000-2.3750	56.000-60.325							17.3/8	10.1/8
2.4016-2.500	61.000-63.500							18.3/4	11.1/4
2.5197-2.6250	64.000-66.675							19.1/2	11.7/8
2.6378-2.7500	67.000-69.850							20.3/8	12.3/4
2.7559-2.8125	70.000-71.438							21.1/8	13.3/8

# Vrtání

## ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ PŘI VRTÁNÍ

Problém	Příčina	Řešení
Zlomený nebo zkroucený unašeč	Nesprávné upnutí stopky v upínači	Ujistěte se, že stopka i upínač jsou čisté a bez poškození
Rozlomení jádra vrtáku	Příliš velký posuv	Snižte posuv
	Nedostatečný podbrus hřbetu	Přebrušte podle správné specifikace
	Příliš velké zeslabení jádra při broušení	Přebrušte podle správné specifikace
	Nárazy na špičku	Vyvarujte se nárazů na špičku vrtáku. Při upínání vrtáků na morse kuželu buďte opatrní při vyrážení a zarážení vrtáku
Opatřené vnější rohy	Příliš vysoká řezná rychlost	Snižte řeznou rychlost nebo je-li to možné, zvýšte posuv
Vylámané vnější fazety	Nestabilní upnutí součásti	Zabraňte pohybu obrobku
Vylámané břity	Hřbet příliš zeslabený po přebroušení	Přebrušte podle správné specifikace
Zlomení vrtáku	Ucpání vrtáku třískami	Použijte vrtací cyklus, vyjždění
	Protáčení vrtáku v upínači	Zajistěte správné upnutí v upínači a ve vřetení
Spirálovité stopy na obrobeném povrchu	Nedostatečný posuv	Zvyšte posuv
	Nepřesnost polohování při zavrtávání	Použijte navrtávák
Rozhozená díra, příliš velká / nekruhovitá díra	Nesprávná geometrie špičky	Zkontrolujte geometrii špičky, viz kapitola přebroušování
	Nedostatečný odvod třísek	Upravte řeznou rychlost, posuv a vrtací cyklus, tak aby třísky odcházely

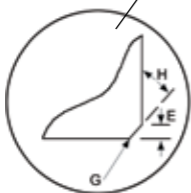
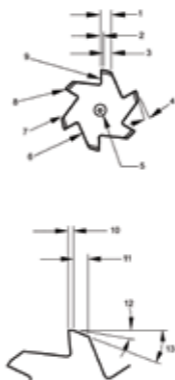




**Vystružování**

# Vystružování

## NÁZVOSLOVÍ



- A** Unašeč
- B** Odlehčení
- C** Odlehčená délka
- D** Délka břitů
- E** Délka náběhové hrany
- F** Průměr
- G** Náběh
- H** Úhel náběhu
- I** Úhel šroubovice
- J** Délka těla
- K** Délka stopky
- L** Celková délka

- 1.** Šířka břitu
- 2.** Válcový zábřit
- 3.** Hřbet
- 4.** Úhel hřbetu
- 5.** Středící důlek
- 6.** Drážka
- 7.** Zadní okraj
- 8.** Břit
- 9.** Čelo
- 10.** Šířka primárního hřbetu
- 11.** Šířka sekundárního hřbetu
- 12.** Úhel primárního hřbetu
- 13.** Úhel sekundárního hřbetu



## Vystružování

### OBECNÁ DOPORUČENÍ K VYSTRUŽOVÁNÍ

Aby mohly výstružníky dosáhnout nejlepších výsledků, musíme je nechat "pracovat". Častou chybou bývá velká předvrtaná díra s příliš malým přídavkem na vystružování. Jestliže má výstružník málo materiálu na brání, nemůže správně odřezávat materiál, odírá se a předčasně opotřebovává, rozměr díry je pak nesprávný. Na druhou stranu je důležité nenechávat přídavek příliš velký. (doporučené hodnoty v tabulce na protější straně).

1. Zvolte správný typ výstružníku a řezná data na danou aplikaci. Ujistěte se, že předvrtané díry mají správný rozměr.
2. Obrobek musí být pevně upnut a vřeteno by nemělo mít vůle.
3. Kleština, do které je výstružník upnut, musí být pevná a kvalitní. Jestliže výstružník zajíždí do kleštiny a posuv je strojní, pak hrozí nebezpečí zalomení nástroje.
4. Při upínání výstružníků s morse stopkou použijte na zaražení gumové kladivo. Ujistěte se, že stopka dobře sedí v redukcích i ve vřeteni, při nepřesném upnutí výstružník může řezat díru větší než je požadováno.
5. Držte vyložení nástroje co nejkratší.
6. Používejte doporučené lubrikanty a zajistěte, aby se kapalina dostala k břitům. Vystružování není náročná obráběcí operace, proto stačí emulze v koncentraci 40:1. Vyfukování vzduchem může být použito při obrábění šedé litiny za sucha.
7. Drážky výstružníku nesmějí být ucpávány třískami.
8. Před přebroušením výstružníku zkontrolujte souostnost mezi hroty. Ve většině případů stačí přebrousit pouze náběh.
9. Udržujte výstružníky nabroušené. Přebroušování je ekonomické a při včasném broušení stačí brousit jen kuželový náběh. Přesnost broušení je důležitá pro kvalitu díry a životnost nástroje.

## Vystružování

### **RUČNÍ / STROJNÍ VÝSTRUŽNÍKY**

Ačkoli ruční i strojní výstružníky mají stejné schopnosti dosažení kvality díry, přesto je třeba podle aplikace rozhodnout o výběru. Ruční výstružník má pro přesnější zavedení dlouhý kuželový náběh, oproti tomu strojní výstružník má krátký náběh pod úhlem 45°. Strojní výstružník řeže pouze náběhem, ruční řeže náběhem i kuželovou částí náběhu.

### **PRODUKTIVNÍ VÝSTRUŽNÍKY**

Podobně jako u ostatních řezných nástrojů se substrát a geometrie liší v závislosti na druhu obráběného materiálu. Proto je třeba výběru nástroje věnovat pozornost.

NC výstružníky jsou vyráběny se stopkou v toleranci h6. Mohou být proto upnuty do hydraulických nebo tepelných upínačů, které jsou přesnější.

## Vystružování

**STAVITELNÉ VÝSTRUŽNÍKY** jsou k dispozici v různých provedeních, je možné je nastavovat v různých rozpětích. Důležité při nastavování výstružníků je dodržet postup:

Průměr stružené díry (mm)	Předvrtání	Předvrtání + vyhrubování
pod 4	0.1	0.1
přes 4 do 11	0.2	0.15
přes 11 do 39	0.3	0.2
přes 39 do 50	0.4	0.3
Průměr stružené díry (palce)		
pod 3/16	0.004	0.004
přes 3/16 do 1/2	0.008	0.006
přes 1/2 do 1. 1/2	0.010	0.008
přes 1. 1/2 do 2	0.016	0.010

### VÝBĚR TYPU VÝSTRUŽNÍKU

Vystružování je metoda výroby rozměrově přesných děr s dobrou kvalitou povrchu. Dormer nabízí řadu výstružníků pro díry v tol. H7. Výstružníky se dělí do těchto skupin:

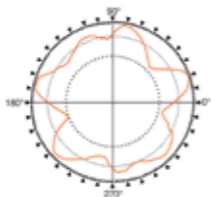
- Monolitní - se dvěma druhy stopek, válcová a morse kužel.
- Nástrčné - na nastrčení na trn.
- Stavitelné - se stavitelnými HSS břity pro lehké obrábění.

# Vystružování

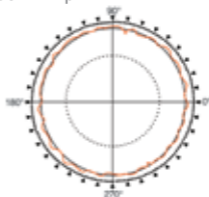
## KARBIDOVÉ VÝSTRUŽNÍKY - POROVNÁNÍ ČLENĚNÍ ZUBŮ / EXTRÉMNĚ NEROVNOMĚRNÉ

nerovnoměrné členění, chyba v kruhovitosti až do 10  $\mu\text{m}$

extrémně nerovnoměrné členění, chyba v kruhovitosti až do 1 - 2  $\mu\text{m}$



Výsledná kruhovitosť



Výsledná kruhovitosť

## TOLERANCE PŘI VYSTRUŽOVÁNÍ



### 1. VÝROBNÍ TOLERANCE PRŮMĚRU VÝSTRUŽNÍKU

Průměr ( $d_1$ ) se měří na válcové fazetě, hned za náběhem.

Tolerance jdou dle DIN 1420 a jsou nastaveny tak, aby stružené díry byly v tol. H7.

TOLERANCE VÝSTRUŽNÍKU			
Průměr (mm)		Toleranční pole (mm)	
Přes	Až do a včetně	Horní MR	Dolní MR
	3	0.008	0.004
3	6	0.010	0.005
6	10	0.012	0.006
10	18	0.015	0.008
18	30	0.017	0.009
30	50	0.021	0.012
50	80	0.025	0.014

# Vystružování

## 2. DÍRA H7

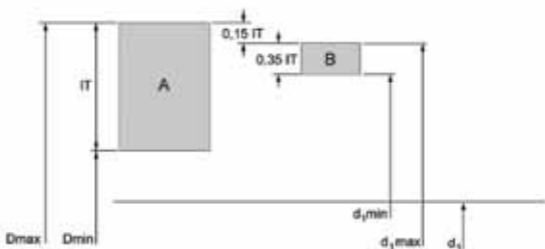
Nejčastější tolerance stružených děr bývá H7 (viz tabulka). Pro všechny ostatní tolerance může být použita další následující

tabulka, která udává polohu a šířku tolerančního pole.

TOLERANCE VÝSTRUŽNÍKU			
Průměr (mm)		Toleranční pole (mm)	
Přes	Až do a včetně	Horní MR	Dolní MR
	3	0.010	0
3	6	0.012	0
6	10	0.015	0
10	18	0.018	0
18	30	0.021	0
30	50	0.025	0
50	80	0.030	0

3. Je-li nutno definovat rozměry speciálního výstružníku k dosažení specifické tolerance, např. D8, může být použit tento návod.

- A** = tolerance díry
- B** = tolerance výstružníku
- IT** = šíře tolerančního pole
- D<sub>max</sub>** = horní mezní rozměr díry
- D<sub>min</sub>** = dolní mezní rozměr díry
- d<sub>1</sub>** = nominální průměr
- d<sub>1,max</sub>** = maximální průměr výstružníku
- d<sub>1,min</sub>** = minimální průměr výstružníku



## Vystružování

Tolerance	Průměry a šíře tolerančního pole							
	od 1 do 3	od 3 do 6	od 6 do 10	od 10 do 18	od 18 do 30	od 30 do 50	od 50 do 80	od 80 do 120
<b>IT 5</b>	4	5	6	8	9	11	13	15
<b>IT 6</b>	6	8	9	11	13	16	19	22
<b>IT 7</b>	10	12	15	18	21	25	30	35
<b>IT 8</b>	14	18	22	27	33	39	46	54
<b>IT 9</b>	25	30	36	43	52	62	74	87
<b>IT 10</b>	40	48	58	70	84	100	120	140
<b>IT 11</b>	60	75	90	110	130	160	190	220
<b>IT 12</b>	100	120	150	180	210	250	300	350

*příklad: díra prům. 10 mm s tolerancí D8*

*Horní mezní rozměr díry = 10,062*

*Dolní mezní rozměr díry = 10,040*

*Tolerance díry (IT8) = 0,022*

*Maximální průměr výstružníku se rovná hornímu meznímu rozměru díry mínus 0,15 x toleranční pole díry. Hodnota je zaokrouhlena na nejbližší vyšší násobek 0,001 mm.*

*0,15 x tolerance díry (IT8) = 0,0033, zaokrouhleno 0,004*

*Minimální průměr výstružníku se rovná maximálnímu rozměru výstružníku minus 0,35 x toleranční pole díry. Hodnota je zaokrouhlena na nejbližší vyšší násobek 0,001 mm.*

*0,35 x tolerance díry (IT8) = 0,0077, zaokrouhleno 0,008*

*Maximální průměr výstružníku = 10,062 - 0,004 = 10,058*

*Minimální průměr výstružníku = 10,058 - 0,008 = 10,050*

*Stejná metoda může být použita i pro ostatní tolerance.*

# Vystružování

## TABULKA PRO SETINNÉ VÝSTRUŽNÍKY

Příklad:

Požadovaný rozměr díry:

$D = 4,25 \text{ mm F8}$

Výpočet: jemnovitý rozměr +  
tabulková hodnota pro

F8 = setinný výstružník

$4,25 + 0,02 = 4,27 \text{ mm}$

potřebný průměr výstružníku:

4,27 mm

# Vystružování

## POZNÁMKY K UVEDENÝM TABULKÁM

Tabulka udává, který setinný výstružník vybrat.

Hodnoty pro výpočet, které je třeba vzít v úvahu, jsou základní standardní výrobní tolerance:

až do pr. 5,50mm + 0,004 / 0

přes 5,50mm + 0,005 / 0

Všechny tolerance tištěné modře jsou dosažitelné se setinnými výstružníky, protože výstružníky jsou vyráběny dle normy DIN 1420.

Standardní délka a délka břitů

	A 9	A 11	B 8	B 9	B10	B11	C 8
1 - 3	-	+0,31	-	-	+0,17	+0,18	-
3 - 6	+0,29	+0,32	+0,15	+0,16	+0,17	+0,19	+0,08
6 - 10	+0,30	+0,35	+0,16	+0,17	+0,19	+0,22	+0,09
10 - 18	+0,32	+0,37	-	+0,18	+0,20	+0,23	+0,11
	E 7	E 8	E 9	F 7	F 8	F 9	F 10
1 - 3	-	+0,02	+0,03	+0,01	-	+0,02	-
3 - 6	-	+0,03	+0,04	-	+0,02	+0,03	+0,04
6 - 10	-	-	+0,05	+0,02	-	+0,03	+0,05
10 - 18	+0,04	-	+0,06	-	+0,03	+0,04	+0,07
	H12	H 13	J 6	J 7	J 8	JS 6	JS 7
1 - 3	+0,08	+0,11	-	-	-	-	-
3 - 6	+0,09	+0,14	-	+0,00	+0,00	-	+0,00
6 - 10	+0,12	+0,18	-	+0,00	+0,00	-	+0,00
10 - 18	+0,14	+0,22	-	+0,00	+0,00	-	+0,00
	N 7	N 8	N 9	N10	N11	P 6	P 7
1 - 3	-0,01	-	-	-0,02	-0,02	-	-
3 - 6	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-	-
6 - 10	-	-	-	-0,02	-0,02	-	-
10 - 18	-	-	-0,02	-0,02	-0,03	-	-0,02



## Vystružování

<b>C 9</b>	<b>C10</b>	<b>C11</b>	<b>D 7</b>	<b>D 8</b>	<b>D 9</b>	<b>D10</b>	<b>D11</b>
-	+ 0,09	+ 0,10	-	-	-	+ 0,05	+ 0,06
+ 0,09	+ 0,10	+ 0,12	-	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,08
+ 0,10	+ 0,12	+ 0,15	-	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,08	+ 0,11
+ 0,12	+ 0,14	+ 0,18	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,08	+ 0,10	+ 0,13
<b>G 6</b>	<b>G 7</b>	<b>H 6</b>	<b>H 7</b>	<b>H 8</b>	<b>H 9</b>	<b>H10</b>	<b>H11</b>
-	-	-	-	-	-	+ 0,03	+ 0,04
-	+ 0,01	-	-	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,05
-	-	-	-	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,04	+ 0,07
-	-	-	+ 0,01	-	+ 0,03	+ 0,05	+ 0,08
<b>JS 8</b>	<b>JS 9</b>	<b>K 7</b>	<b>K 8</b>	<b>M 6</b>	<b>M 7</b>	<b>M 8</b>	<b>N 6</b>
+ 0,00	+ 0,00	-	-	-	-	-	-
+ 0,00	+ 0,00	-	-	-	-	-	-
+ 0,00	+ 0,00	-	-	-	-	Z- 0,01	-
+ 0,00	+ 0,01	-	-	- 0,01	- 0,01	- 0,01	-
<b>R6</b>	<b>R 7</b>	<b>S 6</b>	<b>S 7</b>	<b>U 6</b>	<b>U 7</b>	<b>U10</b>	<b>Z10</b>
-	-	-	- 0,02	-	-	-	- 0,04
-	-	-	-	-	-	- 0,04	- 0,05
-	-	-	-	-	- 0,03	- 0,05	- 0,06
-	-	-	- 0,03	-	-	- 0,05	- 0,07

# Vystružování

## TYPY VÝTRUŽNÍKŮ A SPECIFIKACE PODLE DIN



$D_1$	DIN 9		DIN 206		DIN 208		DIN 212	
	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$
mm	mm		mm		mm		mm	
≤ 0,24								
≤ 0,30								
≤ 0,38								
≤ 0,48								
≤ 0,53								
≤ 0,60	38	20						
≤ 0,67								
≤ 0,75								
≤ 0,85	42	24						
≤ 0,95								
≤ 1,06	46	28						
≤ 1,18								
≤ 1,32	50	32					34	5.5
≤ 1,50	57	37	41	20			40	8
≤ 1,70			44	21			43	9
≤ 1,90			47	23			46	10
≤ 2,12	68	48	50	25			49	11
≤ 2,36			54	27			53	12
≤ 2,65	68	48	58	29			57	14
≤ 3,00	80	58	62	31			61	15
≤ 3,35			66	33			65	16
≤ 3,75			71	35			70	18
≤ 4,25	93	68	76	38			75	19
≤ 4,75			81	41			80	21
≤ 5,30	100	73	87	44	133	23	86	23
≤ 6,00	135	105	93	47	138	26	93	26
≤ 6,70			100	50	144	28	101	28
≤ 7,50			107	54	150	31	109	31



# Vystružování

## TYPY VÝTRUŽNÍKŮ A SPECIFIKACE PODLE DIN



$D_1$	DIN 9		DIN 206		DIN 208		DIN 212	
	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$
$\leq 8,50$	180	145	115	58	156	33	117	33
$\leq 9,50$			124	62	162	36	125	36
$\leq 10,60$	215	175	133	66	168	38	133	38
$\leq 11,80$			142	71	175	41	142	41
$\leq 13,20$	255	210	152	76	182	44	151	44
$\leq 14,00$					189	47	160	47
$\leq 15,00$	280	230	163	81	204	50	162	50
$\leq 16,00$					210	52	170	52
$\leq 17,00$			175	87	214	54	175	54
$\leq 18,00$					219	56	182	56
$\leq 19,00$			188	93	223	58	189	58
$\leq 20,00$	310	250	201	100	228	60	195	60
$\leq 21,20$					232	62		
$\leq 22,40$			215	107	237	64		
$\leq 23,60$					241	66		
$\leq 25,00$	370	300			268	68		
$\leq 26,50$			231	115	273	70		
$\leq 28,00$					277	71		
$\leq 30,00$	400	320	247	124	281	73		
$\leq 31,50$					285	75		
$\leq 33,50$			265	133	317	77		
$\leq 35,50$					321	78		
$\leq 37,50$			284	142	325	79		
$\leq 40,00$	430	340			329	81		
$\leq 42,50$			305	152	333	82		
$\leq 45,00$					336	83		
$\leq 47,50$			326	163	340	84		
$\leq 50,00$	460	360	347	174	344	86		

## Vystružování



DIN 311		DIN 859		DIN 1895		DIN 2180	
$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$	$L_1$	$L_2$
161	85	115	58			227	145
166	90	124	62				
171	95	133	66	142	66	257	175
176	100	142	71				
199	105	152	76			315	210
209	115						
219	125	163	81	173	79		
229	135					335	230
251	135	175	87				
261	145	188	93				
						377	250
271	155	201	100	212	96		
281	165	215	107				
						427	300
296	180	231	115	263	119		
311	195	247	124			475	320
326	210						
354	210	265	133				
364	220	284	142				
374	230			331	150	495	340
		305	152				
384	240	326	163				
394	250	347	174			550	360

# Vystružování

## TYPY VÝSTRUŽNÍKŮ PODLE NORMY DIN

DIN	Typ	Popis
212	A	přímé drážky $\leq$ prům. 3.5 mm a
	B	Spirálovitá drážka $\leq$ 3.5mm a
	C	přímé drážky $\geq$ 4.0mm
	D	Spirálovitá drážka $\geq$ 4.0mm a
	E	Rychlá spirála
208 219	A	Přímá drážka
	B	Spirálovitá drážka
	C	Rychlá spirála
9, 205,206, 859, 8050, 8051, 8093, 8094	A	Přímá drážka
	B	Spirálovitá drážka
1895	C	Spirálovitá drážka
	D	Rychlá spirála
	E	Přímá drážka

# Vystružování

## ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ PŘI VYSTRUŽOVÁNÍ

Problém	Příčina	Řešení
Zlomený nebo překroucený unašeč	Nesprávné upnutí stopky do upínače	Ujistěte se, že stopka i upínač jsou čisté a bez poškození
Rychlé opotřebení nástroje	Nedostatečný přídavek materiálu	Zvyšte přídavek materiálu na vystružování (viz strana 78-79)
Díra přes rozměr (příliš velká)	Příliš velká odchylka výšky břitu	Použijte výstružník s dlouhým kuželovým náběhem (př. B121)
	Nesprávná poloha vřetne	Opravte nastavení polohy vřetene
	Defekt upínače	Vyměňte upínač
	Poškozená stopka nástroje	Vyměňte nástroj nebo stopku přebroušte
	Kruhovitost nástroje	Vyměňte nástroj nebo jej přebroušte
	Asymetricky nabroušený náběhový úhel	Přebroušte podle správné specifikace
Příliš velký posuv nebo řezná rychlost	Upravte řezná data podle katalogu nebo Product Selectoru	

# Vystružování

## ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ PŘI VYSTRUŽOVÁNÍ

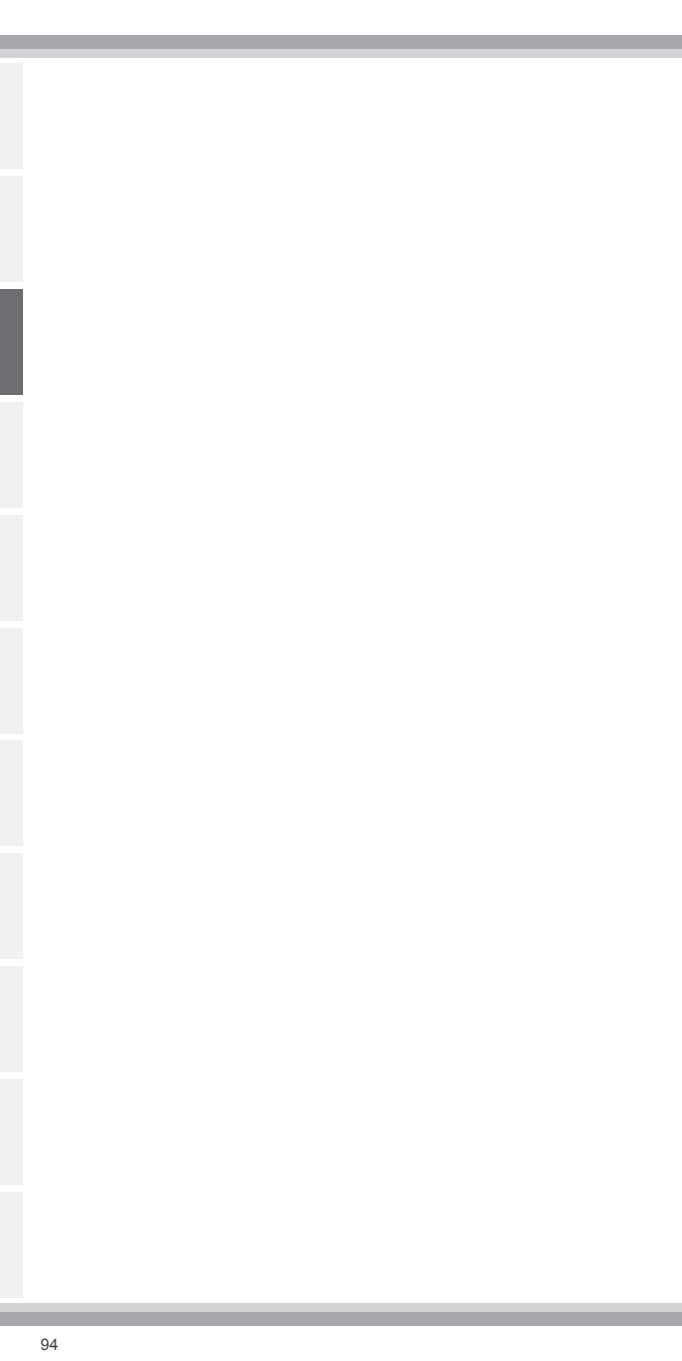
Problém	Příčina	Řešení
Díra pod rozměr (příliš malá)	Nedostatečný přídavek materiálu	Zvětšete přídavek materiálu na vystružování (viz strana 78-79)
	Příliš velké teplo při vystružování. Díra se roztáhne a po vychladnutí smrští	Zvyšte objem chlazení
	Průměr nástroje je opotřebovaný a je pod minimální rozměr	Přebušte podle správné specifikace
	Příliš pomalý posuv nebo malá rychlost	Nastavte řezná data podle Product Selectoru
	Předvrtaná díra je příliš malá	Zmenšete přídavek na vystružování (zvětšete předvrtanou díru, viz str. 78-79)
Díra přes rozměr (příliš velká)	Vyoseně upnutý nástroj do vřetene	Opravte nastavení polohy vřetene
	Nesouosost mezi nástrojem a dírou	Opravte, vyrovnejte pozici vřetene
	Asymetricky nabroušený náběhový úhel	Použijte výstružník s dlouhým kuželovým náběhem (př. B121)



# Vystružování

## ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ PŘI VYSTRUŽOVÁNÍ

Problém	Příčina	Řešení
Špatná kvalita povrchu díry	Příliš velký přídavek materiálu	Zmenšete přídavek na vystružování (zvětšete předvrtanou díru, viz str. 78-79)
	Otupený nástroj	Přebrušte podle specifikace
	Příliš malý úhel čela	Přebrušte podle specifikace
	Nízká koncentrace oleje v emulzi	Zvyšte koncentraci kapaliny
	Příliš nízká řezná rychlost a posuv	Nastavte řezná data podle Katalogu nebo Selectoru
	Řezná rychlost příliš vysoká	Nastavte řezná data podle Katalogu nebo Selectoru
Nástroj se zasekává, láme	Otupený nástroj	Přebrušte podle správné specifikace
	Malý zpětný kužel na nástroji, odírá se o materiál	Zkontrolujte a vyměňte nástroj, nebo jej nahraďte za jiný typ
	Příliš široká fazeta	Zkontrolujte a vyměňte nástroj, nebo jej nahraďte za jiný typ
	Obráběný materiál má tendenci se smršťovat	Použijte stavitelný výstružník ke kompenzaci nepřesnosti
	Předvrtaná díra je příliš malá	Zmenšete přídavek na vystružování (zvětšete předvrtanou díru, viz str. 78-79)
	Různorodý materiál s tvrdými vměstkami	Použijte karbidový výstružník





**Zahlubování  
a záhlubníky**

## Zahlubování a záhlubníky

### OBEČNÁ DOPORUČENÍ K ZAHLUBOVÁNÍ

#### ZAHLUBOVÁNÍ

Záhlubníky se používají ke zvětšování děr a tam kde je potřeba rovné dno díry.

Některé mohou mít vodící pilot (vybroušený) **Obr. 1** nebo nástrčný výměnný **Obr. 2** pilot **Obr. 3**



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

## Zahlubování a záhlubníky

### KUŽELOVÉ ZÁHLUBNÍKY

Kuželový záhlubník je obvykle vyráběn s úhlovým podbrusem, s jedním nebo více břity s různými úhly. Používají se pro odjehlování i pro zahlubování.

Stopky mají válcové, kuželové, v provedení bit nebo jiné speciální pro ruční vrtačky.



# Zahlubování a záhlubníky

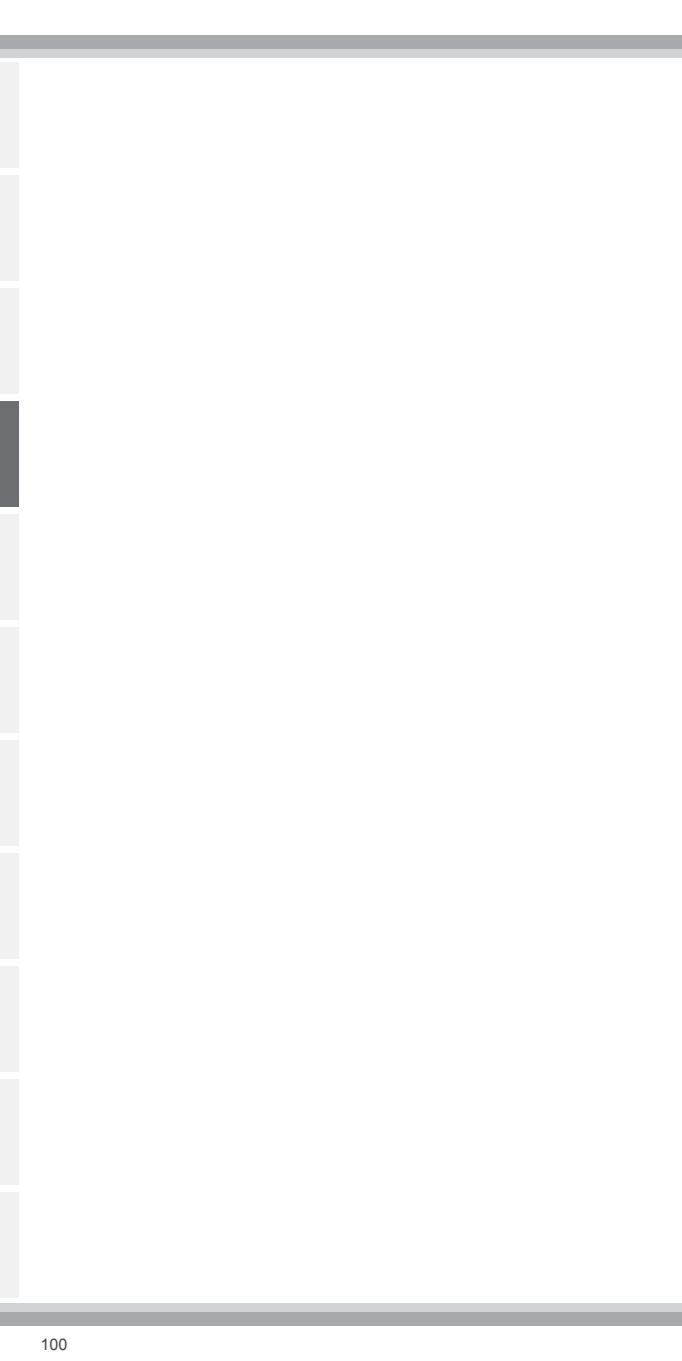
## Řešení problémů při zahlubování

Problém	Příčina	Řešení
Velké opotřebení břitu	Nesprávné posuvy a rychlosti	Zvyšte posuv - obzvláště při obrábění měkkých a tažných materiálů. Také zkuste snížit řeznou rychlost
	Kostrbatý břit	Lehce přehonujte břity jemným diamantovým brouskem
	Nedostatečné chlazení	Zvyšte přítok chladiva - přezkoumejte typ kapaliny
Vylamování břitu	Špatný odvod třísek	Použijte nástroj s větší mezibřítovou mezerou - větší průměr a nebo menší počet drážek
	Zasekávání a znovuobrábění vytvrzených třísek	Zvyšte přítok chladiva
	Vibrace	Zvyšte tuhost upnutí, nepoužívejte vyběhané upínače
Krátká životnost	Nadměrné vrypové opotřebení	Zvyšte řeznou rychlost nebo snížte posuv
	Abrasivní materiál	Snížte řeznou rychlost a zvyšte posuv
	Tvrdé materiály	Zvyšte přítok chladiva
	Nedostatečný prostor pro třísky	Snížte řeznou rychlost - tuhost upnutí hraje velkou roli
	Pozdní přebušování	Použijte nástroj o větším průměru

## Zahlubování a záhlubníky

### Řešení problémů při zahlubování

Problém	Příčina	Řešení
Vyblýskaný glazurovité povrch	Příliš malý posuv	Zvyšte posuv
	Tupý břit	Přebrušte nástroj na originální geometrii
	Nedostatečný hřbet	Nabrušte správný úhel hřbetu
Hrubý povrch	Tupý břit	Přebrušte nástroj na originální geometrii
	Nesprávná řezná data	Zvyšte řeznou rychlost - také zkuste snížit posuv
Odmčené břity	Nedostatečný výkon stroje	Použijte nástroj s méně drážkami a správná řezná data
	Vibrace	Přebrušte nástroj, více podbrušte hřbet



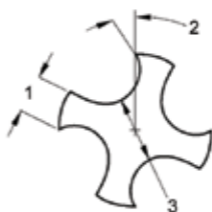
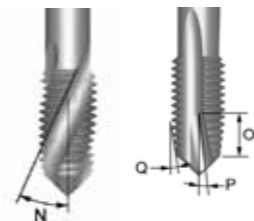
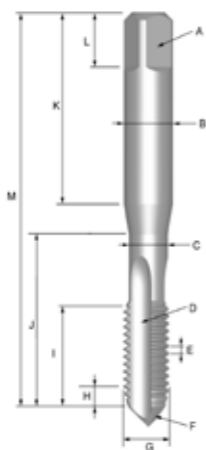




**Závitníky a výroba závitů**

# Závitníky a výroba závitů

## NÁZVOSLOVÍ



- A. Čtyřhran
- B. Průměr stopky
- C. Zeslabení stopky
- D. Drážka
- E. Stoupání
- F. Externí středící hrot
- G. Průměr závitu (vnější)
- H. Délka náběhu
- I. Délka závitu
- J. Délka zeslabení
- K. Délka stopky
- L. Délka čtyřhranu
- M. Celková délka
- N. Úhel šroubovice
- O. Délka lamače
- P. Úhel lamače
- Q. Náběhový úhel

- 1. Tloušťka břitu
- 2. Řezný úhel čela
- 3. Průměr jádra
- 4. Radiální hřbet

# Závitníky a výroba závitů

## OBECNÉ POKYNY K ZÁVITOVÁNÍ

Úspěšnost jakékoli závitovací operace závisí na mnoha faktorech, které ovlivňují kvalitu vyrobeného závitu.

1. Vyberte závitník vhodné konstrukce pro daný materiál obrobku, podle toho zda je díra průchozí či slepá, zvolte materiálovou skupinu obrobku.
2. Zajistěte bezpečné upnutí obrobku - pokud by se mohl pohnout, může způsobit zlomení závitníku a špatnou kvalitu povrchu.
3. Zvolte správný průměr vrtáku podle tabulek (viz str. 119 - 125). Průměry vrtáků pod závit naleznete také u každého katalogového listu závitníku. Pamatujte, že pod tvářené závit se předvrtává větší díra. Zajistěte, aby vytvrzování povrchu při vrtání bylo co nejmenší, viz kapitola pojednávající o nerezavějících ocelích.
4. Zvolte správnou řeznou rychlost podle indexu v katalogu nebo podle Product Selectoru.
5. Použijte vhodnou řeznou kapalinu.
6. Při NC obrábění zajistěte, aby byl naprogramovaný správný posuv. Při použití pružných závitovacích hlav s kompenzací délky je vhodné naprogramovat 95 - 97% hodnoty posuvu na stoupání, tak aby závitník byl vlastní silou tažen do řezu (hlava je při tom vytahována).
7. Je-li to možné, upínejte závitníky do kvalitních hlav s kontrolou krouticího momentu a s axiální kompenzací. Je to také ochrana proti chybám v programu, kdy nástroj narazí do dna díry.
8. Závitník musí být hladce a plynule zaveden do díry, pokud je posuv nepravidelný, dochází k rozhození začátku závitu.

# Závitníky a výroba závitů

## GEOMETRIE ZÁVITNÍKŮ A ZÁVITOVACÍ PROCES

Typ	Vari- anty	Proces	Popis	Třísky
		 	<b>Závitníky s přímými drážkami</b> Běžně používané do průchozích děr většiny materiálů a do slepých děr u materiálů s krátkou třískou, např. do litiny.	
		 	<b>Závitníky s přerušovaným závitem</b> Přerušované závitníky mají nižší tření a tím i kladou menší odpor při řezání, což je obzvláště důležité při závitování obtížně obrobitelných materiálů (př. Bronz, tvrdý hliník). Také chladicí kapalina snadněji proniká ke břitům, a napomáhá ke snížení krouticího momentu.	
		 	<b>Závitníky s lamačem třísky</b> Závitníky s přímou drážkou s vybroušeným lamačem, utvařečem třísky. Lamač utváří třísku a tlačí ji směrem dopředu. Drážky závitníku jsou relativně mělké a jádro nástroje může být pevnější, drážky napomáhají přívodu kapaliny na břity. Tento závitník je používán do průchozích děr.	

# Závitníky a výroba závitů

## GEOMETRIE ZÁVITNÍKŮ A ZÁVITOVACÍ PROCES

Typ	Vari- anty	Proces	Popis	Třísky
		 	<b>Závitníky s krátkou drážkou jen na náběhu</b> Pracovní část závitníku funguje podobně jako lamač, tlačí třísku směrem dopředu. Konstrukce je velmi tuhá, což přináší velmi dobré výsledky obrábění. Je to však na úkor dosažené hloubky závitů, která je omezena na hloubku nižší než 1,5 x Ø.	
	 $\lambda 15^\circ$  $\lambda 35^\circ$  $\lambda 40^\circ$  $\lambda 45^\circ$  $\lambda 48^\circ$	   	<b>Závitníky se šroubovicovými drážkami</b> Jsou primárně určeny pro závitování slepých děr. Šroubovice zajišťuje transport třísek od břitů ven z díry, a transport musí fungovat bez zamotávání a zasekávání třísek, to je podmínka pro minimalizaci rizika zalomení nástroje.	

# Závitníky a výroba závitů

## GEOMETRIE ZÁVITNÍKŮ A ZÁVITOVACÍ PROCES

Typ	Vari- anty	Proces	Popis	Třísky
		 	<p><b>Tvářecí závitníky</b> Se liší od řezacích závitníků tím, že plasticky deformují materiál, neřezou ho, ale přemísťují. Nejsou produkovány žádné třísky. Lze použít do mnoha materiálů, které jsou tvárné. Pevnost v tahu by neměla překročit 1200 N/mm<sup>2</sup> a faktor tažnosti (A5) by neměl být nižší než 10%.</p> <p>Tvářecí závitníky jsou univerzální, jejich výhodou je možnost použití jak do slepých tak průchozích děr. Na hluboké závitě je vhodné použít závitníky s vnitřním chlazením.</p>	

# Závitníky a výroba závitů

## GEOMETRIE ZÁVITNÍKŮ A ZÁVITOVACÍ PROCES

Typ	Vari- anty	Proces	Popis	Třísky
	 	  	<b>Závitníky s vnitřním chlazením</b> Výkon těchto závitníků je vyšší, kapalina napomáhá transportu třísek, doporučený tlak je min. 15 barů, dobré výsledky jsou také s použitím minimálního mazání mlhou.	

# Závitníky a výroba závitů

## GEOMETRIE ZÁVITNÍKŮ A ZÁVITOVACÍ PROCES

Typ	Vari- anty	Proces	Popis	Třísky
		  	<p><b>Maticové závitníky</b></p> <p>Jsou obecně určeny pro závitování matic, ale mohou být použity také do hlubokých průchozích děr. Průměr stopky je menší než nominální průměr závitu, mají velkou celkovou délku, kvůli funkci sběru hotových matic.</p> <p>Používají se na jednoúčelových strojích navržených na hromadnou výrobu matic. Fungují v oceli i nerezi.</p> <p>Mají dlouhý náběh, aby se rozdělilo řezné zatížení až na téměř dvě třetiny délky závitu.</p>	



## Závitníky a výroba závitů

### PROVEDENÍ ŠPIČEK / POLOTOVARY

Typ provedení závisí na výrobci. Níže uvedené typy používá Dormer, podle velikosti průměru.

TYPY ŠPIČEK				
1	2	3	4	
				
Plná špička	Redukovaná špička	Vnitřní důlek	Odstraněná špička	

DRUHY NÁBĚHŮ					
Průměr závitníku mm	<b>A</b> 6-8	<b>B</b> 3.5-5	<b>C</b> 2-3	<b>D</b> 18-20	<b>E</b> 1.5-2
≤ 5	1	1	1	1	1
>5 ≤6	1	1	1, 2	1	1
>6 ≤10	1, 2	1	1, 2, 4	1, 2	1, 4
>10 ≤12	2, 3	2, 3	2, 3	2, 3	2, 3
>12	3	3	3	3	3
<b>ANSI</b>	předřezávací	řezací	dokončovací		

# Závitníky a výroba závitů

## TVÁŘENÍ ZÁVITU, GEOMETRIE A PROCES

Výhody oproti řezání

- Tváření je rychlejší
- Tvářecí závitník má delší životnost
- Jeden nástroj může být použit do různých materiálů, do průchozích i slepých děr
- Tvářecí závitníky mají pevnou konstrukci jádra, riziko zalomení je minimální
- Rozměrově přesné závity
- Žádné třísky
- Pevnější závit, měřeno na axiální zatížení, oproti řezanému závitů o 100% a více
- Nižší drsnost povrchu závitů
- Předpoklady pro efektivní využití
- Tažnost obráběného materiálu  $A5 > 10\%$
- Přesný průměr díry
- Dobré mazání je podmínkou

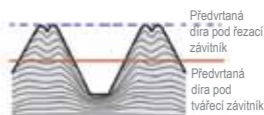
# Závitníky a výroba závitů

## PROFIL TVÁŘENÉHO ZÁVITU, TOK MATERIÁLU

Průměr díry pod závit závisí na obráběném materiálu, řezných datech a použitém vrtáku. Pokud je materiálu na tváření příliš velké množství, díra je malá, životnost závitníku se rapidně snižuje. Pokud je materiálu málo, díra velká, pak vyrobený závit má nízký profil, je neúplný.



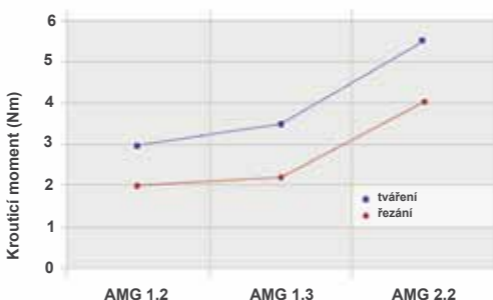
Tvářený profil závitů, ocel C45



Tvářecí závitníky potřebují vyšší sílu, v porovnání s řezacími závitníky stejné velikosti je kroučící moment při tváření vyšší.

*Porovnání kroučících momentů při tváření a řezání v různých materiálech*

### M6, SLEPÁ DÍRA, VC=30 m/min



# Závítíky a výroba závitů

## PROFILY ZÁVITŮ

### ISO závitíky

M, metrické

UN, unifikované

$$H = 0,86603 P$$

$$HM = 5/8H = 0,54127 P$$

$$HS = 17/24H = 0,613343 P$$

$$H/8 = 0,10825 P$$

$$H/4 = 0,21651 P$$

$$R = H/6 = 0,14434P$$



W (BSW) Whitworth

BSF, G, Rp, ADMF, Brass 1/4

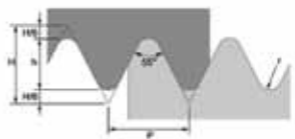
BS Conduit, ME

$$H = 0,96049 P$$

$$H = 2/3H = 0,64033 P$$

$$H/6 = 0,16008 P$$

$$R = 0,13733 P$$



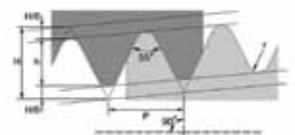
Whitworth kuželový trubkový závit

Rc (BSPT), kuželovitost 1:16

$$H = 0,96024 P$$

$$H = 2/3H = 0,64033 P$$

$$R = 0,13728 P$$



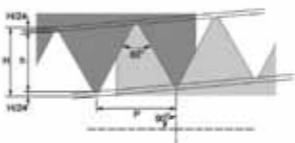
Americký kuželový trubkový závit

NPT, kuželovitost 1:16

$$H = 0,8668 P$$

$$H = 0,800 P$$

$$H/24 = 0,033 P \text{ (min. hodnota)}$$



Trubkový závit

PG (Pr)

$$H = 0,59588 P$$

$$H = 0,4767 P$$

$$R = 0,107 P$$



# Závitníky a výroba závitů

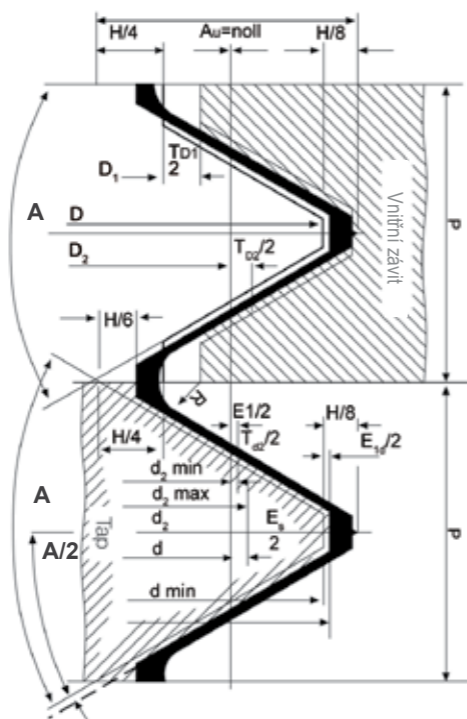
## TOLERANCE

Tolerance závitníků pro ISO 60° metrický závit a závit UN

VNITŘNÍ ZÁVIT		ZÁVITNÍK	
$A_u$	Odchylka	$d$	Základna malého průměru = $D$
$D$	Základna velkého průměru	$d_{min}$	Minimální střední průměr
$D_1$	Základna malého průměru	$d_2$	Základna středního průměru
$D_2$	Základna středního průměru	$d_{2max}$	Maximální střední průměr
$H$	Výška základního trojúhelníku	$d_{2min}$	Minimální střední průměr
$P$	Stoupání	$E_1$	Dolní odchylka na $d_2$
$T_{d1}$	Tolerance $D_1$	$E_s$	Horní odchylka na $d_2$
$T_{d2}$	Tolerance $D_2$	$E_{1d}$	Dolní odchylka na $d$
$\alpha$	Úhel profilu	$P$	Stoupání
		$R$	Rádus kořene závitů
		$T_{d2}$	Tolerance středního průměru
		$T_{\alpha 2}$	Tolerance úhlu polovičního profilu
		$\alpha$	Úhel profilu
		$\alpha/2$	Úhel polovičního profilu

# Závitníky a výroba závitů

## TOLERANCE



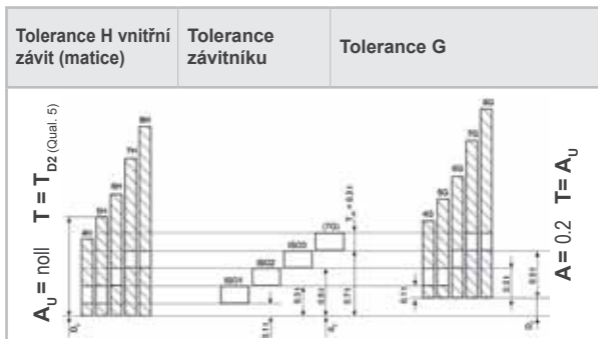
Vnitřní závit



Používané tolerance  
závitníků a vnitřních  
závitů

# Závitníky a výroba závitů

## TOLERANCE VNITŘNÍ ZÁVIT (MATICE)



**TABULKA TOLERANCE ZÁVITNÍKU OPROTÍ TOLERANCI VNITŘNÍHO ZÁVITU (MATICE)**

Třída tolerance, závitník			Tolerance, vnitřní závit (matice)					Použití
ISO	DIN	ANSI BS						
ISO 1	4 H	3 B	4 H	5 H				Uložení bez vůle
ISO 2	6 H	2 B	4 G	5 G	6 H			Normální uložení
ISO 3	6 G	1 B			6 G	7 H	8 H	Uložení s velkou vůlí
-	7 G	-			7 G	8 G		Volné uložení pro následnou povrchovou úpravu nebo povlakování

## Závitníky a výroba závitů

Tolerance závitníků udává norma DIN 13.

Běžná tolerance závitníků 6H (ISO 2) vymezuje uložení šroubu a matice. Přesnější tolerance 4H (ISO 1) vymezuje přesné uložení bez vůle, volnější tolerance 6G (ISO 3) vymezuje volné uložení s větší vůlí. Volnější uložení se obvykle používá u součástí, které budou následně povrchově upravovány nebo povlakovány.

Mezi tolerancemi 6H (ISO 2) a 6G (ISO 3), stejně tak mezi 6G a 7G, výrobci závitníků vyrábějí závitníky v tolerancích 6HX a 6GH. "X" značí nestandardizovanou toleranci a tato tolerance bývá použita u závitníků, které jsou na obrábění pevných nebo abrazivních materiálů, např. do litiny. Šíře tolerančního pole je stejná, např. u 6H a 6HX, jen je tolerance výše položená. Tvářecí závitníky jsou obvykle vyráběny v tolerancích 6HX a 6GX.

V katalogu je u závitníků BSW a BSF uvedena ikona tolerance "Medium". Odkazuje na normu BS 84, střední uložení.

Trubkové závitníky mají v katalogu ikonu tolerance "Normal", která odkazuje na následující normy:

G závitníky, dle ISO 228-1. Jedna třída tolerance pro vnitřní závit (závitník), a třídy tolerance A a B pro vnější závit (očko).









R, Rc a R závitníky dle ISO 7-1. NPT a NPSM dle ANSI B1.20.1. NPTF a NPSF dle ANSI B1.20.3.

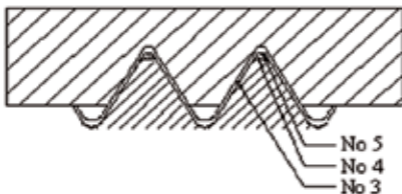


# Závitníky a výroba závitů

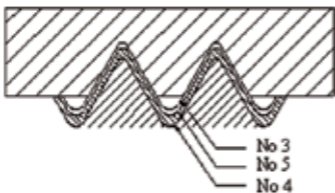
## DÉLKY NÁBĚHŮ A SADOVÉ ZÁVITNÍKY

První skupina (No. 1, No. 2, No. 3) zahrnuje závitníky, které mají plný profil závitů a jsou dokončovací, liší se pouze délkou náběhu. Druhá skupina (No. 4, No. 5) zahrnuje závitníky s neúplným profilem, jsou předřezávací, mají nižší střední průměr závitu a nižší velký průměr a delší náběh. Po těchto závitnicích musí být použit dokončovací závitník No 3.

<b>No. 1 =</b>	 6-8 x P	
<b>No. 2 =</b>	 4-6 x P	
<b>No. 3 =</b>	 2-3 x P	
<b>No. 4 =</b>	 6-8 x P	
<b>No. 5 =</b>	 3,5-5 x P	



Ø ≤ M10



Ø ≥ M12

## Závitníky a výroba závitů

ISO	Kódy sad	Složení
	No. 6	No. 1 + No. 2 + No. 3
	No. 7	No. 2 + No. 3
	No. 8	No. 4 + No. 5 + No. 3
	No. 9	No. 5 + No. 3
<b>DIN</b> ruční sadové závitníky	No. 8	No.3 (dokončovací III) + No.4 (předřezávací I) + No.5 (předřezávací II)
	No. 9	No.3 (dokončovací C) + No.5 (předřezávací B)
<b>ANSI</b>	Sadové závitníky (No.6)	Dlouhý náběh (No.1) + střední náběh (No.2) + krátký náběh (No.3)

# Závitníky a výroba závitů

## VRTÁKY POD ŘEZNÉ ZÁVITY, DOPORUČENÍ

Vzorec pro výpočet průměru vrtáku:

$$D = D_{\text{nom}} - P$$

**D** = průměr vrtáku (mm)

**D<sub>nom</sub>** = nominální prům. závitníku (mm)

**P** = stoupání (mm)

ISO METRICKÝ ZÁVIT				
M	STOUPÁNÍ mm	PRŮMĚR VNITŘNÍ	PRŮMĚR	PRŮMĚR
		MAX. mm	VRTÁK mm	PALCOVÝ rozměr
1.6	0.35	1.321	1.25	3/64
1.8	0.35	1.521	1.45	54
2	0.4	1.679	1.6	1/16
2.2	0.45	1.833	1.75	50
2.5	0.45	2.138	2.05	46
3	0.5	2.599	2.5	40
3.5	0.6	3.010	2.9	33
4	0.7	3.422	3.3	30
4.5	0.75	3.878	3.8	27
5	0.8	4.334	4.2	19
6	1	5.153	5	9
7	1	6.153	6	15/64
8	1.25	6.912	6.8	H
9	1.25	7.912	7.8	5/16
10	1.5	8.676	8.5	Q
11	1.5	9.676	9.5	3/8
12	1.75	10.441	10.3	Y
14	2	12.210	12	15/32
16	2	14.210	14	35/64
18	2.5	15.744	15.5	39/64
20	2.5	17.744	17.5	11/16
22	2.5	19.744	19.5	49/64
24	3	21.252	21	53/64
27	3	24.252	24	61/64
30	3.5	26.771	26.5	1.3/64
33	3.5	29.771	29.5	1.5/32
36	4	32.270	32	1.1/4
39	4	35.270	35	1.3/8
42	4.2	37.799	37.5	
45	4.5	40.799	40.5	
48	5	43.297	43	
52	5	47.297	47	

### DOPORUČENÉ PRŮMĚRY PŘI POUŽITÍ VRTÁKŮ DORMER ADX A CDX

Tabulkové se vztahují na běžné vrtáky. Přesné moderní vrtáky Dormer ADX a CDX vyrábějí menší a přesnější díry, proto je vhodné zvětšit průměr vrtáku, tím napomůžeme zvýšení životnosti závitníku.

Viz tabulka na následující straně.

# Závitníky a výroba závitů

## PRŮMĚRY VRTÁKŮ POD ŘEZANÝ ZÁVIT, DOPORUČENÍ

ZÁVIT PŘEDVRTÁNÍ ADX/CDX		
ZÁVIT	Stoupání	Prům. Vrták
M	mm	mm
4	0.70	3.40
5	0.80	4.30
6	1.00	5.10
8	1.25	6.90

ZÁVIT PŘEDVRTÁNÍ ADX/CDX		
ZÁVIT	Stoupání	Prům. Vrták
M	mm	mm
10	1.50	8.70
12	1.75	10.40
14	2.00	12.25
16	2.00	14.25

ISO UN ZÁVIT			
ZÁVIT	Prům. Vnitřní	Prům. Vrták	Prům. Vrták
MF	Max. mm	mm	palec
3x0.35	2.721	2.65	37
3.5x0.35	3.221	3.2	1/8
4x0.5	3.599	3.5	29
5x0.5	4.599	4.5	16
5.5x0.50	5.099	5	9
6x0.75	5.378	5.3	5
7x0.75	6.378	6.3	D
8x0.75	7.378	7.3	9/32
8x1	7.153	7	J
9x1	8.153	8	O
10x0.75	9.378	9.3	U
10x1	9.153	9	T
10x1.25	8.912	8.8	11/32
11x1	10.153	10	X
12x1	11.153	11	7/16
12x1.25	10.912	10.8	27/64
12x1.5	10.676	10.5	Z
14x1	13.153	13	17/32
14x1.25	12.912	12.8	1/2
14x1.5	12.676	12.5	31/64
15x1	14.153	14	35/64
15x1.5	13.676	13.5	17/32
16x1	15.153	15	19/32
16x1.5	14.676	14.5	9/16
18X1	17.153	17	43/64
18X1.5	16.676	16.5	41/64
18X2	16.210	16	5/8
20X1	19.153	19	3/4
20X1.5	18.676	18.5	47/64
20X2	18.210	18	45/64
22X1	21.153	21	53/64
22X1.5	20.676	20.5	13/16
22X2	20.210	20	25/32
24X1	23.153	23	29/32
24X1.5	22.676	22.5	7/8
24X2	22.210	22	55/64

ISO UN ZÁVIT		
ZÁVIT	Prům. Vnitřní	Prům. Vrták
MF	Max. mm	mm
25X1	24.153	24
25X1.5	23.676	23.5
25x2	23.210	23
26x1.5	24.676	24.5
27x1.5	25.676	25.5
27x2	25.210	25
28x1.5	26.676	26.5
28x2	26.210	26
30x1.5	28.676	28.5
30x2	28.210	28
32x1.5	30.676	30.5
32x2	30.210	30
33x2	31.210	31
35x1.5	33.676	33.5
36x1.5	34.676	34.5
36x2	34.210	34
36x3	33.252	33
38x1.5	36.676	36.5
39x3	36.252	36
40x1.5	38.676	38.5
40x2	38.210	38
40x3	37.252	37
42x1.5	40.676	40.5
42x2	40.210	40
42x3	39.252	39
45x1.5	43.676	43.5
45X2	43.210	43
45X3	45.252	42
48X1.5	46.676	46.5
48X2	46.210	46
48X3	45.252	45
50X1.5	48.686	48.2
50X2	48.210	48
50X3	47.252	47

# Závitníky a výroba závitů

## PRŮMĚRY VRTÁKŮ POD ŘEZANÝ ZÁVIT, DOPORUČENÍ

ISO UN závit			
ZÁVIT	Max. průměr mm	průměr mm	průměr palcový
UNC			
nr 2-56	1.872	1.85	50
nr 3-48	2.146	2.1	47
nr 4-40	2.385	2.35	43
nr 5-40	2.697	2.65	38
nr 6-32	2.896	2.85	36
nr 8-32	3.513	3.5	29
nr 10-24	3.962	3.9	25
nr 12-24	4.597	4.5	16
1/4-20	5.268	5.1	7
5/16-18	6.734	6.6	F
3/8-16	8.164	8	5/16
7/16-14	9.550	9.4	U
1/2-13	11.013	10.8	27/64
9/16-12	12.456	12.2	31/64
5/8-11	13.868	13.5	17/32
3/4-10	16.833	16.5	21/32
7/8-9	19.748	19.5	49/64
1-8	22.598	22.25	7/8
1.1/8-7	25.349	25	63/64
1.1/4-7	28.524	28	1.7/64
1.3/8-6	31.120	30.75	1.7/32
1.1/2-6	34.295	34	1.11/32
1.3/4-5	39.814	39.5	1.9/16
2-41/2	45.595	45	1.25/32

ISO UNIFIED			
ZÁVIT	Max. průměr mm	průměr mm	průměr palcový
UNF			
nr 2-64	1.913	1.9	50
nr 3-56	2.197	2.15	45
nr 4-48	2.459	2.4	42
nr 5-44	2.741	2.7	37
nr 6-40	3.023	2.95	33
nr 8-36	3.607	3.5	29
nr 10-32	4.166	4.1	21
nr 12-28	4.724	4.7	14
1/4-28	5.580	5.5	3
5/16-24	7.038	6.9	I
3/8-24	8.626	8.5	Q
7/16-20	10.030	9.9	25/64
1/2-20	11.618	11.5	29/64
9/16-18	13.084	12.9	33/64
5/8-18	14.671	14.5	37/64
3/4-16	17.689	17.5	11/16
7/8-14	20.663	20.4	13/16
1-12	23.569	23.25	59/64
1.1/8-12	26.744	26.5	1.3/64
1.1/4-12	29.919	29.5	1.11/64
1.3/8-12	33.094	32.75	1.19/64
1.1/2-12	36.269	36	1.27/64

# Závitníky a výroba závitů

PRŮMĚRY VRTÁKŮ POD ŘEZANÝ ZÁVIT, DOPORUČENÍ

WHITWORTH ZÁVIT			
ZÁVIT		Max	průměr
BSW	TPI mm	průměr mm	průměr mm
3/32	48	1.910	1.85
1/8	40	2.590	2.55
5/32	32	3.211	3.2
3/16	24	3.744	3.7
7/32	24	4.538	4.5
1/4	20	5.224	5.1
5/16	18	6.661	6.5
3/8	16	8.052	7.9
7/16	14	9.379	9.2
1/2	12	10.610	10.5
9/16	12	12.176	12
5/8	11	13.598	13.5
3/4	10	16.538	16.5
7/8	9	19.411	19.25
1	8	22.185	22
1.1/8	7	24.879	24.75
1.1/4	7	28.054	28
1.3/8	6	30.555	30.5
1.1/2	6	33.730	33.5
1.5/8	5	35.921	35.5
1.3/4	5	39.098	39
1.7/8	4.1/2	41.648	41.5
2	4.1/2	44.823	44.5

ZÁVIT	
EG M	průměr mm
2.5	2.6
3	3.2
3.5	3.7
4	4.2
5	5.2
6	6.3
8	8.4
10	10.5
12	12.5
14	14.5
16	16.5
18	18.75
20	20.75
22	22.75
24	24.75

VÁLCOVÝ WHITWORTH TRUBKOVÝ ZÁVIT			
		Max	průměr
G	TPI mm	průměr mm	průměr mm
1/8	28	8.848	8.8
1/4	19	11.890	11.8
3/8	19	15.395	15.25
1/2	14	19.172	19
5/8	14	21.128	21
3/4	14	24.658	24.5
7/8	14	28.418	28.25
1	11	30.931	30.75
1.1/4	11	39.592	39.5
1.1/2	11	45.485	45
1.3/4	11	51.428	51
2	11	57.296	57
2.1/4	11	63.342	63
2.1/2	11	72.866	72.5
2.3/4	11	79.216	79
3	11	85.566	85.5

ZÁVIT	
EG UNC	průměr mm
nr 2-56	2.3
nr 3-48	2.7
nr 4-40	3
nr 5-40	3.4
nr 6-32	3.7
nr 8-32	4.4
nr 10-24	5.1
nr 12-24	5.8
1/4-20	6.7
5/16-18	8.4
3/8-16	10
7/16-14	11.7
1/2-13	13.3

# Závitníky a výroba závitů

## PRŮMĚRY VRTÁKŮ PRO ŘEZANÉ ZÁVITY, DOPORUČENÍ

AMERICKÝ VÁLCOVÝ TRUBKOVÝ ZÁVIT ZÁVIT				
NPSM	min. průměr mm	max. průměr mm	doporučený mm	doporučený palec
1/8"-27	9.039	9.246	9.10	23/64
1/4"-18	11.887	12.217	12.00	15/32
3/8"-18	15.316	15.545	15.50	39/64
1/2"-14	18.974	19.279	19.00	3/4
3/4"-14	24.333	24.638	24.50	31/32
1"-11.1/2	30.506	303.759	30.50	1.13/64
1.1/4"-11.1/2	39.268	39.497	39.50	1.9/16
1.1/2"-11.1/2	45.339	45.568	45.50	1.51/64
2"-11.1/2	57.379	57.607	57.50	2.1/4
2.1/2"-8	68.783	69.266	69.00	2.23/32
3"-8	84.684	85.166	85.00	3.3/8

KUŽELOVÝ WHITWORTH TRUBKOVÝ ZÁVIT		
ZÁVIT	Vrták	
Rc	TPI	mm
1/8	28	8.4
1/4	19	11.2
3/8	19	14.75
1/2	14	18.25
5/8	14	20.25
3/4	14	23.75
7/8	14	27.5
1	11	30
1.1/8	11	34.5
1.1/4	11	38.5
1.3/8	11	41
1.1/2	11	44.5
1.3/4	11	50
2	11	56
2.1/4	11	62
2.1/2	11	71.5
2.3/4	11	78
3	11	84

AMERICKÝ KUŽELOVÝ TRUBKOVÝ ZÁVIT ZÁVIT			
NPT	Vrták		
	TPI mm	mm	palec
1/16	27	6.3	D
1/8	27	8.5	R
1/4	18	11	7/16
3/8	18	14.5	37/64
1/2	14	18	23/32
3/4	14	23	59/64
1	14	29	1.5/32
1.1/4	11.1/2	38	1.1/2
1.1/2	11.1/2	44	1.47/64
2	11.1/2	56	2.7/32
2.1/2	8	67	2.5/8
3	8	83	3.1/4

AMERICKÝ KUŽELOVÝ TRUBKOVÝ ZÁVIT "DRYSEAL"		
ZÁVIT	TPI mm	Vrták průměr mm
1/8	27	8.4
1/4	18	10.9
3/8	18	14.25
1/2	14	17.75
3/4	14	23
1	11.1/2	29
1.1/4	11.1/2	37.75
1.1/2	11.1/2	43.75
2	11.1/2	55.75
2.1/2	8	66.5
3	8	82.5

## Závitníky a výroba závitů

### PRŮMĚRY VRTÁKŮ PRO ŘEZANÉ ZÁVITY, DOPORUČENÍ

TRUBKOVÝ PANCĚŘOVÝ ZÁVIT			
ZÁVIT	Prům.	Prům.	
PG	Č. TPI	Max. mm	VRTÁK mm
7	20	11.45	11.4
9	18	14.01	13.9
11	18	17.41	17.25
13.5	18	19.21	19
16	18	21.31	21.25
21	16	27.03	27
29	16	35.73	35.5
36	16	45.73	45.5
42	16	52.73	52.5
48	16	58.03	58

TRUBKOVÝ ZÁVIT "DRYSEAL"		
ZÁVIT	Prům.	Doporučený Vrták
NPSF	Min. mm	prům. mm
1/8"-27	8.651	8.70
1/4"-18	11.232	11.30
3/8"-18	14.671	14.75
1/2"-14	18.118	18.25
3/4"-14	23.465	23.50
1"-11.1/2"	29.464	29.50

### PRŮMĚRY VRTÁKŮ PRO TVÁŘENÉ ZÁVITY, DOPORUČENÍ

Vzorec pro výpočet průměru vrtáku:

$$D = D_{\text{nom}} - 0,0068 * P * 65$$

**D** = průměr vrtáku (mm)

**D<sub>nom</sub>** = nominální průměr závitníku (mm)

**P** = stoupání (mm)

koef. 65 udává požadovanou výšku závitů v %

ISO METRICKÝ ZÁVIT		
ZÁVIT	MALÝ PRŮMĚR ZÁVITU	Prům. PŘEDVRTANÉ DÍRY
M	mm	mm
3	2.599	2.78
3.5	3.010	3.23
4	3.422	3.69
5	4.334	4.65
6	5.153	5.56
8	6.912	7.45
10	8.676	9.34
12	10.441	11.23
14	12.210	13.12
16	14.210	15.12

ISO METRICKÝ JEMNÝ ZÁVIT		
ZÁVIT	Prům. VNITŘNÍ MAX.	Prům. VRTÁK
MF	mm	mm
4x0.50	3.599	3.8
5x0.50	4.599	4.8
6x0.75	5.378	5.7
8x0.75	7.378	7.7
8x1.00	7.158	7.5
10x1.00	9.153	9.5
10x1.25	8.912	9.4
12x1.00	11.153	11.5
12x1.25	10.9912	11.4
12x1.50	10.676	11.3
14x1.00	13.153	13.5
14x1.25	12.912	13.4
14x1.50	12.676	13.3
16x1.00	15.153	15.5
16x1.50	14.676	15.25



## Závitníky a výroba závitů

### PRŮMĚRY VRTÁKŮ PRO TVÁŘENÉ ZÁVITY, DOPORUČENÍ

ISO METRICKÝ ZÁVIT			
ZÁVIT	Prům. VNITŘNÍ	Prům.	Prům.
UNC	mm	VRTÁK mm	VRTÁK palec
nr 1-64	1.582	1.7	51
nr 2-56	1.872	2	47
nr 3-48	2.148	2.3	
nr 4-40	2.385	2.6	39
nr 5-40	2.697	2.9	33
nr 6-32	2.896	3.2	1/8
nr 8-32	3.513	3.8	25
nr 10-24	3.962	4.4	11/64
nr 12-24	4.597	5	9
1/4-20	5.268	5.8	
5/16-18	6.734	7.3	
3/8-16	8.164	8.8	11/32
7/16-14	9.550	10.3	Y
1/2-13	11.013	11.9	.463

ISO METRICKÝ JEMNÝ ZÁVIT			
ZÁVIT	Prům. VNITŘNÍ	Prům.	Prům.
UNF	mm	VRTÁK mm	VRTÁK palec
nr 1-72	1.613	1.7	51
nr 2-64	1.913	2.0	
nr 3-56	2.197	2.3	
nr 4-48	2.459	2.6	37
nr 5-44	2.741	2.9	33
nr 6-10	3.023	3.2	1/8
nr 8-36	3.607	3.9	24
nr 10-32	4.166	4.5	16
nr 12-28	4.724	5.1	7
1/4-28	5.588	6	A
5/16-24	7.038	7.5	.293
3/8-24	8.626	9.1	
7/16-20	10.030	10.6	Z
1/2-20	11.618	12.1	.476

# Závítňky a výroba závitů

## POPIS STOPKY



## ISO POPIS STOPKY A ČTYŘHRANU

Průměr stopky mm	Čtyřhran mm	ISO 529	ISO 529 UNC/UNF BSW/BSF	ISO2283	ISO2284 G	ISO2284 Rc
2,50	2,00	M1				
		M1,2				
		M1,4				
		M1,6	No. 0			
		M1,8				
		M2	No. 1			
2,80	2,24	M2,2	No. 2			
		M2,5	No. 3			
3,15	2,50	M3	No. 4	M3		
			No. 5			
3,55	2,80	M3,5	No. 6	M3,5 M4		
4,00	3,15	M4		M5		
4,50	3,55	M4,5	No. 8	M6		
5,00	4,00	M5	No. 10			
			3/16			
5,60	4,50	M5,5	No. 12	M7		
			7/32			
6,30	5,0	M6	¼	M8		
7,10	5,60	M7	9/32			
8,00	6,30	M8	5/16	M10	G 1/8	Rc 1/8
9,00	7,10	M9		M12		
10,00	8,00	M10	3/8		G ¼	Rc ¼
8,00	6,30	M11	7/16			
9,00	7,10	M12	½			
11,20	9,00	M14	9/16	M14		
12,50	10,00	M16	5/8	M16	G 3/8	Rc 3/8
14,00	11,20	M18	11/16	M18 M20		
		M20	¾			
16,00	12,50	M22	7/8	M22		
18,00	14,00	M24	1"	M24	G 5/8	Rc 5/8
20,00	16,00	M27	1 1/8	M27 M30	G ¾	Rc ¾
		M30				
22,40	18,00	M33	1 ¼		G 7/8	Rc 7/8
25,00	20,00	M36	1 3/8		G 1"	Rc 1"
28,00	22,40	M39	1 ½			
		M42				

## Závitníky a výroba závitů



### DIN POPIS STOPKY A ČTYŘHRANU

Průměr stopky mm	Čtyřhran mm	DIN 352	DIN 371	DIN 376	DIN 374	DIN 2182	DIN 2183	DIN 353 / 374
2,5	2,1	M1	M1					
		M1,1	M1,1					
		M1,2	M1,2	M3,5	M3,5	1/16		
		M1,4	M1,4					
		M1,6	M1,6					
		M1,8	M1,8					
2,8	2,1	M2	M2					
		M2,2	M2,2	M4	M4	3/32	5/32	
		M2,5	M2,5					
3,20	2,4						3/16	
3,50	2,70	M3	M3	M5	M5			
4,00	3,00	M3,5	M3,5			1/8		
4,50	3,40	M4	M4	M6	M5,5 M6	5/32	¼	
6,00	4,90	M5 M6 M8	M5 M6	M8	M8	3/16	5/16	
		M10		M10	M9 M10	¼	3/8	G 1/8
8,00	6,20		M8			5/16	7/16	
9,00	7,00	M12		M12	M12	3/8	½	
10,00	8,00		M10					
11,00	9,00	M14		M14	M14		9/16	G ¼
12,00	9,00	M16		M16	M16		5/8	G 3/8
14,00	11,00	M18		M18	M18		¾	
16,00	12,00	M20		M20	M20			G ½
18,00	14,50	M22 M24		M22 M24	M22 M24		7/8	G 5/8
20,00	16,00	M27		M27	M27 M28		1"	G ¾
22,00	18,00	M30		M30	M30		1 1/8	G 7/8
25,00	20,00	M33		M33	M33		1 ¼	G 1"
28,00	22,00	M36		M36	M36		1 3/8	G 1 1/8
32,00	24,00	M39 M42		M39 M42	M39 M42		1 ½ 1 5/8	G 1 ¼
				M45 M48	M45 M48		1 ¾ 1 7/8	G 1 ½
36,00	29,00	M45 M48		M45 M48	M45 M48			G 1 ½
40,00	32,00	M52		M52			2	G 1 ¾
45,00	35,00							G 2"
50,00	39,00							G 2 ¼
								G 2 ½
								G 2 ¾
								G 3"

# Závitníky a výroba závitů

## POPIS STOPKY



## ANSI POPIS STOPKY A ČTYŘHRANU

Průměr stopky palec	Čtyřhran palec	ASME B94.9 rozměr šroubu	ASME - B94.9 palcový rozměr	ASME B94.9 metrický rozměr
0,141	0,11	No 0		M 1.6
		No 1		M 1.8
		No 2		M 2
		No 3		M 2.5
		No 4		
		No 5		M 3
		No 6		M 3.5
0,168	0,131	No 8		M 4
0,194	0,152	No 10		M 5
0,22	0,165	No 12		
0,255	0,191		¼	M 6
0,318	0,238		5/16	M 7
				M 8
0,381	0,286		3/8	M 10
0,323	0,242		7/16	
0,367	0,275		½	M 12
0,429	0,322		9/16	M14
0,48	0,36		5/8	M16
0,542	0,406		11/16	M18
0,59	0,442		¾	
0,652	0,489		13/16	M20
0,697	0,523		7/8	M22
0,76	0,57		15/16	M24
0,8	0,6		1	M 25
0,896	0,672		1 1/16	M27
			1 1/8	
1,021	0,766		1 3/16	M30
			1 ¼	
1,108	0,831		1 5/16	M33
			1 3/8	
1,233	0,925		1 7/16	M36
			1 ½	
1,305	0,979		1 5/8	M39
1,43	1,072		1 ¾	M42
1,519	1,139		1 7/8	
1,644	1,233		2	M48

# Závitníky a výroba závitů

## ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ PŘI ZÁVITOVÁNÍ

Problém	Příčina	Řešení
Volný závit	Nesprávná tolerance	Zvolte závitník s těsnější tolerancí
	Nesprávný axiální posuv	Snižte posuv o 5 - 10% (v pružné hlavě) nebo zvýšte tlak upínače
	Nevhodný typ závitníku pro aplikaci	Pro průchozí díry použijte závitník s přímou drážkou a lamačem, pro slepé díry použijte spirálovitý závitník. Povlakovaným nástrojem snížíte možnost tvorby nárůstku. Provéřte alternativní produkty v Selectoru nebo katalogu
	Závitník není v díře vystředěný	Zkontrolujte upínač a pozici, musí být v ose díry
	Nedostatečná lubrikace	Použijte kvalitní lubrikant, který předejde zasekávání třísek v díře. Viz kapitola o lubrikaci
	Řezná rychlost příliš nízká	Dodržujte doporučení z katalogu nebo Selectoru
Těsný závit	Nevhodný typ závitníku pro aplikaci	Pro průchozí díry použijte závitník s přímou drážkou a lamačem, pro slepé díry použijte spirálovitý závitník. Povlakovaným nástrojem snížíte možnost tvorby nárůstku. Použijte závitník s větším úhlem čela. Provéřte alternativní produkty v Selectoru nebo katalogu
	Nesprávná tolerance	Zvolte závitník s volnější tolerancí, obzvláště do materiálů, které mají tendenci ke smršťování (nerez), nebo abrazivních materiálů (litina)
	Nedostatečná nebo nevhodná lubrikace	Použijte kvalitní lubrikant, který předejde zasekávání třísek v díře. Viz kapitola o lubrikaci
	Předvrtaná díra příliš malá	Zvětšete průměr vrtáku na maximální hodnotu. Viz tabulka vrtáků pod závit
	Materiál se po závitování stahuje	Zkontrolujte doporučené parametry v katalogu nebo Selectoru a vhodné alternativy

# Závitníky a výroba závitů

## ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ PŘI ZÁVITOVÁNÍ

Problém	Příčina	Řešení
Zasekávání třísek	Nevhodný typ závitníku pro danou operaci	Zvolte závitník s menším úhlem čela. Zvolte závitník s delším náběhem. Do průchozích děr používejte závitník s přímou drážkou, do slepých spirálovitě, zabráníte zasekávání třísek. Zkontrolujte v katalogu nebo Selectoru alternativní vhodné závitníky
	Nevhodná nebo nedostatečná lubrikace	Použijte kvalitní lubrikant, který předejde zasekávání třísek v díře. Viz kapitola o lubrikaci
	Závitník naráží do dna	Zvyšte hloubku vrtání nebo snižte hloubku závitování
	Povrch díry se obráběním vytvrzuje	Snižte řeznou rychlost, použijte vhodný lubrikant. Viz kapitola o obrábění nerezi
	Zasekávání třísek při výjezdu	Vyvarujte se prudkých změn otáček při reverzaci
	Úkos naráží do vchodu do díry	Zkontrolujte axiální polohu a snižte odchylku od osy na minimum
	Předvrtaná díra příliš malá	Zvětšete průměr vrtáku na maximum. Viz tabulky vrtáků pod závit

# Závitníky a výroba závitů

## ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ PŘI ZÁVITOVÁNÍ

Problém	Příčina	Řešení
Zlomení	Otupený závitník	Použijte nový závitník nebo přebroušte otupený
	Nedostatečná lubrikace	Použijte kvalitní lubrikant, který předejde zasekávání třísek v díře. Viz kapitola o lubrikaci
	Závitník naráží do dna díry	Zvyšte hloubku vrtání nebo snižte hloubku závitování
	Řezná rychlost příliš vysoká	Snižte řeznou rychlost. Dodržujte doporučení z katalogu nebo Selectoru
	Povrch se obráběním vytvrzuje	Snižte rychlost. Použijte povlakovaný nástroj. Použijte kvalitní lubrikant. Viz kapitola o obrábění nerezí
	Předvrtaná díra příliš malá	Zvětšete průměr vrtáku na maximum. Viz tabulky vrtáků pod závit
	Vysoký krouticí moment	Použijte závitovací hlavu s nastavením krout. momentu
	Materiál se po závitování stahuje	Zkontrolujte doporučení v katalogu nebo Selectoru, najdete vhodný typ závitníku

# Závítňky a výroba závitů

## ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ PŘI ZÁVITOVÁNÍ

Problém	Příčina	Řešení
Rychlé opotřebování	Nevhodný typ závitníku na danou aplikaci	Zvolte závitník s menším úhlem čela. Zvolte závitník s delším náběhem. Do průchozích děrpoužívejte závitník s přímou drážkou, do slepých spirálovité, zabráníte zasekávání třísek. Zkontrolujte v katalogu nebo Selectoru alternativní vhodné závitníky
	Nedostatečná lubrikace	Použijte kvalitní lubrikant, který převede zasekávání třísek v díře a teplotnímu zatížení bříty. Viz kapitola o lubrikaci
	Řezná rychlost příliš vysoká	Snižte řeznou rychlost. Dodržujte doporučení z katalogu nebo Selectoru
Nárůstek	Nevhodný typ závitníku na danou aplikaci	Použijte závitník s menším úhlem čela nebo/a větším odlehčením zubů. Zkontrolujte katalog nebo Selector, najděte vhodný nástroj
	Nedostatečná lubrikace	Použijte kvalitní lubrikant, který převede zasekávání třísek v díře a teplotnímu zatížení bříty. Viz kapitola o lubrikaci
	Nevhodná povrchová úprava	Viz kapitola o povrchových úpravách
	Řezná rychlost příliš nízká	Dodržujte doporučení z katalogu nebo Selectoru

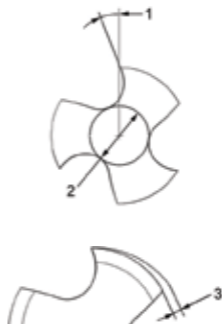
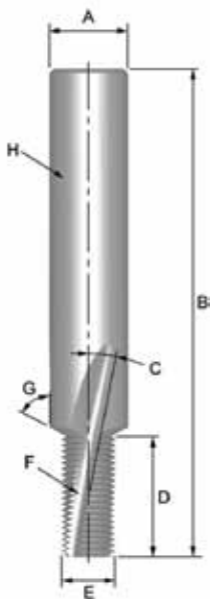




**Frézování závitů**

# Frézování závitů

## NÁZVOSLOVÍ



1. Úhel čela
2. Průměr jádra
3. Radiální úhel hřbetu

- A.** Průměr stopky  
**B.** Celková délka  
**C.** Úhel šroubovice  
**D.** Délka řezné části  
**E.** Průměr  
**F.** Frážka  
**G.** Úhel úkosu  
**H.** Stopka

## Frézování závitů

### VŠEOBECNÉ POKYNY K FRÉZOVÁNÍ ZÁVITŮ

K frézování závitu je třeba mít odpovídající strojní vybavení, CNC stroj s 3D řízením, které umožňuje dráhu nástroje po spirále. V případě nejasností použijte manuál ke stroji nebo se obraťte na výrobce stroje. Program k frézování závitu si můžete vytvořit sami.

1. Předvrtaná díra musí mít odpovídající rozměr, stejně jako u řezání závitů.
2. Pro snadné dosažení tolerance závitu programujte s korekcí radiusu.
3. Rozměrovou přesnost prvního závitu zkontrolujte kalibrem, následně závity v určitém intervalu kontrolujte a v případě potřeby korigujte radius. Běžně je možno přidat na korekci 2 až 3 krát než je fréza u konce své životnosti.
4. Při obrábění zasucha doporučujeme vyfoukávat třísky z místa obrábění.
5. Při frézování závitů do obtížně obrobitelných materiálů je vhodné frézovat na 2 až 3 axiální hloubky řezu.

## Frézování závitů

### VÝHODY FRÉZOVÁNÍ OPROTI KONVENČNÍMU ŘEZÁNÍ ZÁVITŮ

1. Spolehlivost procesu:
  - drobné třísky
  - možnost dosažení různých tolerancí závitů naprogramováním dráhy frézy
  - plný profil závitu téměř až do dna díry
2. Delší životnost.
3. Vhodné na většinu materiálů.
4. Jeden nástroj může být použit na výrobu různých rozměrů závitů, pokud je stoupání závitů shodné.
5. Jedním nástrojem můžete frézovat pravé i levé závity. Vnitřní i vnější závity.
6. Obrábění zasucha je možné.

### FAKTA O FRÉZOVÁNÍ ZÁVITŮ

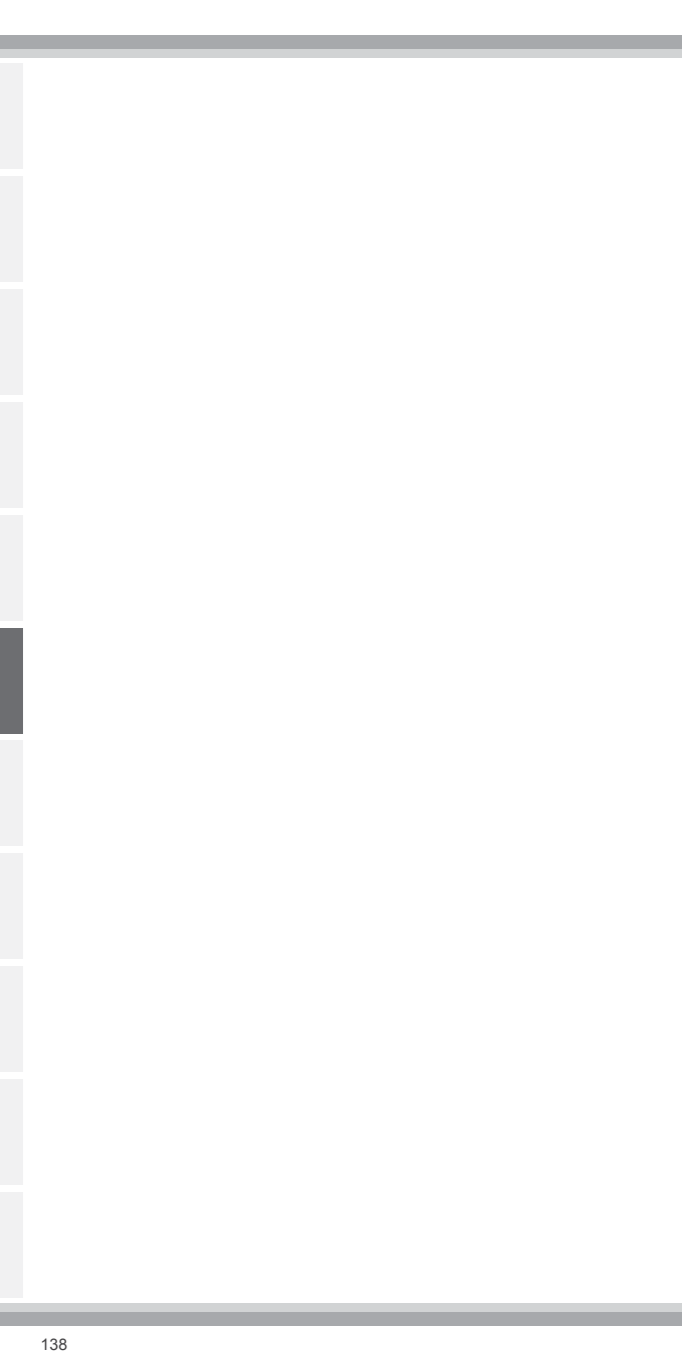
- Relativně pomalý proces obrábění v porovnání s řezáním závitníky. Přesto však kvalita povrchu, přesnost rozměru a spolehlivost vysoce kompenzují nižší rychlost výrobního procesu.
- Závítovací frézy lze použít do hloubek závitu  $1,5 \times D$  nebo  $2 \times D$ , podle typu frézy.
- Frézy je možno brousit na čele (viz kapitola o broušení).

## Frézování závitů

### ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ PŘI FRÉZOVÁNÍ ZÁVITŮ

Důsledek	Příčina	Řešení
Krátká životnost	Nevhodná řezná data	Snižte řeznou rychlost/posuv
	Nestabilita	Zkontrolujte držák nástroje
	Rychlé opotřebení	Snižte řeznou rychlost
Zlomená fréza	Špatný odvod třísek	Použijte stlačený vzduch, emulzi nebo nástroj s vnitřním chlazením
	Příliš velké zatížení	Rozdělte hloubku na 2 nebo 3 přejezdy
		Snižte posuv
Nestabilita	Zkontrolujte/vyměňte držák nástroje	
Vyštípaná fréza	Nestabilita	Zkontrolujte/vyměňte držák nástroje
	Nevhodná řezná data	Snižte řeznou rychlost/posuv
	Příliš velké zatížení	Rozdělte hloubku na 2 nebo 3 přejezdy
Snižte posuv		

Pro dosažení co nejlepší životnosti použijte doporučený CNC program se správným nájezdem do materiálu po spirále.

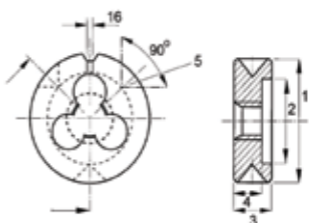
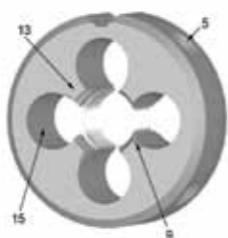




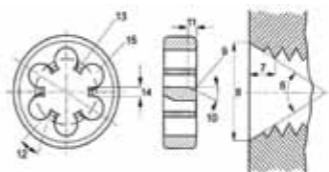
**Řezání vnějších  
závitů očkem**

# ŘEZÁNÍ VNĚJŠÍCH ZÁVITŮ OČKEM

## NÁZVOSLOVÍ



1. Vnější průměr
2. Průměr odlehčení
3. Tloušťka
4. Délka zavítové části
5. Díra pro utahovací šroub
6. Náběhový úhel
7. Délka náběhu
8. Průměr s úkosem (náběhem)
9. Lamač třísek
10. Úhel lamače
11. Délka lamače
12. Úhel čela
13. Břit
14. Tloušťka břitu
15. Díra
16. Drážka pro nastavení





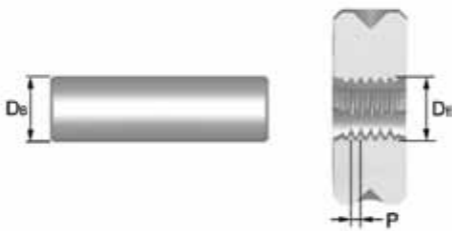
# ŘEZÁNÍ VNĚJŠÍCH ZÁVITŮ OČKEM

## VŠEOBECNÉ POKYNY PRO ŘEZÁNÍ ZÁVITŮ OČKY

1. Než začnete řezat závit, sražte na obrobku (tyči) hranu 45°, tím se eliminuje prudký nárůst zatížení řezných hran. Zajistěte, aby očko nebo maticové očko bylo vedeno kolmo na obrobek.
2. Velký průměr závitu by měl odpovídat průměru tyče, na kterou se reže závit. Sníží se tak řezné síly na minimum.
3. Použijte očka s lamačem třísek, třísky budou odváděny z místa řezu.
4. Břity je potřeba mazat, použijte vhodný lubrikant v dostatečné míře.
5. Při seřizování stavitelných oček tato očka neotevírejte. Očka jsou určena k seřizování o cca 0,15 mm rovnoměrným utažením šroubků. Při utažení pouze jedné strany očka by mohlo dojít k jeho poškození.
6. Maticová očka jsou vhodná pro ruční čištění a protahování hotových závitů. Jejich konstrukce není dostatečně pevná na řezání do plného materiálu, je lépe se tomuto použití vyhnout.

## PRŮMĚR HŘÍDELE

Průměr obráběného hřídele musí být menší než velký průměr vnějšího závitu.



$$D_B = D_E - (0,1 * P)$$

# ŘEZÁNÍ VNĚJŠÍCH ZÁVITŮ OČKEM

## ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ PŘI ŘEZÁNÍ ZÁVITŮ ZÁVITOVÝMI ČELISTMI

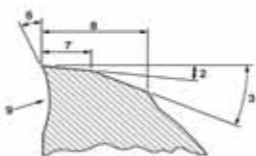
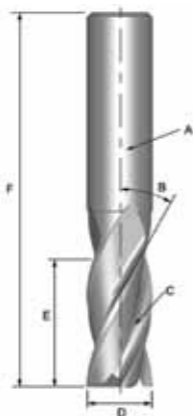
Problém	Příčina	Řešení
Volný / těsný závit	Nesouosost	Zkontrolujte souosost, odstraňte nečistoty
	Nesprávná hodnota axiálního posuvu	Zajistěte správný a plynulý axiální posuv
Špatná kvalita povrchu	Nesprávný úhel čela pro obrábění daného materiálu	Zkuste očko s jinou geometrií nebo poptejte speciální
	Nesprávný lubrikant nebo nedostatečné množství	Viz kapitola o lubrikantech
	Nesprávná řezná rychlost	Dodržujte doporučení z katalogu
	Průměr tyče příliš velký	Snižte průměr tyče
	Nesražená hrana na tyči	Sražte hranu na tyči
Vylamování břitů / rozlomení	Nevhodný typ očka	Dodržujte doporučení z katalogu
	Vysoká řezná rychlost	Dodržujte doporučení z katalogu
	Průměr tyče příliš velký	Snižte průměr tyče
	Nesražená hrana na tyči	Sražte hranu na tyči
	Příčina	Zkontrolujte souosost, odstraňte nečistoty
Rychlé opotřebení	Nesprávný lubrikant nebo nedostatečné množství	Viz kapitola o lubrikantech
	Vysoká řezná rychlost	Dodržujte doporučení z katalogu
Nárůstek na břitu	Nesprávný lubrikant nebo nedostatečné množství	Viz kapitola o lubrikantech
	Průměr tyče příliš velký	Snižte průměr tyče
	Nizká řezná rychlost	Dodržujte doporučení z katalogu



**Frézování**

# Frézování

## NÁZVOSLOVÍ



- A. Stopka
- B. Úhel šroubovice
- C. Drážka
- D. Průměr frézy
- E. Délka pracovní části
- F. Celková délka

- 1. Zubní mezera
- 2. Primární úhel podbroušení
- 3. Sekundární úhel podbroušení
- 4. Zadní okraj
- 5. Břit
- 6. Úhel čela
- 7. Délka primárního podbroušení
- 8. Délka sekundárního podbroušení
- 9. Podbroušení čela

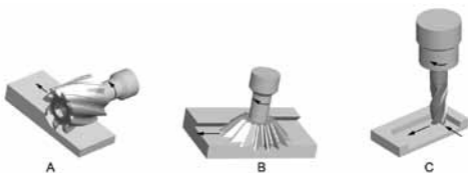
# Frézování

## VŠEOBECNÉ POKYNY PRO FRÉZOVÁNÍ

Frézování je proces, kdy je odebírán stanovený přídavek materiálu frézou, která rotuje kolem své osy a zároveň se posouvá do řezu. Fréza je obvykle vícebřítý nástroj, kde každý břit odebírá materiál.

## TYPY FRÉZ

Rozlišujeme tři základní druhy frézovacích operací a tím i druhů fréz: (A) obvodové frézování, (B) čelní frézování a (C) frézování stopkovými frézami.



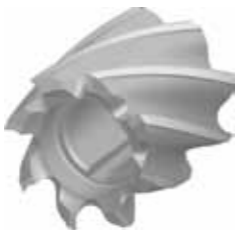
Při obvodovém frézování válcovými frézami je osa rotace nástroje rovnoběžná s povrchem obráběné součásti. Fréza má po obvodu určitý počet zubů, každý z těchto zubů funguje stejně jako jednobřítý nástroj. Válcové frézy mohou mít přímé zuby nebo zuby šroubovicové.

Při čelním frézování je osa otáčení frézy kolmá na povrch obráběné součásti. Frézování probíhá na břitech, které jsou na čele a na obvodu frézy. Při frézování stopkovými frézami je osa frézy vertikálně kolmá na povrch obrobku a obvykle může frézovat všemi směry, které jsou na čele i na obvodu frézy.

# Frézování

## VÁLCOVÉ A ČELNÍ FRÉZY

### NÁSTRČNÉ FRÉZY



Mají obvodové i čelní břity. Drážka pro pero slouží pro upnutí.

### KOTOUČOVÉ FRÉZY, OBVODOVÉ A ČELNÍ



Mají zuby po obvodu i na bocích. Zuby jsou střídavě vychýleny, např. sudé vpravo, liché vlevo, čímž je umožněno obrábění hlubších drážek a použití v náročných operacích.

## ÚHLOVÉ FRÉZY



Úhlové frézy mají břity, které nejsou válcové, ale kuželové. Je možno sestavovat frézy s jednostranným nebo dvoustranným úhlem.

## Frézování

### STOPKOVÉ FRÉZY

#### DRÁŽKOVACÍ FRÉZY

Pracovní část je pravouhlá.



#### FRÉZY S ROHOVÝM RADIUSEM

Mají malý rádius, zaoblení na rozích.



#### KOPÍROVACÍ FRÉZY

Neboli kulové frézy, mají tvar polokoule.



#### MINIFRÉZY

Frézy o průměru menším než 1 mm.



# Frézování

## VÝBĚR FRÉZY A VOLBA PARAMETRŮ FRÉZOVÁNÍ:

Před frézováním je třeba rozhodnout:

- jaký typ frézy zvolit na danou operaci
- o parametrech obrábění, o úběru materiálu za jednotku času a o požadované životnosti

Určení nejvhodnější frézy:

- jaký typ frézy zvolit na danou operaci zvolte frézu:
  1. typ frézy
  2. zavrtávací fréza nebo fréza na obvodové frézování
- zvažte stav a stáří stroje
- vyberte nejvhodnější délku frézy, co nejkratší, abyste minimalizovali ohýbání a namáhání na ohyb:
  1. co nejtužší fréza
  2. největší možný průměr frézy
  3. vyvarujte se velkého vyložení nástroje z upínače

- zvolte počet zubů
  1. více zubů: zmenšený prostor pro třísku, vyšší tuhost, vyšší hodnoty posuvů za min.
  2. méně zubů: větší prostor pro třísky, nižší tuhost, snadný odvod třísek

Ke stanovení řezných parametrů, řezné rychlosti a posuvu, je nutno znát:

- typ obráběného materiálu
- řezný materiál frézy
- výkon stroje
- požadovaná kvalita povrchu



## Frézování

### CHARAKTERISTIKA STOPKOVÝCH FRÉZ - ČELO FRÉZY

Dvě provedení čela frézy:

<b>S BŘÍTEM PŘES STŘED</b>	<b>S BŘÍTY, KTERÉ NEJSOU PŘES STŘED</b>
<p>Umožňuje zavrtávání a ponořování. U fréz se sudým počtem břítů jsou přes střed 2 břity (frézy se 2, 4, 6,... zuby). Jen 1 břit přes střed mají frézy s lichým počtem zubů (frézy se 3, 5,... zuby).</p> 	<p>Určeno pouze pro frézování bokem a frézování otevřených drážek.  Je možno přebrušovat mezi hroty.</p> 



## Frézování

### ÚHEL ŠROUBOVICE

S větším počtem zubů je zatížení jednotlivých zubů nižší, plynulejší a je možno dosáhnout lepší kvality povrchu. Větší úhel šroubovice ale způsobuje vyšší zatížení (FV) v ose nástroje.

Vysoká síla FV může způsobit:

- Nadměrné zatížení ložisek ve vřetení
- Pohyb frézy v upínači. K odstranění je nutno použít Weldon nebo stopku se závitem.



### TYP FRÉZY

Norma DIN 1836 definuje různé typy profilů fréz:



N	Fréza na ocel, od měkké až po pevnou.
W	Fréza na měkké a tažné materiály.

## Frézování

### Norma DIN 1836 definuje lamače třísek:

	<b>HRUBÝ OBLÝ HRUBOVACÍ PROFIL</b> Vhodný na obrábění s velkými úběry materiálu, na oceli a neželezné kovy, materiály s pevností v tahu do 800 N/mm <sup>2</sup> .
	<b>JEMNÝ OBLÝ HRUBOVACÍ PROFIL</b> Vhodné pro hrubování tvrdých ocelí, neželezných kovů s pevností v tahu přes 800 N/mm <sup>2</sup> .
	<b>SEMI-DOKONČOVACÍ PROFIL</b> Vhodný pro hrubování lehkých slitin a na polodokončování oceli a neželezných kovů.
	<b>HRUBOVACÍ PROFIL</b> S ploškou, stejné použití jako NR, ale dosahuje lepší kvality povrchu, polodokončování.

Oproti běžně používaným profilům NR a HR, Dormer vyvinul vlastní geometrie hrubovacích asymetrických profilů:

	Jemný asymetrický profil lamače. Asymetrický profil lamače snižuje vibrace a zvyšuje životnost nástroje.
	Hrubý asymetrický profil lamače. Asymetrický profil lamače snižuje vibrace a zvyšuje životnost nástroje.

### TYPY STOPKOVÝCH FRÉZ

Je celá řada operací, na které se využívají různé typy stopkových fréz.

Tři parametry ovlivňují výběr typu frézy:

- směr frézování
- Q (hodnota úběru materiálu)
- použití

# Frézování

## SMĚR FRÉZOVÁNÍ

Tři různé typy, které umožňují různé směry frézování:

3 SMĚRY	2 SMĚRY	1 SMĚR
		

## Q (CM<sup>3</sup>/MIN)

Hodnotu úběru materiálu Q můžeme počítat jako množství odebraného materiálu za jednotku času. Odebrané množství materiálu odpovídá přídavku na obrábění, tedy neobrobený obrobek minus obrobený obrobek. Čas obrábění je čas, který potřebuje nástroj na obrobení součásti. Tento čas je výrazně ovlivněn požadavkem na kvalitu povrchu součásti.

$$Q = \frac{a_p * a_e * v_f}{1000}$$

Q = (cm<sup>3</sup>/min)

A<sub>P</sub> = axiální hloubka (mm)

A<sub>E</sub> = radiální hloubka (mm)



V<sub>F</sub> = posuv (mm/min)

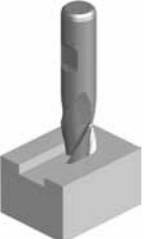


# Frézování

## POUŽITÍ


Druh obráběcí operace přímo souvisí s hodnotou Q. Různé aplikace umožňují dosahovat různých hodnot Q. Aktuální katalog Dormer ukazuje

prostřednictvím jednoduchých ikon použití fréz.

Frézování bokem	Čelní frézování
	
Radiální hloubka by měla být menší než 0,25 x průměr frézy.	Radiální hloubka by neměla být vyšší než 0,9 x průměr frézy, axiální hloubka řezu méně než 0,1 x průměr.

Drážkování	Zavrtávání	Zavrtávání po rampě
		
Obrábění drážek na pera. Radiální hloubka je rovna průměru frézy.	Zavrtávání je možné s frézami, které mají břit přes střed. V těchto operacích je třeba snížit posuv na polovinu.	Rampování, radiální i axiální nájezd do materiálu.

## Frézování

 <p>The icon shows a close-up of a metal groove with the letters 'P9' printed in white on a red background below it.</p>	<b>DRÁŽKY P9</b> Zdůrazňujeme možnost frézování drážek P9 (viz str. 41). Frézy, které umožňují drážkování v P9 mají v katalogu odpovídající ikonu.
---	---

### FRÉZOVÁNÍ - SOUSLEDNÉ A NESOUSLEDNÉ

V obou případech dochází k úběru materiálu.



Nesousledné frézování



Sousledné frézování

## Frézování

### NESOUSLEDNÉ FRÉZOVÁNÍ

Při nesousledném obrábění vzniká tříska od nejtenčího po nejširší průřez. Směr posuvu je proti směru otáčení frézy.

#### VÝHODY:

- Při obrábění materiálů s tvrdým povrchem, zuby frézy tuto vrstvu obrobí zespodu.
- Šupiny nebo povrchové nerovnosti neovlivňují životnost nástroje.
- Hladký průběh frézování za předpokladu použití ostrého nástroje.

#### NEVÝHODY:

- Nástroj má tendenci ke chvění, nezabere nulový průřez třísky.
- Obrobek je vytahován z upínače, důležité je pevné upnutí.
- Rychlejší opotřebení oproti nesouslednému frézování.
- Třísky se hromadí před nástrojem - obtížný odvod třísek.
- Větší potřebný výkon stroje způsobený vyšším třením při zajíždění frézy do řezu, kde začíná na minimálním průřezu třísky.
- Kvalita povrchu různorodá, třísky jsou nabírány zuby do řezu.

### SOUSLEDNÉ FRÉZOVÁNÍ

Při sousledném frézování fréza začíná obrábět při největším průřezu třísky. Směr posuvu obrobku a směr otáčení frézy je shodný.

#### VÝHODY:

- Síly, které při frézování působí na obrobek jej zatlačují do upínače.
- Snadnější odvod třísek, které zůstávají za frézou.
- Nižší opotřebení a tím vyšší životnost až o 50%.
- Lepší kvalita povrchu, třísky se nevracejí zpět do místa řezu.
- Nižší potřebný výkon stroje. Je možné použít frézy s větším úhlem čela.
- Upnutí součásti může být jednodušší a levnější.

#### NEVÝHODY:

- Při doteku zubů frézy a při zařezávání do materiálu obrobku vznikají nárazové síly, je nutné zajistit tuhé upnutí a vůle musejí být eliminovány.
- Sousledné frézování není vhodné při obrábění součástí s tvrdou povrchovou vrstvou nebo se šupinatým nerovnoměrným povrchem, například výkovky a odlitky. Povrch má slupku, která je tvrdá a abrasivní a způsobuje předčasné opotřebování nástroje nebo jeho vylamování.



## Frézování

### KOPÍROVACÍ FRÉZY

Půlkulové frézy se často používají ve formařině a u obrobků se složitým tvarem povrchu, v automobilovém, leteckém a zbrojním průmyslu.

Efektivní průměr je hlavním faktorem používaným pro výpočet řezné rychlosti. Je definován skutečným průměrem

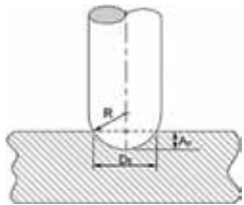
$$D_E = 2 * \sqrt{R^2 - (R - A_p)^2}$$

$D_E$  = efektivní průměr

$R$  = radius nástroje

$A_p$  = axiální hloubka řezu

obrábění na axiální hloubce. Efektivní průměr je ovlivněn rádiusem nástroje a hloubkou řezu.



Efektivní průměr se používá místo průměru nástroje při výpočtu řezné rychlosti  $v_c$  u kopírovacích fréz. Vzorec výpočtu:

$$V_c = \frac{\pi * D_E * N}{1000}$$

$V_c$  = řezná rychlost (m/min)

$D_E$  = efektivní průměr (mm)

$N$  = ot / min

Při frézování kulovou frézou, kterou frézujeme různé plastické tvary, vzniká mezi jednotlivými hloubkami při konturování přechodová vrstva. Výšku této vrstvy značíme  $H_c$ .

## Frézování



Vzorec výpočtu  $H_c$

$$H_c = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{Ae}{2}\right)^2}$$

nebo

$$Ae = 2 \sqrt{R^2 - (R - H_c)^2}$$

$H_c$  = výška zbytkové vrstvy

$R$  = radius nástroje

$Ae$  = krok mezi dvěma přejezdy

Vztah mezi  $H_c$  a  $R_A$  (drsnotí povrchu) zhruba odpovídá hodnotám v tabulce:

$H_c$ (mm)	0,2	0,4	0,7	1,25	2,2	4
$R_A$ (mm)	0,03	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8

$H_c$ (mm)	8	12,5	25	32	50	63	100
$R_A$ (mm)	1,6	3,2	6,3	8	12,5	16	25

$R_A$  = cca 25 %  $H_c$

## Frézování

### KULOVÉ FRÉZY V KALENÝCH MATERIÁLECH

Doporučené hodnoty axiální hloubky při obrábění kalených ocelí.

TVRDOTA (HRC)	AXIÁLNÍ HLOUBKA = $A_p$
$30 \leq 40$	$0,10 \times D$
$40 \leq 50$	$0,05 \times D$
$50 \leq 60$	$0,04 \times D$

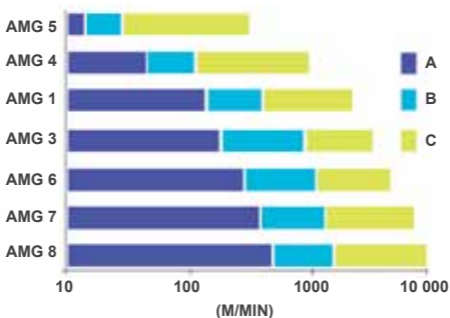
### VYSOKORYCHLOSTNÍ OBRÁBĚNÍ HSM

Může být definováno různými způsoby. S ohledem na možnosti strojů se obecně jedná o obrábění při vysokých řezných rychlostech.

**A** = normální obrábění

**B** = přechod k HSM

**C** = HSM



### DEFINICE HSM

Při řezných rychlostech 5 až 10 x vyšších než je běžné u konvenčního obrábění.

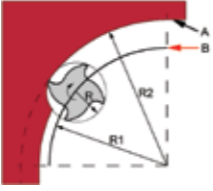

# Frézování

## VÝHODY HSM

- zvýšené využití kapacity stroje
- zlepšení kvality povrchu součásti
- snížení strojního času
- nižší požadavky na lidské zdroje
- snížení nákladů
- nízká teplota nástroje
- minimální opotřebení nástroje
- menší množství potřebných nástrojů
- nízké řezné síly (třísky jsou menší)
- nižší požadavky na výkon a tuhost stroje
- nízká tendence k ohýbání nástroje
- vyšší přesnost a kvalita povrchu
- možnost obrábění techných součástí
- snížení sekvenčního času procesu
- možnost vyšší stability v řezu a vyšší odolnost proti vibracím

## STRATEGIE FRÉZOVÁNÍ

### KOREKCE POSUVU PŘI FRÉZOVÁNÍ VNITŘNÍCH A VNĚJŠÍCH KONTUR

VNITŘNÍ KONTURA	VNĚJŠÍ KONTURA
	
$v_f \text{ prog} = v_f * \frac{R2 - R}{R2}$	$v_f \text{ prog} = v_f * \frac{R2 + R}{R2}$

- A** obrobený povrch  
**B** pohyb středu nástroje  
**R** radius frézy  
**R1** radius pohybu frézy  
**R2** radius povrchu obrobku

**DŮLEŽITÉ:** většina řídicích systémů stroje má automatickou korekci.

## Frézování

### NÁJEZD PO RAMPĚ

Tabulka - maximální doporučený úhel pro rampování ( $\alpha$ ) pro karbidové frézy.



POČET ZUBŮ FRÉZY	2	3	≥4
ocel a litina	≤ 15	≤ 10	≤ 5
hliník, měď, plasty	≤ 30	≤ 20	≤ 10
kalená ocel	≤ 4	≤ 3	≤ 2

### NÁJEZD PO SPIRÁLE

MATERIÁL	DOPORUČENÁ AP
ocel	< 0,10 x D
hliník	< 0,20 x D
kalená oceli	< 0,05 X D



$$D_{bmax} = 2 * (D - R)$$

$D_{bmax}$  = maximální průměr zavrtávání

$D$  = průměr frézy

$R$  = rohový radius frézy

Hodnoty maximálního průměru zavrtávání (blízké  $D_{bmax}$ ) umožní dobrý odvod třísek.

## Frézování

### AXIÁLNÍ PONORNÉ ZAVRTÁVÁNÍ

Hodnota posuvu musí být vydělena počtem zubů. Není vhodné používat na ponorné zavrtávání stopkové frézy s více než čtyřmi zuby.

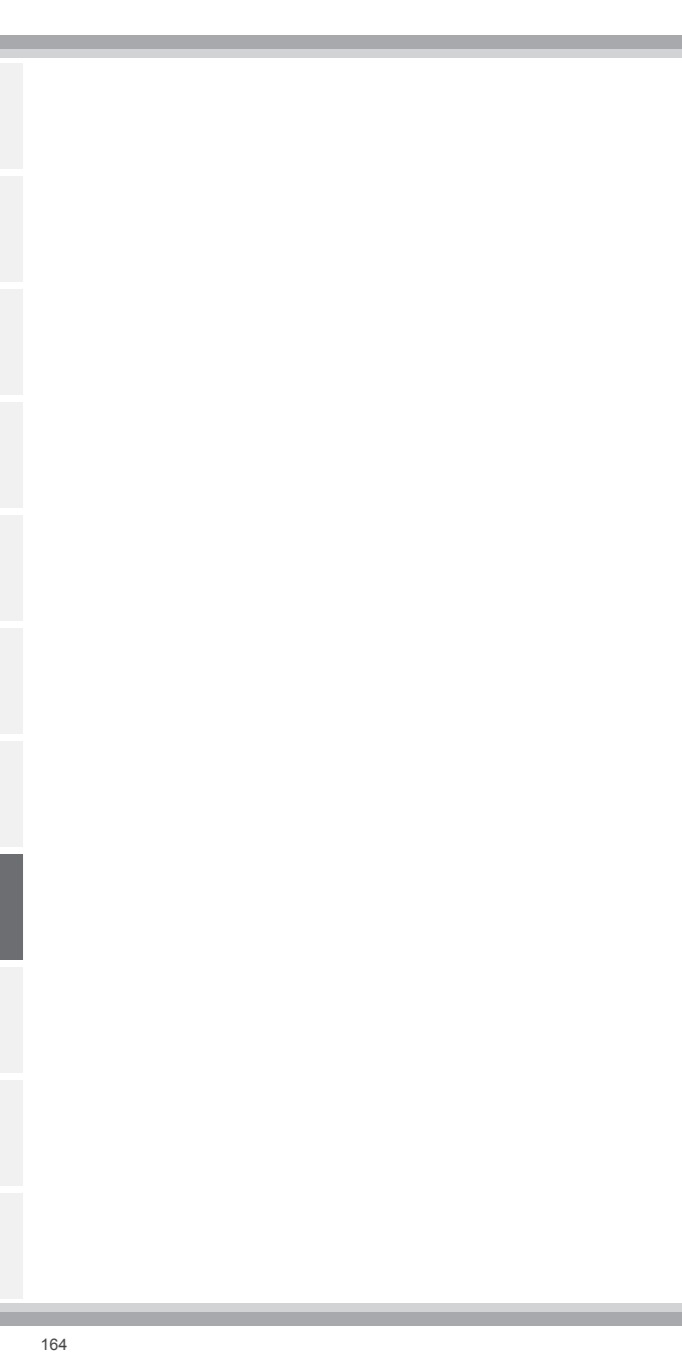


### ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ PŘI FRÉZOVÁNÍ

Problém	Příčina	Řešení
Zlomení	Příliš velký přídavek materiálu	Snižte posuv na zub
	Příliš velký posuv	Snižte posuv
	Délka pracovní části nebo celková délka příliš dlouhá	Upněte tak, aby fréza zbytečně nečouhala z upínače nebo použijte kratší frézu
Opotřebení	Příliš tvrdý materiál obrobku	Zkontrolujte katalog nebo Selector, zda je v nabídce odolnější nástroj nebo nástroj s povlakem
	Nesprávná řezná rychlost a posuv	Zkontrolujte řezná data v katalogu nebo Selectoru
	Špatný odvod třísek	Zamiřte trysky s chlazením
	Nesousledné frézování	Sousledné frézování
	Nevhodná šroubovice	Zkontrolujte doporučení v katalogu/Selectoru a alternativní nástroje
Vylamování	Příliš velký posuv	Snižte posuv
	Vylamování	Snižte řeznou rychlost
	Nízká řezná rychlost	Zvyšte řeznou rychlost
	Nesousledné frézování	Sousledné frézování
	Tuhost nástroje	Vyberte kratší frézu nebo stopku zasuňte hlouběji do upínače
	Tuhost obrobku	Pevně upněte obrobek

## Frézování

Problém	Příčina	Řešení
Krátká životnost	Houževnatý materiál obrobku	Zkontrolujte katalog nebo Selector a vyberte alternativní frézu
	Nevhodná geometrie bříty	Zadejte správná řezná data
	Tření mezi frézou a povrchem obrobku	Použijte povlakovaný nástroj
Špatná kvalita povrchu	Příliš velký posuv	Snižte řeznou rychlost
	Nízký posuv	Zvyšte řeznou rychlost
	Zasekávání třísek	Zmenšete přídavek materiálu
	Opotřebený nástroj	Vyměňte nebo přebrušte nástroj
	Tvorba nárůstku	Zvolte frézu s větším úhlem šroubovice
	Nalepování třísek	Zvyšte intenzitu chlazení
Nepřesnost obrobku	Ohyb nástroje	Zvolte kratší nástroj nebo zasuňte stopku hlouběji do upínače
	Nedostatečný počet drážek (zubů)	Zvolte nástroj s více drážkami (zuby)
	Uvolněný, opotřebený upínač	Opravte nebo vyměňte
	Nedostatečná tuhost upínače	Vyměňte za kratší a tužší upínač
	Nedostatečná tuhost vřetene	Použijte stroj z vyšší tuhosti
Vylamování	Řezná rychlost a posuv příliš vysoké	Změňte řezná data za pomoci katalogu/Selectoru
	Délka pracovní části nebo celková délka nástroje příliš dlouhá	Zasuňte stopku hlouběji do upínače a použijte kratší frézu
	Příliš velká hloubka obrábění	Snižte hloubku řezu
	Nedostatečná tuhost (stroj nebo upínač)	Zkontrolujte upínač a je-li třeba, vyměňte jej







**Upichovací nástroje**

## Upichovací nástroje

### VŠEOBECNÉ POKYNY K UPICHOVÁNÍ

Dormer nabízí upichovací nože s vyměnitelnými třibřitými destičkami. Destičky jsou vyrobeny z rychlořezné oceli s kobaltem (HSS-E), v provedení bez povlaku nebo s povlakem TiN a TiAlNi. Povlak TiAlNi je tvrdší než TiN a odolává vyšším teplotám.

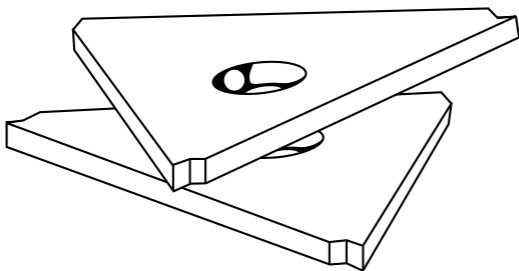
Destička je z obou stran vybroušená, je zajištěn správný úhel hřbetu radiálně i axiálně. Lamač třísek, který je na břitu vybroušený, napomáhá utváření třísek při obrábění materiálů s dlouhou třískou.

### VYMĚNITELNÉ DESTIČKY, DVĚ VELIKOSTI

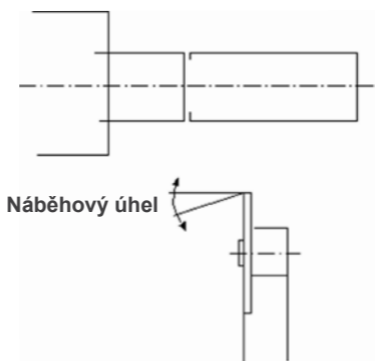
Destičky mají dvě velikosti a dva druhy typu náběhového úhlu, 8° a 15°, oba úhly také v pravém a levém provedení.

Destičky mají dvě velikosti a dva druhy typu náběhového úhlu, 8° a 15°, oba úhly také v pravém a levém provedení.

Destičky pro standardní zapichování pro šířky drážek 1,1; 1,3; 1,6; 1,85 a 2,15 mm.



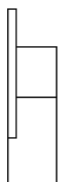
## Upichovací nástroje



přímý

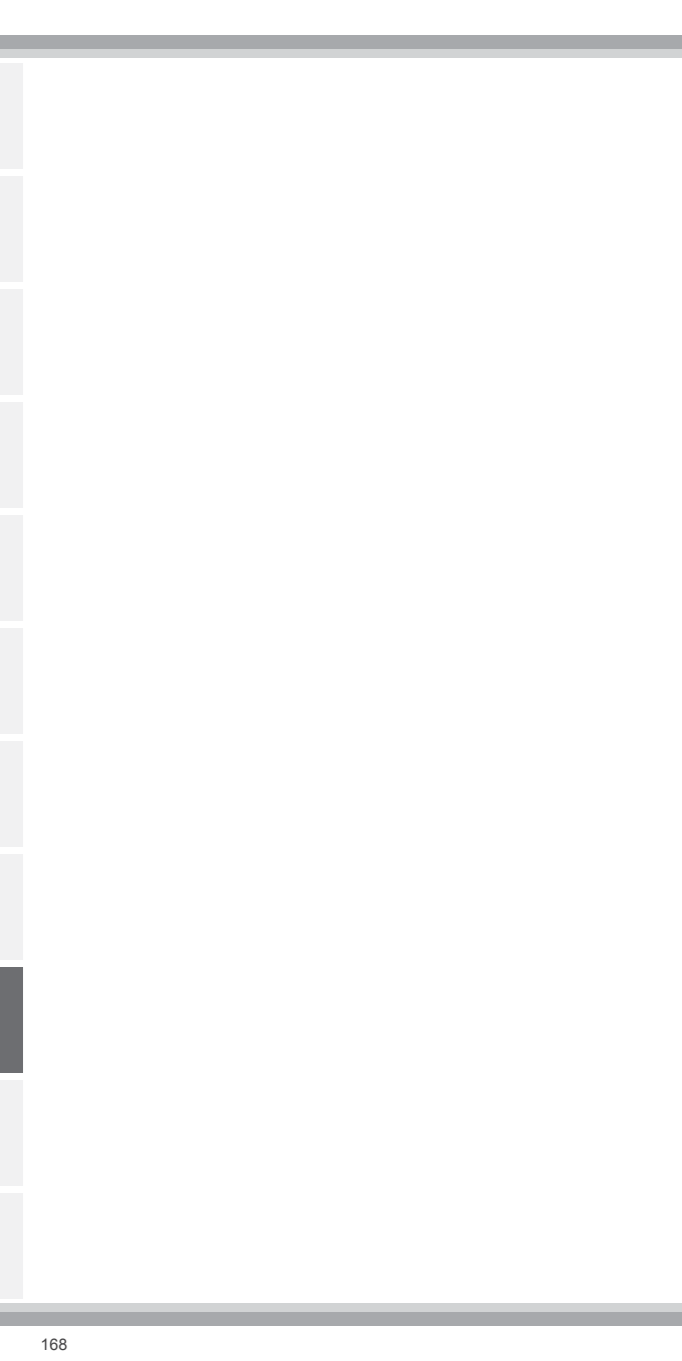
pravý

levý



pravý držák

levý držák





**Upínání**

# Upínání

## Všeobecné pokyny k upínání

### Úvod

Abychom mohli definovat kvalitu upínače, je vždy třeba zvážit, jaká je funkce a použití upínače.

Upínač funguje jako vyměnitelné rozhraní mezi vřetenem a nástrojem, aniž by zmenšoval jejich efektivnost.

V návaznosti na uvedenou definici jsou zásadní čtyři oblasti:

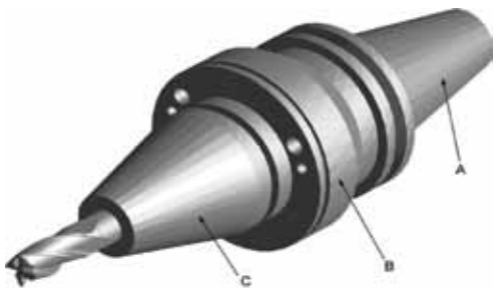
### 1. Soustřednost osy nástroje a osy vřetene.

**2. Upínací síla** - nástroj musí být bezpečně upnut v upínači za daných otáček.

**3. Přesnost a standardizace** - upínač musí důsledně odpovídat normě.

**4. Vyvážení** - upínače musejí být vyváženy, stejně přesně jako vřetena ve kterých jsou upnuty.

Upínač má tři části: rozhraní pro upnutí do vřetene (kužel, A), vyvažovací část (B) a upínací mechanismus nástroje (C).



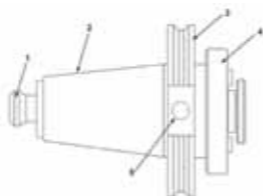
# Upínání

## Typy kuželů

- **Strmé kužely** (CAT, BT, TC, ISO)
- **HSK** (Hollow Shank Taper, dutá kuželovitá stopka)
- **Pružné držáky** (pro závitování a vystružování)
- **Ostatní** (Morse kužel, automotive stopka, válcová stopka 1835 A, válcová B+E, ABS, Wohlhaupter)

Na přesné CNC stroje je třeba použít přesné upínače s přesně broušenými kužely. Jsou různé způsoby fixace upínače například tažným šroubem, který je využitelný pro možnost snadných a rychlých výměn.

Základní součásti upínače (viz obrázek):



1. Tažný šroub
2. Kuželová stopka
3. Příruba
4. Adaptér
5. Protilehlá drážka

## KUŽELOVÁ STOPKA

Zajišťuje uložení upínače do vřetene.

Norma definuje šest základních velikostí:

**#30, #35, #40, #45, #50, a #60.**

Velké stroje mají rozhraní i na větší kuželové stopky. Kužel stopky je 3.5 in./ft (3,5 palce na stopu, neboli kuželovitost 7:24).

## Velikosti kuželových stopek

#60 velké stroje

#50 střední stroje

#40 malé stroje

#30 velmi malé stroje

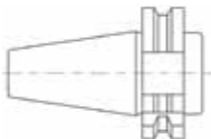
# Upínání

## Typy přírub

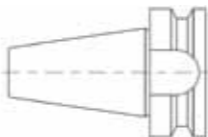
Příruba slouží k uchopení podavačem, běžně se používají dva typy přírub. V-příruba a BT-příruba.

BT mají metrický závit tažného šroubu, ale adaptéry umožňují také řadu palcových rozměrů. BT-příruby používají evropští i japonští výrobci obráběcích center.

## DIN 69871 V-příruba

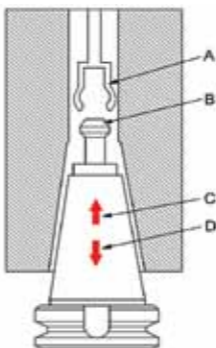


## BT-příruba



## Tažný šroub

Táhlo (A) ve vřeteni pevně dotahuje upínač do vřetene a automaticky jej povoluje. Tažné šrouby (B) jsou různých druhů a velikostí. Nemusí být vždy vyměnitelné. Používejte jen tažné šrouby specifikované výrobcem stroje.



- A. Táhlo
- B. Tažný šroub
- C. Upnutí
- D. Povolení



# Upínání

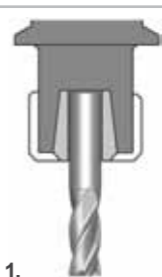
## UPÍNACÍ SYSTÉMY

Čtyři druhy upínacích systémů

1. kleština DIN 6388 a DIN 6499
2. hydraulické pouzdro
3. tepelný upínač
4. Weldon a Whistle Notch

### Kleština DIN 6388, DIN 6499

Kovová kleština, šroubem utahuje stopku nástroje.



### Hydraulické pouzdro

Hydraulický upínač má zásobník s olejem, který zajišťuje upínací tlak kolem stopky nástroje. Utahováním šroubu se zvyšuje tlak v oleji, který přes rukáv upíná stopku nástroje.



### Tepelný upínač

Funguje na principu teplotní expanze, kdy se upínač nahřátím roztáhne. Za normální teploty je průměr upínače, po zahřátí a roztažení je možno vložit stopku do upínače. Po vychladnutí se upínač smrští a pevně drží stopku s dobrou souosostí.

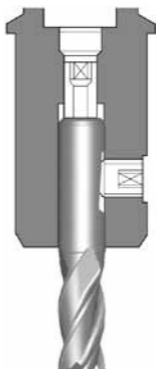


# Upínání

**Weldon, DIN 1835 B**



**Whistle Notch, DIN 1835 E**



4.

Weldon a whistle notch, oba systémy mají radiální šroub, který drží polohu stopky v upínači. Stopka musí mít plošku, o kterou se šroub opře.

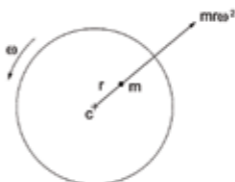
Popis	Kleština	Weldon Whistle Notch	Hydrau- lický upínač	Tepelný upínač
Obrábění	frézování (závitování) vrtání vystružování vyvrtávání	frézování (závitování) vrtání vystružování vyvrtávání	frézování (závitování) vrtání vystružování vyvrtávání	frézování vrtání vystružování vyvrtávání
Stopka frézy	válcová stopka HSS (DIN 1835A) karbid (DIN 6535HA)  stopka se závitem HSS (DIN 1835D)	Weldon HSS (DIN 1835B) karbid (DIN 6535HB)  Whistle Notch HSS (DIN 1835E) karbid (DIN 6535HE)	Válcová stopka HSS (DIN 1835A) karbid (DIN 6535HA)	Válcová stopka HSS (DIN 1835A) karbid (DIN 6535HA)

## Upínání

Popis	Kleština	Weldon Whistle Notch	Hydrau- lický upínač	Tepelný upínač
Házivost	kvalitní kleština cca 25 $\mu\text{m}$	cca 10 $\mu\text{m}$	cca 5 $\mu\text{m}$	cca 4 $\mu\text{m}$
Tuhost	dobrá	velmi dobrá	dobrá	výborná
Vyváženost	různá u různých typů kleštin ve vztahu k házivosti	nesouměrná konstrukce vytváří nevyváženosti, ale výrobci upínačů nedostatek kopen- zují snižováním hmotnosti	nesouměrná konstrukce vytváří nevyváženosti, ale výrobci upínačů nedostatek kopen- zují snižováním hmotnosti	nejlepší - bez šroubů a dalších asymterických členů je držák výborně vyvážený
Vibrace	žádné výhody	žádné výhody	zásobník oleje může za určitých pod- mínek přenášet vibrace kapa- linou	žádné nevýhody
Snadnost použití	poměrně komplikovanější, přesnost závi- sí na lidském faktoru	dobry	vyšší přesnost, ale upínací me- chanismus může být poměrně snadno poškozen	snadné použití
Náklady	normální	normální	dražší	držáky nejsou nákladné, ale nutnost vyšší počáteční investice do ohřívacího zařízení

## Upínání

Nevyváženosti vznikají, když se geometrická osa neshoduje s osou hmoty tělesa. Velikost nevyváženosti udává vzorec:



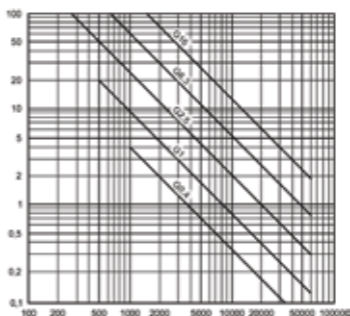
$$U = m * r$$

$$e = \frac{U}{M} = \frac{m * r}{M}$$

$$G = \frac{e * 2 * \pi * n}{60.000}$$

### Přesnost vyvážení podle standardizovaných tabulek

G stupeň vyvážení (šikmé úsečky v grafu) se vztahují k maximální obvodové rychlosti (osa X) a ke specifické dovolené nevyváženosti (osa Y).



Množství	symbol	jednotka
specifická dovolená nevyváženost	e	gmm/Kg
stupeň vyvážení	G	mm/s
nevyvážená hmota	m	g
konstantní úhlová rychlost	$\omega$	rad/s
rotační hmota	M	Kg
vzdálenost nevyvážené hmoty od středu	r	mm
celková povolená nevyváženost	U	gmm
rychlost rotace	n	rpm

## Upínání

S narůstající rychlostí rotace se u konkrétních stupňů přesnosti vyvážení hodnota povolené nevyváženosti snižuje.

Stupně přesnosti vyvážení se přepočítávají koeficientem 2,5.

**$0,4 \times 2,5 = 1$**

**$x2,5 = 2,5$**

**$x2,5 = 6,25$**

Tyto stupně udávají také normy.

ISO 1940-1:2003 specifikuje rotor za konstatního stavu.

Udává tolerance nevyváženosti, nezbytný počet korekcí a metody ověřování reziduální nevyváženosti.

Jsou dána doporučení k vyvažování rotačních součástí podle typu stroje a maximální obvodové rychlosti.

ISO 1940-1:2003 popisuje stav mezi výrobcí a uživateli strojních rotačních upínačů, stanovuje kritéria hodnocení nevyváženosti. Norma ISO 1940-2 detailně popisuje chyby spojené s vyvažováním.

Upínače jsou obvykle vyvažovány bez nástroje a hodnoceny s upnutým nástrojem.

Je třeba znát hodnoty "G", na které je upínač vyvážen a při jaké rychlosti. Tyto dvě hodnoty udávají maximální povolené vibrace středu hmoty. Čím jsou vyšší otáčky, tím přísnější jsou limity pro stupeň "G".

Některé upínače bývají inzerovány jako "vyváženo do 20 000 ot/min", ale bez konkrétní specifikace ISO 1940 stupně vyvážení. Při testech pak některé upínače neprojdou testem kvality G6.3 a velké množství pak ani neprojde přísnějším stupněm G2.5, který by měl být standardem pro držáky.

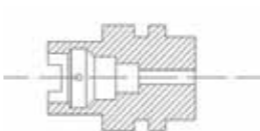
# Upínání

## HSK

Německé konsorcium výrobců obráběcích center, výrobců nástrojů a uživatelů spolu se strojní laboratoří univerzity v Aachenu, vyvinuli upínací systém HSK (Hollow Shank Kegel).

Celkem šest různých norem bylo vytvořeno ke specifikaci stopek HSK DIN 69893 a šest norem pro odpovídající osazení vřetene DIN 69063.

DIN 69893-1. HSK S  
KONTAKTNÍ PLOCHOU;  
TYP A A C



## Typ A

- Standardní obráběcí centra a frézy
- Vhodné pro automatické výměny nástrojů
- Vnitřní chlazení prostřednictvím trubičky
- Utahovací klíče na kužel HSK
- Díra pro unašeč DIN STD 69873 v přírubě.

## Typ C

- Obráběcí linky, speciální stroje, modulární nástrojové systémy
- Manuální výměny nástrojů
- Vnitřní přívod chlazení
- Utahovací klíče na kužel HSK
- Všechny upínače typu A jsou vybaveny otvory pro manuální výměnu, proto mohou být použity v rozhraní typ C.

## Upínání

DIN 69893-2. HSK S  
KONTAKTNÍ PLOCHOU;  
TYP B A D

### Typ B

- Obráběcí centra, frézovací a soustružnické stroje.
- Zvětšená příruba pro těžké obrábění.
- Automatické výměny nástrojů.
- Vnitřní chlazení skrz přírubu.
- Upínací drážky v přírubě.
- Díra pro unašeč DIN STD 69873 v přírubě.

### Typ D

- Speciální stroje.
- Zvětšená příruba pro těžké obrábění.
- Manuální výměny nástrojů.
- Vnitřní přívod chlazení přes přírubu.

DIN V 69893-5. HSK S  
KONTAKTNÍ PLOCHOU, TYP E

### Typ E

- Vysokorychlostní aplikace.
- Automatické výměny nástrojů.
- Vnitřní chlazení prostřednictvím trubičky je možné.
- Bez jakýchkoli drážek kvůli absolutní symetrii.

DIN V 69893-6. HSK TYP F

### Typ F

- Vysokorychlostní aplikace, zejména v dřevoobráběcím průmyslu.
- Zvětšená příruba pro těžké obrábění.
- Automatické výměny nástrojů.
- Vnitřní chlazení prostřednictvím trubičky je možné.
- Bez jakýchkoli drážek kvůli absolutní symetrii.
- DIN 69063-1. upínání HSK typ A a C.
- DIN 69063-2. upínání HSK typ B a D.
- DIN 69063-5. upínání HSK typ E.
- DIN 69063-6. upínání HSK typ F.

HSK výhody:

- Vysoká statická i dynamická tuhost. Zatížení na ohyb o 30% až 200% vyšší oproti držákům se strmým kuzelem.
- Vysoká axiální a radiální přesnost. Upínač nemá tendenci k zasekávání se ve vřetení, jako některé kuželové upínače.
- Malá hmota, nižší rázy při výměnách ze zásobníku.
- Pevné a přesné upnutí.

# Upínání

## Závitovací upínače

Požadavky kladené na závitovací upínače:

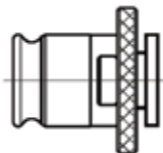
1. Upnutí závitníků a rychlá výměna nástroje.
2. Vymezení maximálního krouticího momentu pro konkrétní rozměr závitníku.

3. Kompenzace nepřesností v synchronizaci stroje.

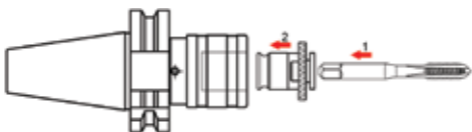
Na trhu je celá řada zařízení, která odpovídají těmto požadavkům.

## Rychlovýměnné upínače

Upínače bez spojky

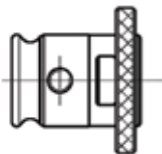


## Postup upnutí

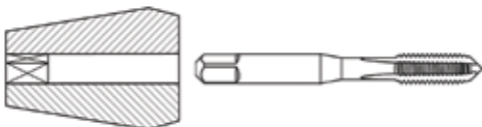


1. Vložte závitník do unašeče
2. Vložte unašeč se závitníkem do upínače

## Závitovací upínač bez spojky



## Kleština se čtyřhranem





## Upínání

### Závitovací příslušenství

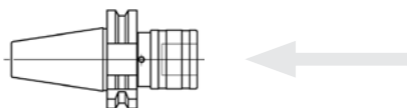
Závitovací proces je spojení rotačního pohybu a posuvného pohybu v ose. V některých případech je nutné omezit pohyb závitníku v ose.

Není-li axiální pohyb závitníku přesně vymezen, náběhové bříty závitníku mohou vtahovat závitník do řezu příliš rychle a může dojít k "oholení" závitu a tím vznikne závit s tenkým profilem a závit je kalibricky volný.

**Tah** - možnost vytažení upínače směrem dopředu bez nutnosti programování rozdílu v axiálním posuvu obrobku nebo vřetene.



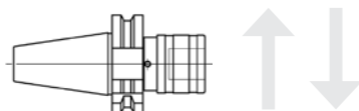
**Stlačení** - zpětná axiální kompenzace, funguje jako polštář nezávisle na pohybu vřetene.



**Tah/stlačení** - pohyb v obou směrech.



**Radiální kompenzace** - vyrovnává drobné nepřesnosti, kdy není osa závitníku přesně v ose díry. Pokud možno, je třeba se nepřesností v sousostí vyvarovat.



## Upínání

### NASTAVENÍ ZÁVITOVACÍCH UPÍNAČŮ S BEZPEČNOSTNÍ SPOJKOU

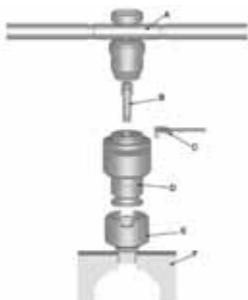
Podle velikosti závitu použijte hodnoty z tabulky.

Rozměr závitu	Krouticí moment (Nm)
M3	0,50
M3,5	0,8
M4	1,20
M4,5	1,60
M5	2,0
M6	4,0
M8	8,0
M10	16,0
M12	22,0
M14	36,0

Rozměr závitu	Krouticí moment (Nm)
M16	40,0
M18	63,0
M20	70,0
M22	80,0
M24	125,0
M30	220,0
M33	240,0
M39	320,0
M45	480,0
M48	630,0

Nastavení krouticího momentu u upínačů s bezp. spojkou.

**Poznámka:** Povolováním proti směru hodin. ručiček se snižuje kr. moment.



- A. momentový klíč
- B. nastavovací adaptér
- C. klíč
- D. upínač se spojkou
- E. objímka se čtyřhranem
- F. čelist svěráku

# Upínání

## Výpočet kr. momentu

$$M_d = \frac{p^2 * D * K_c}{8000}$$

**M<sub>d</sub>** = kr. moment

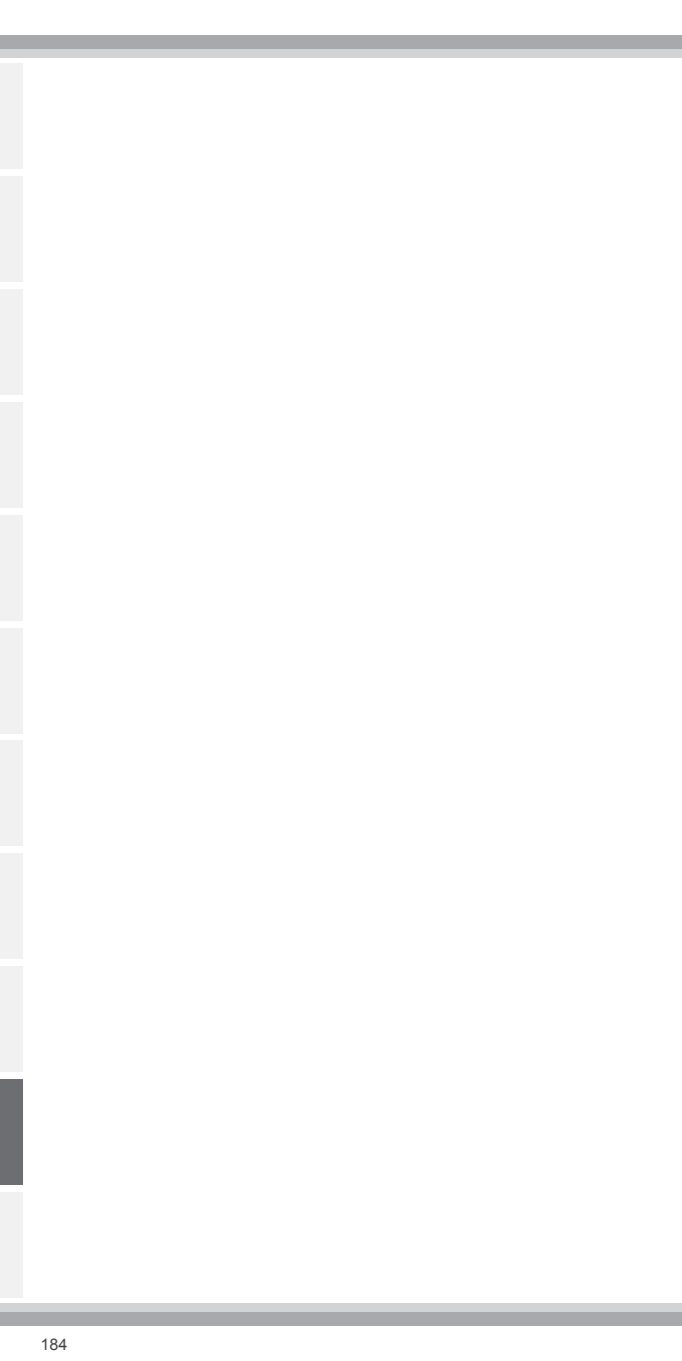
**D** = nominální průměr (mm)

**P** = stoupání

**K<sub>c</sub>** = specifická řezná síla

Výsledky ze vzorce jsou platné pro nový závitník. Závitníky před koncem životnosti mají hodnoty zhruba dvojnásobné. Při použití tvářecích závitníků vynásobte výsledek x 1,8.

aplikační materiálové skupiny (AMS)		K <sub>c</sub> specifická řezná síla N/mm <sup>2</sup>	
1. Ocel	1.1	magneticky měkká	2000
	1.2	konstrukční uhlíkatá	2100
	1.3	uhlíkatá	2200
	1.4	legovaná	2400
	1.5	legovaná, tvrzená a temperovaná	2500
	1.6	legovaná, tvrzená a temperovaná	2600
	1.7	legovaná, tvrzená	2900
	1.8	legovaná, tvrzená	2900
2. Nerez	2.1	automatová	2300
	2.2	austenitická	2600
	2.3	feritická+austenitická	3000
	2.4	precipitačně tvrzený	3000
3. Litina	3.1	lamelární	1600
	3.2	lamelární	1600
	3.3	nodulární	1700
	3.4	nodulární	2000
4. Titan	4.1	čistý	2000
	4.2	slitiny	2000
	4.3	slitiny	2300
5. Nikl	5.1	čistý	1300
	5.2	slitiny	2000
	5.3	slitiny	2000
6. Měď	6.1	čistý	800
	6.2	β - mosaz, Bronz	1000
	6.3	CuZn mosaz	1000
	6.4	Bronz vysokopevnostní	1000
7. Hliník, hořčík	7.1	Al, Mg, tvářené	700
	7.2	Al slitiny, Si<0.5%	700
	7.3	Al slitiny, Si>0.5%<10%	800
	7.4	Al slitiny, Si>10%	1000
8. Syntetické materiály	8.1	termosety	400
	8.2	termoplasty	600
	8.3	zpevněné plasty	800
9. Tvrdé materiály	9.1	cermet (keramika)	>2800
10. Grafit	10.1	standardní grafit	600



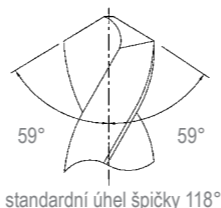


**Přebušování**

## Přebušování vrtáků

**Úhel špičky a přebušování. Aby byl perfektní výsledek přebušování, musí být dodržena geometrie:**

úhel špičky  
úhel příčného ostří  
primární hřbet  
celkový hřbet



Základní běžně užívané vrtáky jsou broušeny s vrcholovým úhlem 118°. Ten je vhodný pro většinu operací. Jestliže je primární hřbet správně broušen a úměrně zvětšován směrem k

příčnému ostří, které má úhel 130°, pak bude dosažen správný hřbet po celých břitech.

Průměr vrtáku (mm)	Úhel hřbetu na obvodu
menší než 1 (až do a včetně)	21° - 27°
přes 1 do 6	12° - 18°
přes 6 do 10	10° - 14°
přes 10 do 18	8° - 12°
přes 18	6° - 12°

Břity by měly být souměrné a pod stejným úhlem k ose vrtáku, aby byl vrták vyvážený a vrtal soustředně.

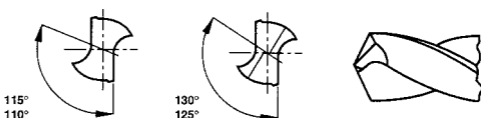
## Přebušování vrtáků

### Špička DIN 1412 typ C, dělená špička

Kvůli relativně tlustému jádru je třeba podbrousit hřbety obou břitů ve dvou krocích:

- nabrušte požadovaný úhel špičky (běžně 118° - 135°) a příčné ostří pod úhlem 110° - 115°

- použijte roh brusného kotouče, nabrušte sekundární hřbet (běžně 35° - 45° k ose vrtáku) a vznikne tak příčné ostří, kde zůstane 0,1 až 0,25 mm zbytku původního příčného ostří.



úhel příčného ostří

úhel podbrusu

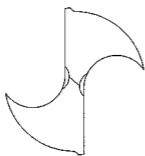
V případě pochybností použijte jako vzor k přebušování nový vrták A120, průměr větší než 2,9 mm.

### Podbroušení jádra, DIN 1412 typ A

Konstrukce jádra vrtáků - tloušťka jádra se zvětšuje směrem od špičky ke stopce, je to kvůli pevnosti a tuhosti. Obvykle není potřeba podbroušovat příčné ostří u nových vrtáků. Pokud už vrták přebrousíte zhruba třikrát a vícekrát, vrták se zkrátí a příčné ostří se rozšíří natolik, že je třeba jej podbrousit. Neuděláte-li to, výrazně narostou síly při vrtání. Vyvrtané díry pak nejsou kruhové a mohou být příliš velké, rozhozené, protože vrták se nevystředuje.

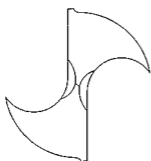
Podbroušení jádra vrtáku je důležité a je-li to možné, je vhodné podbroušení provést na brusce, která je k této operaci určena. Pokud takovou brusku nemáte, pak použijte vytvarovaný brusný kotouč, nejefektivnější je šířka kotouče odpovídající polovině šířky drážky vrtáku. Z každé strany příčného ostří musí být odbroušeno stejné množství materiálu. Příčné ostří musí být zeslabeno na zhruba 10% průměru vrtáku.

## Přebušování vrtáků



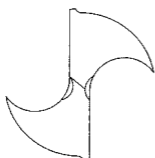
### **Správný podbrus jádra**

Souměrný podbrus, z každé strany odbroušené stejné množství materiálu, správná velikost příčného ostří.



### **Přehnaný podbrus jádra**

Z každé strany bylo odbroušeno příliš velké množství materiálu, příčné ostří je krátké, jádro vrtáku zeslabené, může dojít i k rozlomení jádra.



### **Tolerance průměru standardního vrtáku**

Dormer vyrábí vrtáky v tolerancích podle odpovídajících národních a mezinárodních norem.



## Přebušování vrtáků

### Standardní tolerance

průměru vrtáku se měří přes vnější okraje, hned u špičky vrtáku. Podle britské normy je tolerance h8. Tolerance ISO a DIN jsou uvedeny níže:

Milimetry			
průměr		tolerance	
přes	až do a včetně	HMR +	DMR -
	3	0	0.014
3	6	0	0.018
6	10	0	0.022
10	18	0	0.027
18	30	0	0.033
30	50	0	0.039
50	80	0	0.046

Palce			
průměr		tolerance	
přes	až do a včetně	HMR +	DMR -
	0.1181	0	0.0006
0.1181	0.2362	0	0.0007
0.2362	0.3937	0	0.0009
0.3937	0.7087	0	0.0011
0.7087	1.1811	0	0.0013
1.1811	1.9685	0	0.0015
1.9585	3.1496	0	0.0018

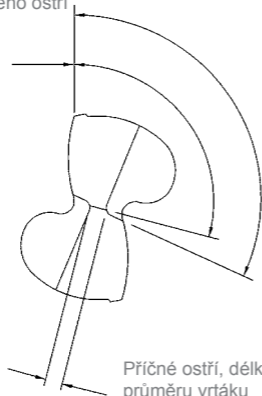
# Přebušování vrtáků

## VRTÁKY PFX NA OBTÍŽNÉ OBRÁBĚNÍ

### DETAILY BROUŠENÍ ŠPIČKY

Úhel příčného ostří

$100^\circ \pm 5^\circ$

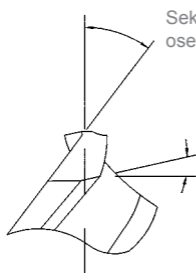


Sekundární úhel příčného ostří

$115^\circ - 125^\circ$

Příčné ostří, délka 8 - 12% průměru vrtáku

### PODBRUS JÁDRA, DETAILS



Sekundární úhel hřbetu, úhel k ose  $35^\circ \pm 5^\circ$

Úhel hřbetu ostří

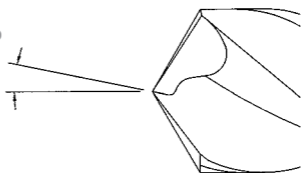
od 0,99 do 2,50 včetně:  $16^\circ \pm 3^\circ$

od 2,50 do 6,00 včetně:  $12^\circ \pm 2^\circ$

od 6,00 do 12,00 včetně:  $10^\circ \pm 2^\circ$

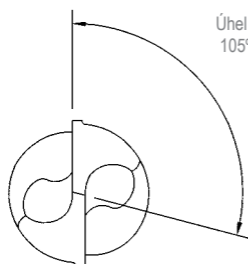
## Přebušování vrtáků

Podbrus úhlu čela od  $3^\circ$  do  $8^\circ$  + od osy vrtáku



## EXTRA DLOUHÉ VRTÁKY PFX

### PŘEBRUŠOVÁNÍ ŠPIČKY



Úhel příčného ostří  
 $105^\circ \pm 5^\circ$

Úhel na hřbetu břitu do pr. 6.00 mm včetně  
 $12^\circ \pm 2^\circ$  velikost přes 6 mm:  $10^\circ \pm 2^\circ$



Úhel špičky  
 $130^\circ \pm 3^\circ$

# Přebušování vrtáků

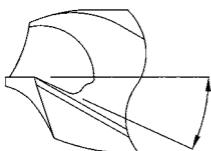
## Podbrus jádra, detaily



šířka příčného ostří  
8 - 12% nominálního průměru



zeslabení jádra  
50 - 70% nominálního průměru  
zeslabení musí pokračovat až k okrajům



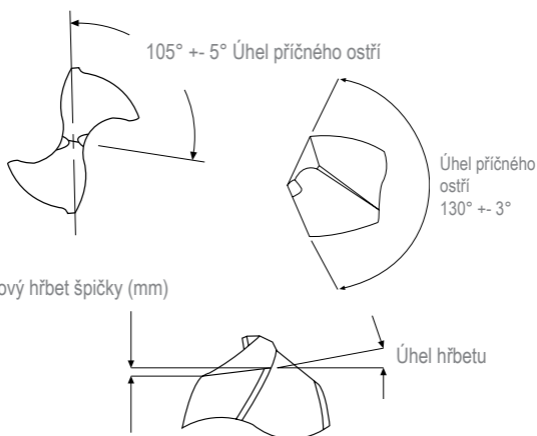
podbrus úhlu čela  
20 - 30° pozitivní

# Přebušování vrtáků

## Přebušování špičky

A510 // A520

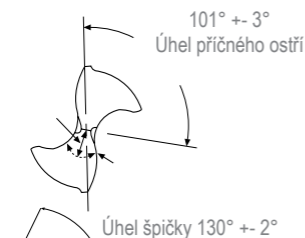
Chyba ve vystředění příčného ostří		
0.05 TIV, MAX (mm)		
Odchylka od výšky ostří (mm)		
Rozměr	3.0 -13.0	0.025 Max
Přes	13.0 -14.0	0.050 Max
Úhel hřbetu ostří		
Rozměr	3.0 - 6.0 vč.	11° - 15°
Přes	6.0 - 10.0 vč.	10° - 14°
Přes	10.0 - 13.0 vč.	8° - 12°
Přes	13.0 - 14.0 vč.	6° - 10°
Celkový hřbet špičky (mm)		
Rozměr	3.0	0.20 - 0.40
Přes	3.0 - 4.0 vč.	0.25 - 0.45
Přes	4.0 - 6.0 vč.	0.25 - 0.50
Přes	6.0 - 8.0 vč.	0.30 - 0.55
Přes	8.0 - 10.0 vč.	0.35 - 0.60
Přes	10.0 - 13.0 vč.	0.40 - 0.80
Přes	13.0 - 14.0 vč.	0.50 - 1.20



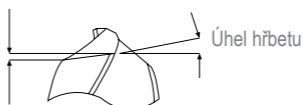
# Přebušování vrtáků

## A553 // A554

Chyba ve vystředění příčného ostří		
0.05 TIV, MAX (mm)		
Odchylka od výšky ostří (mm)		
Rozměr	5.0 - 13.0 vč.	0.025 Max
Přes	13.0 - 20.0 vč.	0.050 Max
Spirálovitý hřbet		
Hodnota spirálovitého hřbetu: 50% - 75% výsledného hřbetu špičky. (tzn. výsledný celkový hřbet špičky 0,60 mm, spirálovitý hřbet 0,30 mm - 0,45 mm). Pozice pro měření hřbetu by měla být ve středu a podle hodnot uvedených v tabulce uvedené v dolní části stránky.		
Úhel hřbetu		
Rozměr	3.0 - 6.0 vč.	11° - 15°
Přes	6.0 - 10.0 vč.	10° - 14°
Přes	10.0 - 13.0 vč.	8° - 12°
Přes	13.0 - 30.0 vč.	6° - 10°
Celkový hřbet špičky (mm)		
Rozměr	5.0 - 8.0 vč.	0.20 - 0.45
Přes	8.0 - 10.0 vč.	0.25 - 0.45
Přes	10.0 - 13.0 vč.	0.40 - 0.60
Přes	13.0 - 20.0 vč.	0.50 - 0.70
Přes	20.0 - 30.0 vč.	0.70 - 1.10



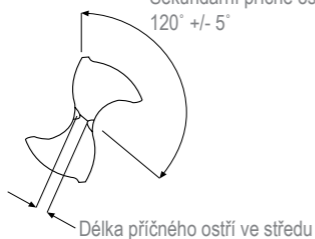
Nominální průměr (mm)	Vzdálenost spir. hřbetu (mm)
5.00 - 6.00	0.80 - 1.00
6.01 - 8.00	0.65 - 1.15
8.01 - 10.00	0.90 - 1.40
10.01 - 12.00	1.15 - 1.65
12.01 - 14.00	1.50 - 2.00
14.01 - 16.00	1.75 - 2.25
16.01 - 18.00	2.00 - 2.50
18.01 - 20.00	2.25 - 2.75
20.01 - 25.00	3.10 - 3.60
25.01 - 30.00	4.00 - 4.50



# Přebušování vrtáků

## Podbroušení jádra A510 // A520

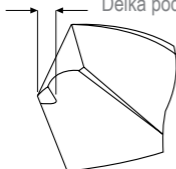
Sekundární příčné ostří úhel  
 $120^\circ \pm 5^\circ$



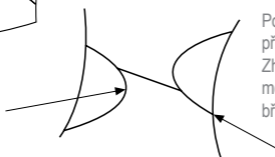
Axiální čelo  
 $0-4^\circ$  neg.



Délka podbrusu 8% - 10% průměru

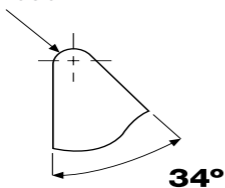


Brusný kotouč na  
podbrus:  
radius (mm)



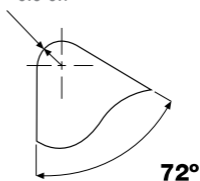
Pozice podbrusu jádra vůči  
příčnému ostří:  
Zhruba 20% podbrusu by  
mělo směřovat k hlavnímu  
břítu.

0.3-0.4



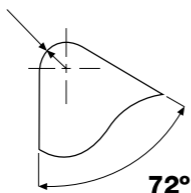
$\emptyset = 3,0\text{mm} - 6,0\text{mm}$  vč.

0.6-0.7



$\emptyset = \text{od } 6,0 \text{ mm do } 12,0 \text{ mm}$  vč.

0.9-1.0



$\emptyset = \text{od } 12,0\text{mm} - 14,0\text{mm}$  vč.

## Přebroušení vrtáků

### Přebroušení vrtáků CDX

Použijte následující informace jako návod k přebroušení.

- Přebroušujte tak, aby povlak v drážkách a na obvodu vrtáku zůstal nepoškozený.
- Odchylka od podbroušení jádra by měla být menší než 0,025 mm. Použijte diamantový brusný kotouč a velké množství brusné směsi.
- Používejte stabilní brusky.
- V případě pochybností použijte jako vzor k přebroušení nový vrták CDX.

### Vyvarujte se

Nevystavujte vrtáky nadměrnému opotřebení. Nebruste karbidové vrtáky v ruce.

### Postup

Abyste docílili po přebroušení nejlepších možných výsledků, doporučujeme následující postup:

### I. Přebroušte primární a sekundární hřbet (viz obrázek na protější straně).

1. Nastavte brusku na úhel 130°.
2. Nastavte sekundární úhel hřbetu 17 - 25°.
3. Nabrušte sekundární hřbet, dokud není v pozici za středem břitu.
4. Nastavte úhel primárního hřbetu na 6 - 10°.
5. Brušte, dokud nebude spojení mezi primárním a sekundárním hřbetem nad středem nástroje až k okraji, výsledkem je úhel příčného ostří 102 - 110°.

Hřbet	6 - 10°, přebroušte přes střed, viz obr. 1	
	Průměr (mm)	Rozměry A a B (mm)
	3.0 - 8.0	0.10 - 0.25
	8.1 - 12.0	0.15 - 0.30
	12.1 - 16.0	0.20 - 0.35
	16.1 - 20.0	0.25 - 0.45



# Přebroušování vrtáků

## II Podbroušení jádra

1. Použijte diamantový kotouč 60° s rohovým radiusem.

Doporučujeme

Průměr (mm)	Radius brusného kotouče	Délka podbrusu jádra
3.0	0.25	0.50 - 0.80
4.0	0.25	0.60 - 0.90
5.0	0.25	0.70 - 1.00
6.0	0.25	0.95 - 1.25
7.0	0.35	1.10 - 1.50
8.0	0.35	1.20 - 1.60
9.0	0.55	1.30 - 1.70
10.0	0.55	1.40 - 1.80
11.0	0.55	1.40 - 2.00
12.0 - 13.0	0.55	1.50 - 2.10
14.0 - 15.0	0.70	1.70 - 2.30
16.0	0.70	1.95 - 2.55
17.0 - 18.0	0.90	2.10 - 2.90
19.0 - 20.0	0.90	2.35 - 3.15

2. Nastavte brusku tak, aby axiální čelo sekundárního břitu s podbrusem bylo mezi  $-1^\circ$  až  $-4^\circ$ .

3. Pro co nejlepší výsledek odbrušte množství materiálu až dosáhnete tabulkových hodnot A a B.

4. Podbrus jádra nesmí nikdy přesáhnout za střed (obr. 3)

## III. Negativní čelo

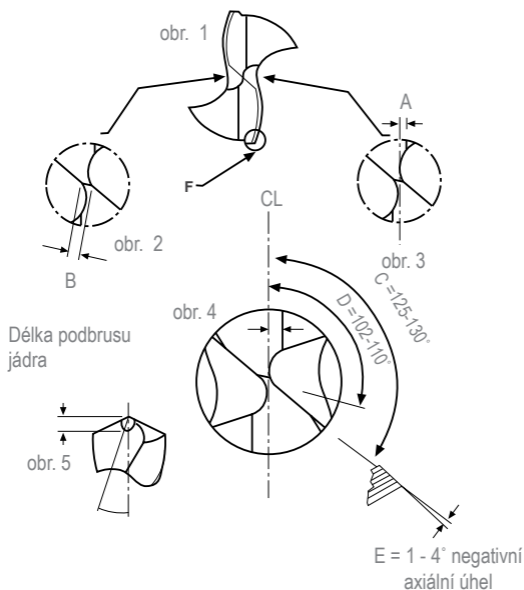
Negativní úhel čela  $20 - 35^\circ$  k ose vrtáku podél celého břitu, šířka podle níže uvedených tabulek. Broušení by mělo být provedeno diamantovým

kotoučem nebo diamantovým dokončovacím brouskem, aby výsledný povrch byl hladký.

Negativní čelo břitu, rozměr F průměr (mm)	20 - 35° negativní axiální úhel čela (mm)
3.0 - 6.0	0.03 - 0.07
6.1 - 10.0	0.03 - 0.10
10.1 - 14.0	0.03 - 0.12
14.1 - 20.0	0.03 - 0.15

# Přebušování vrtáků

## Broušení vrtáků CDX



- A** = primární hřbet přes střed
- B** = šířka příčného ostří
- C** = sekundární úhel břitu
- D** = úhel příčného ostří
- E** = axiální čelo sekundárního břitu
- F** = negativní úhel břitu

## Přebušování výstružníků

Výstružníky jsou přesné nástroje, které musejí mít velmi přesnou geometrii a rozměrovou přesnost. Proto jsou vyráběny mezi hroty.

Před broušením musejí být výstružníky zkontrolovány mezi hroty na sousost. Středové důlky nesmějí být poškozené. Je-li nástroj excentrický, je nutné jej narovnat v měkké části, tedy ve stopce.

### **Broušení řezného náběhu**

Ruční výstružníky strojní výstružníky a nástrčné, výstružníky pro válcové díry se přebušují na řezném náběhu. Úhel podbrusu  $\alpha$  by měl být 5 - 8°. Toho lze docílit změnou výšky podpůrného prstu. U brusku s rotačním brusným vřetenem, podpůrný prst se seřizuje výšku středu a brusné vřeteno rotuje na požadovanou výšku podbrusu.

### **Broušení čela břitu**

I u výstružníků dojde k situacím, kdy je třeba nabrousit také čelo nástroje. Během této operace musí být zachována část válcové fazety. Neměl by být změněn ani zpětný úhel čela. Ručně jemně navedte výstružník na brusný kotouč a posouvejte jím vlevo a vpravo.

Velmi důležité je včasné přebroušení výstružníku, dříve než je příliš poškozen. Pokud je už řezný náběh tupý, pak jsou nadměrně namáhány také břity a fazety, které se opotřebí. Důsledkem je, že i přebroušený výstružník na náběhu pak nedrží rozměr díry. Pokud brousíte bez chlazení, vyvarujte se teplotního zatížení, HSS břity se vyhřejí a v karbidových břitech vzniknou broušením trhlinky.

### **Vhodné brusné kotouče:**

**HSS nástroje:** hrnkové kotouče, velikost zrna 60, stupně K - L

### **Karbidové nástroje:**

diamantové kotouče, resinoidní pojivo, koncentrace 75, velikost zrna 90, stupeň D

Kdyby byl tlak na nástroj příliš velký, brusný kotouč by se deformoval, což by vedlo k zaoblení vedlejšího břitu nástroje. Nástroj má zpětný pozitivní úhel čela 3 - 6°.

## Přebušování výstružníků

### Vhodné brusné kotouče:

Diamantový kotouč, resinoidní pojivo, velikost zrna 30, stupeň D.

Při broušení podbrusu válcové fazeta musí být podpůrný prst umístěn na sloup brusky, podpora je stále ve stejné pozici a symetrická fazeta může být nabroušena. Výstružník upnutý mezi hroty je posouván ručně, jemným tlakem čela břitu na

podpůrný prst, pohyby vlevo a vpravo, prst funguje jako vodičko. Úhel podbrusu je možné měnit změnou výšky prstu. Stejným způsobem lze brousit také spirálovité výstružníky.

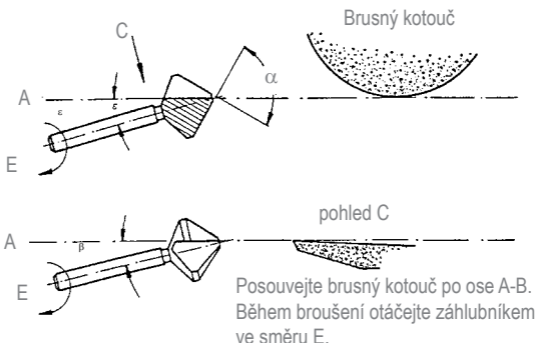
### Vhodné brusné kotouče:

Diamantový kotouč, resinoidní pojivo, koncentrace 75, velikost zrna 90, stupeň D.

Nominální průměr	Šířka náběhu	Úhel podbrusu
2	0,15 – 0,20	≈ 25°
4		16 – 18 °
6		12 – 14 °
10		11 – 13 °
10 – 20	0,15 – 0,25	10 – 20 °
> 20	0,20 – 0,30	8 – 10 °

## Přebušování záhlubníků

### Přebušování 3-břítých záhlubníků



Stopka	Průměr od - do (včetně)	$\alpha$	$\beta$	$\epsilon$	
válcová	6.3 - 25.0	60°	10.5°	22°	
MK	16.0 - 31.5				
	40.0 - 80.0			12°	
válcová	4.3 - 6.3	90°	12.5°	29°	
	7.0 - 13.4				
	15.0 - 31.0				
MK	15.0 - 31.0			14°	15°
	34.0 - 37.0				
	40.0 - 80.0				

### Přebušování závitníků

Otupený závitník má tendenci k vylamování nebo zlomení, řeže volný závit, povrch závitu je hrubý, závit není kvalitní. Zvyšuje se potřebná síla vřetene a může dojít i ke zpomalování stroje.

Obecně, závitník potřebuje přebrousit, když už se břit zaobljuje. Má význam uvažovat o efektivním přebušování závitníků větších než M12.

## Přebroušování závitníků

Broušení závitníků by mělo probíhat na brusce k tomu určené, nemělo by probíhat ručně. Důležité je nabroušení náběhového úhlu a dodržet původní geometrii, stejný úhel čela a podbrus drážek.

Opotřebení závitníku se zvětjuje z náběhu až na vnější průměr, ale k největšímu opotřebení dochází na náběhu. Na náběhu je největší zátěž při řezání závitu. Obecně vzato, je dostatečné přebroušení právě náběhu, bez broušení ostatních částí.

Náběh a s ním spojený podbrus profilu závitníku by měl být na všech břitech identický. Pokud je náběh nerovnoměrný, pak bude pravěpodobně výsledkem rozhozený závit, potrháný závit s deformovaným profilem nebo i zlomený závitník.

Při velkém opotřebení je třeba přebrousit i drážky závitníku. Je vhodné použít brusku na závitníky s děličkou, aby polohování bylo přesné.

Broušení drážek také pomůže v případech, kdy není odpovídající vybavení na nabroušení náběhu.

Poznámky k přebroušování:

- Brušte závitník mezi hroty a zkontrolujte ho na házivost.
- Přebroušte náběh závitníku s dodržением původní geometrie, použijte vnější čelo hrnkovitého kotouče nebo tenký kotouč (viz obrázek na str. 204).

- Přebroušte náběh kotoučem pod úhlem  $\beta$  nebo skloňte závitník o stejnou hodnotu a použijte plochý kotouč (viz obr. na str. 204).
- Dodržte rovnoměrnost broušení na všechny břity nástroje.
- Přebroušte drážky pomocí tenkého kotouče, který orovnjte podle profilu závitníku (viz obr. na str. 204).
- Dodržte správný úhel čela, viz tabulky.
- Průměr závitníku se zmenší.
- Zeslabí se břity, a tím budou méně odolné.
- Vyvarujte se otřepů a ostřin v profilu závitníku.

## Přebušování závitníků



Úhel náběhu ( $\beta$ ) musí být spočítán tak, aby byla dodržena délka, musí být stejná jako u nového závitníku. Při přebušování drážek je vzdálenost (X) spojena s úhlem čela ( $\mu$ ), viz

následující obrázek. Při této operaci je nezbytné zajistit správné polohování děličkou, aby poloha brusného kotouče byla v každé drážce stejná.

**Nepřebušujte poškozené závitníky a závitníky, které mají nalepený nárůstek.**

Úhel čela ( $\mu$ ) u závitníků	
Obráběný materiál	Úhel čela ve stupních
Litina	4-6
Tvárná litina	5-10
Ocel, do 500 N/mm <sup>2</sup> Pevnost v tahu	12-15
Ocel do 1000 N/mm <sup>2</sup> Pevnost v tahu	10-12
Ocel přes 1100 N/mm <sup>2</sup> Pevnost v tahu	7-10
Nerezavějící ocel	8-12
Mosaz litá	0-5
Hliník	15-25

## Přebušování závitníků

Broušení náběhu	Broušení drážek
 The diagram shows a vertical grinding wheel on the left and a threaded rod on the right. The grinding wheel is positioned to grind the chamfered end of the rod. A small angle $\beta$ is indicated between the grinding wheel's surface and the chamfered edge of the rod.	 The diagram is split into two parts. The top part shows a grinding wheel grinding the outer diameter of a cylindrical workpiece. The bottom part shows a grinding wheel grinding the grooves of a threaded rod. A cross-section of the rod is shown below the wheel, with a grinding angle $u$ and a compensation distance $x$ marked.
	Výpočet kompenzace $x = \frac{d \cdot \sin(u)}{2}$



## Přebušování závitovacích fréz

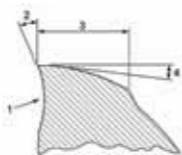
### Závitovacích fréz

Závitovací frézy lze opakovaně přebušovat bez ztráty profilu, jejich geometrie břitů to umožňuje.

Při frézovacím pohybu po spirále hraje roli vztah mezi průměrem frézy a stoupáním závitu. Profil závitu je třeba při opakovaném broušení korigovat, aby nedocházelo k deformacím vyrobeného závitu.

### Dva druhy profilů fréz:

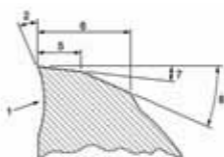
#### Archimedův profil



1. podbrus čela
2. úhel čela
3. loužka zubu
4. úhel hřbetu

Tento profil je možno přebušovat na podbroušeném čele. Pokud je fazeta příliš poškozena, pak je nutné ji také přebrousit vytvořením profilu s dvojitým úhlem (viz pravý sloupec).

#### Profil s dvojitým úhlem



5. délka primárního hřbetu
6. délka sekundárního hřbetu
7. úhel primárního hřbetu
8. úhel sekundárního hřbetu

Profil s dvojitým úhlem: broušení začíná na primárním hřbetu a pokračuje se sekundárním hřbetem.

# Přebroušování fréz

## Zmenšení průměru

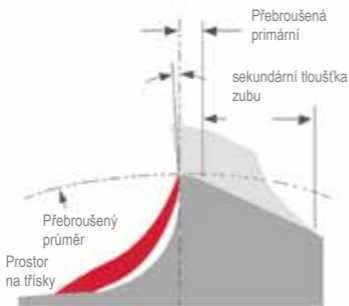
Ke zmenšení průměru dochází při broušení fazet po obvodu. Výrazně to ovlivňuje schopnost frézy pracovat v zatížení a uhýbání frézy.

Porovnejte obr. 1 a 2.

**Obr. 1 nová fréza**



**Obr. 2 přebroušená frézy**



## Přebroušování fréz

### **Redukce radiálního úhlu čela**

Fréza musí mít úhel čela, který je vhodný na obráběný materiál. Po každém přebroušení se nejen zmenší průměr, ale také dojde k následnému zmenšení radiálního úhlu čela. Tyto, byť jen malé změny, významně ovlivňují výkonnost frézy. Porovnejte obrázky 1 a 2. Úhel čela může být znovu nabroušen prostřednictvím přebroušení drážky na čele frézy.

### **Zvětšení sekundární tloušťky zubu**

Sekundární tloušťka zubu se projeví jako výsledek broušení, čímž se zvyšuje čas a cena za broušení.

### **Snížení hloubky drážky**

Následkem zmenšení průměru frézy se sníží také hloubka drážky. Kvůli následnému dopadu na schopnost odvodu třísek, může vyvstat potřeba úpravy hodnot posuvu při obrábění, takže proces už nebude tak efektivní.

**Dormer zajišťuje servis broušení nástrojů, pro víc informací prosím kontaktujte vašeho prodejce.**