

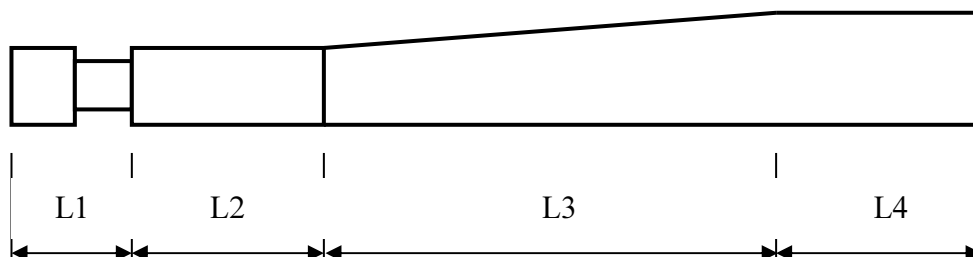
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<i>Předmět:</i>	<i>Ročník:</i>	<i>Vytvořil:</i>	<i>Datum:</i>
Základy výroby	druhý	M. Geistová	13. květen 2013
<i>Název zpracovaného celku:</i>			
Protahování-návrh protahovacího trnu			

Podstata

Protahovací trn je nástroj s mnoha břity nejčastěji obdélníkového nebo kruhového průřezu, který se v řezné části rozšiřuje až na požadovaný profil obráběné součásti. Nástroj vykonává pouze přímočarý hlavní pohyb. Jednotlivé břity zubů jsou uspořádány tak, že každý následující zub je převýšen o hodnotu posuvu na zub. Každý zub postupně odebírá materiál, přičemž první zuby obráběnou plochu hrubují, další ji obrábějí na čisto a poslední ji kalibrují.

Náčrt protahovacího trnu



L1 – upínací část

L2 – vodící část

L3 – řezná část

L4 – zadní vedení (zuby kalibrovací a hladící)

Definice jednotlivých částí:

- **Upínací část** – je normalizována a je dána podle typu stroje
- **Vodící část** – slouží k snadnému a rychlému zavedení nástroje do obrobku
- **Řezná část** – slouží k odebrání třísky a provádí hrubovací operace. V řezné části jsou zuby uspořádány tak, že každý následující zub je převýšen o hodnotu posuvu na zub f_z . Mezi řeznými zuby se nachází zubová mezera, pro kterou musí platit podmínka, že objem zubové mezery je

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

větší než objem odebírané třísky. K lepšímu odebírání třísky nám slouží utvářeče třísky, které se nacházejí na hřbetní ploše zubu většinou ve formě drážky.

- **Zadní vedení** – slouží k získání větší rozměrové přesnosti a k lepší jakosti povrchu. Skládá se ze zubu kalibrovacích a hladících (neodebírají třísku, způsobují pouze plastickou deformaci).

Odvození výpočtu protahovacího trnu pro výrobu drážky:

Upínací část - L_u : volí se podle typu stroje

Vodící část – L_v

$$L_v = (1,2 - 1,6)L_p (mm)$$

L_p ... protahovaná délka

Řezná část - $L_{\dot{R}}$

$$L_{\dot{R}} = z_{\dot{R}} \cdot t_d (mm)$$

$z_{\dot{R}}$... počet zubů v řezné části

H ... hloubka drážky

t_d ... rozteč zubů

h_d ... hloubka zubové mezery

f_z ... posuv na zub

k_{vo} ... koeficient protahování

$$z_{\dot{R}} = \frac{H}{f_z}$$

$$t_d = 2,75 \cdot h_d (mm)$$

$$h_d = 1,13 \sqrt{f_z \cdot k_{vo} \cdot L_p} (mm)$$

Zadní vedení – L_{zv}

$$L_{zv} = (z_k + z_{HL}) t_d (mm)$$

z_k ... zuby kalibrovací

z_{HL} ... zuby hladící

Celková délka – L_c

$$L_c = L_u + L_v + L_{\dot{R}} + L_{zv} (mm)$$

Kontrola zubové mezery

$$V_{ZM} \geq V_{TR}$$

V_{ZM} ... objem zubové mezery

V_{TR} ... objem třísky

r_d ... poloměr zubové mezery

b ... šířka drážky

$$\pi r_d^2 \cdot b \geq f_z \cdot b \cdot L_p \cdot k_{vo} (mm^3)$$

$$r_d = 0,5 \cdot h_d (mm)$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Kontrola na tah

$$\sigma_{Dt} \geq \frac{F_{rc}}{b \cdot h_1} = \frac{F_{\bar{r}} \cdot z_z}{b \cdot h_1} (MPa)$$

$$h_1 \geq \frac{F_{\bar{r}} \cdot z_z}{b \cdot \sigma_{Dt}} (mm)$$

$$F_{\bar{r}} = p \cdot S(N)$$

$$z_z = \frac{L_p}{t_d} + 1$$

F_{rc} ... celková řezná síla

$F_{\bar{r}}$... řezná síla na jeden zub

z_z ... počet zubů v záběru

h_1 ... výška protahováku pod prvním zubem

p ... řezný odpor

S ... plocha třísky

Kontrola na ohyb

$$\sigma_{Do} \geq \frac{M_o}{W_o} = \frac{F_{\bar{r}} \cdot h_d}{\frac{b \cdot b_{cf}^2}{6}} (MPa)$$

M_o ... ohybový moment

W_o ... průřezový modul

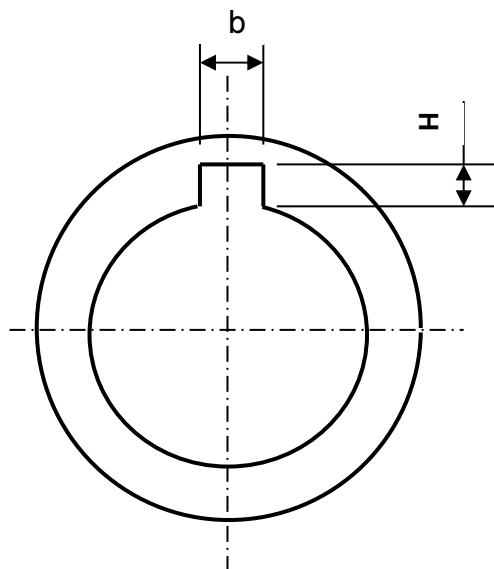
b_{cf} ... tvar zubové mezery

$$b_{cf} = 0,95 \cdot h_d (mm)$$

Příklad návrhu protahovacího trnu

Navrhněte protahovací trn pro výrobu drážky v náboji pro pero 22e7 x 14x200 ČSN 02 25 62.

Zadáno: materiál ocel 11 500, $f_z = 0,1mm$, $L_u = 150 mm$, $z_k = 5$, $z_{HL} = 4$, tříska je nedělená, $\sigma_{Dt} = 500MPa$, $\sigma_{Do} = 500MPa$



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vodící část – L_V

$$L_V = (1,2 - 1,6)L_P = 1,5 \cdot 200 = 300 \text{ mm}$$

Řezná část - $L_{\dot{R}}$

$$L_{\dot{R}} = z_{\dot{R}} \cdot t_d = 55 \cdot 20,5 = 1127 \text{ mm}$$

$$z_{\dot{R}} = \frac{H}{f_z} = \frac{5,5}{0,1} = 55$$

$$t_d = 2,75 \cdot h_d = 2,75 \cdot 7,46 = 20,5 \text{ mm}$$

$$h_d = 1,13 \sqrt{f_z \cdot k_{vo} \cdot L_P} = 1,13 \sqrt{0,1 \cdot 2,18 \cdot 200} = 7,46 \text{ mm}$$

Zadní vedení – L_{ZV}

$$L_{ZV} = (z_k + z_{HL}) \cdot t_d = (4 + 5) \cdot 20,5 = 185 \text{ mm}$$

Celková délka – L_C

$$L_C = L_U + L_V + L_{\dot{R}} + L_{ZV} = 150 + 300 + 1127 + 185 = 1762 \text{ mm}$$

Kontrola zubové mezery

$$V_{ZM} \geq V_{TR}$$

$$\pi_d^2 \cdot b \geq f_z \cdot b \cdot L_P \cdot k_{vo} \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$3,14 \cdot 3,73^2 \cdot 22 \geq 0,1 \cdot 22 \cdot 200 \cdot 2,18 \text{ mm}^3$$

$$961 \geq 959 \text{ mm}^3 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$r_d = 0,5 \cdot h_d \text{ mm} = 0,5 \cdot 7,46 = 3,73 \text{ mm}$$

Kontrola na tah

$$\sigma_{Dt} \geq \frac{F_{rc}}{b \cdot h_1} = \frac{F_{\dot{r}} \cdot z_z}{b \cdot h_1} \text{ (MPa)}$$

$$h_1 \geq \frac{F_{\dot{r}} \cdot z_z}{b \cdot \sigma_{Dt}} = \frac{4400 \cdot 11}{22 \cdot 500} = 4,4 \text{ mm}$$



evropský
sociální
fond v ČR



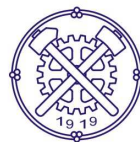
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$$F_{\bar{r}} = p \cdot S = 4.500 \cdot 22 \cdot 0,1 = 4400N$$

$$z_z = \frac{L_p}{t_d} + 1 = \frac{200}{20,5} + 1 = 9,7 + 1 = 11$$

Kontrola na ohyb

$$\sigma_{Do} \geq \frac{M_o}{W_o} = \frac{F_{\bar{r}} \cdot h_d}{\frac{b \cdot b_{cf}^2}{6}} (MPa)$$

$$500 \geq \frac{4400 \cdot 7,46}{\frac{22 \cdot 7,1^2}{6}} = 177MPa \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$b_{cf} = 0,95 \cdot h_d = 0,95 \cdot 7,46 = 7,1mm$$

Příklad k procvičení

Navrhněte protahovací trn pro výrobu drážky v náboji pro pero 18e7 x 11 x 150 ČSN 02 25 62.

Zadáno: materiál ocel 11 500, $f_z = 0,150$ mm, $L_u = 150$ mm, $z_k = 4$, $z_{HL} = 4$, tříska je nedělená, $\sigma_{Dt} = 500MPa$, $\sigma_{Do} = 500MPa$.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

SMĚRNICE PRO KONSTRUKCI NÁSTROJŮ

Hloubka zubové mezery h_d

$$h_d = 1,13 \sqrt{s_z k_{Vp} L_p} \text{ — nedělená tříška}$$

$$h_d = 1,13 \sqrt{2s_z k_{Vp} L_p} \text{ — dělená tříška}$$

$$h_d = \sqrt{s_z k_{Vp} L_p} \text{ — drobná tříška}$$

Posuv na zub s_z a součinitel k_{Vp} (tab. 1)

Rozteč zubů t_d

$$t_d = 2,75h_d \text{ — běžné protahované délky}$$

$$t_d = (4 \text{ až } 6) h_d \text{ — pro } L_p > 200 \text{ mm}$$

Tvar zubové mezery $b_{st} = 0,95h_d$, $r_d = 0,5h_d$

Tab. 1. Hodnoty s_z a k_{Vp}

Posuv na zub s_z (mm)	Materiál obrobku								
	11 343	11 500	11 700	14 220	12 010	15 241	15 260	15 331	42 2420
0,200	1,95	2,05	1,92	2,30	2,10	2,22	1,79	1,84	2,11
0,195	1,95	2,06	1,92	2,30	2,10	2,22	1,79	1,84	2,12
0,190	1,95	2,06	1,93	2,31	2,11	2,22	1,79	1,84	2,13
0,185	1,95	2,06	1,94	2,32	2,11	2,22	1,79	1,84	2,15
0,180	1,96	2,07	1,95	2,33	2,12	2,23	1,79	1,85	2,17
0,175	1,96	2,07	1,96	2,35	2,12	2,23	1,79	1,85	2,19
0,170	1,96	2,08	1,97	2,36	2,13	2,23	1,79	1,85	2,21
0,165	1,96	2,09	1,98	2,37	2,13	2,23	1,79	1,85	2,23
0,160	1,96	2,09	2,00	2,38	2,14	2,24	1,80	1,86	2,25
0,155	1,97	2,10	2,01	2,39	2,15	2,24	1,80	1,86	2,27
0,150	1,97	2,11	2,02	2,40	2,15	2,24	1,80	1,86	2,30
0,145	1,98	2,11	2,03	2,41	2,16	2,25	1,80	1,87	2,32
0,140	1,98	2,12	2,04	2,42	2,17	2,26	1,81	1,87	2,34
0,135	1,98	2,12	2,05	2,43	2,19	2,27	1,81	1,87	2,38
0,130	1,99	2,13	2,07	2,44	2,20	2,27	1,81	1,88	2,40

521

Posuv na zub s_z (mm)	Materiál obrobku								
	11 343	11 500	11 700	14 220	12 010	15 241	15 260	15 331	42 2420
0,125	1,99	2,14	2,08	2,45	2,22	2,28	1,82	1,88	2,43
0,120	2,00	2,15	2,10	2,47	2,24	2,29	1,82	1,89	2,46
0,115	2,00	2,16	2,11	2,49	2,26	2,30	1,83	1,89	2,49
0,110	2,01	2,17	2,13	2,50	2,28	2,32	1,84	1,90	2,52
0,105	2,01	2,18	2,14	2,52	2,31	2,33	1,85	1,90	2,56
0,100	2,02	2,18	2,16	2,53	2,34	2,34	1,86	1,91	2,59
0,095	2,03	2,19	2,18	2,55	2,37	2,36	1,87	1,92	2,63
0,090	2,04	2,20	2,20	2,58	2,41	2,38	1,88	1,93	2,67
0,085	2,05	2,21	2,22	2,60	2,45	2,40	1,90	1,94	2,71
0,080	2,07	2,22	2,25	2,62	2,48	2,42	1,93	1,95	2,76
0,075	2,09	2,24	2,28	2,65	2,53	2,45	1,95	1,97	2,81
0,070	2,12	2,26	2,31	2,68	2,57	2,47	1,99	1,99	2,86
0,065	2,14	2,29	2,34	2,72	2,61	2,50	2,03	2,01	2,92
0,060	2,18	2,32	2,38	2,77	2,66	2,54	2,08	2,03	2,98
0,055	2,22	2,35	2,43	2,82	2,72	2,57	2,13	2,06	3,05
0,050	2,27	2,39	2,50	2,88	2,80	2,63	2,19	2,09	3,13
0,045	2,31	2,44	2,57	2,96	2,90	2,69	2,27	2,13	3,22
0,040	2,37	2,49	2,66	3,04	3,01	2,76	2,32	2,17	3,32
0,035	2,45	2,56	2,78	3,16	3,17	2,84	2,50	2,23	3,46
0,030	2,55	2,65	2,95	3,30	3,39	2,94	2,69	2,30	3,70
0,025	2,70	2,82	3,25	3,47	3,72	3,11	3,00	2,40	3,99
0,020	2,96	3,16	4,06	3,78	4,26	3,31	3,80	2,61	4,33

Zdroje použité literatury a obrázků:

Řasa, J., Gabriel, V. *Strojírenská technologie 3 – 1. díl*, 1. vydání, Praha: Scientia, 2000. 256 s. ISBN 80 - 7183 - 207- 3

Leinveber, J., Vávra, P. *Strojnické tabulky – čtvrté doplněné vydání*, Úvaly: Albra – pedagogické nakladatelství 2008. 914s. ISBN 978-80-7361-051-7

Testové úlohy a cvičení jsou autorsky vytvořeny pro učební materiál.