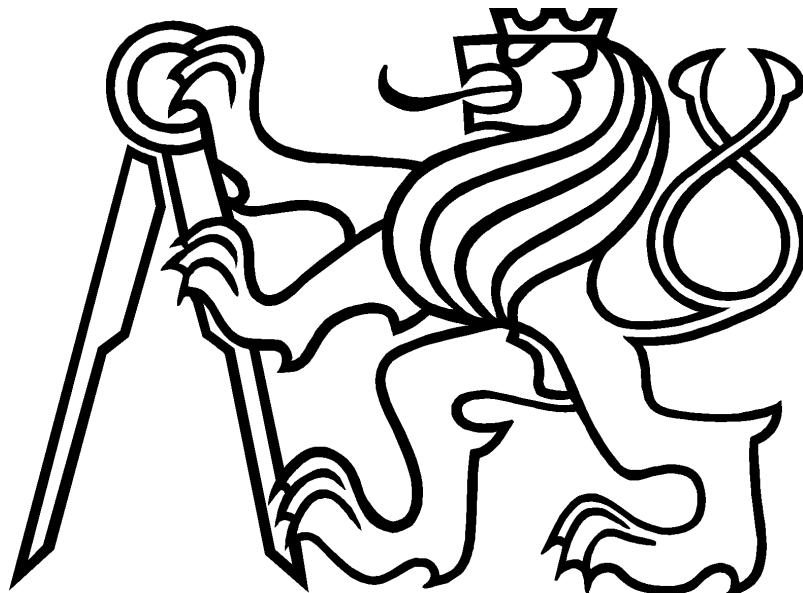


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ



ÚLOHA Č. 9 – VŘETENO

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Vypracoval: URBAN Jakub

Pararelka: 1/20 2010-2011

Číslo zadání: 64

Cvičící: ing. MAREK Petr

Obsah

Zadání.....	3
Základní výpočty.....	5
Skici dílčích uzlů.....	5
Návrh požadovaných uložení.....	5
Uložení ložisek.....	5
Na hřídeli.....	5
V domku.....	6
Uložení distančních kroužků.....	6
Uložení malé řemenice	6
Uložení pojistného kroužku.....	7
Specifikace normalizovaných prvků.....	7
Rozměrové obvody.....	7
1).....	7
2).....	8
3).....	9
4).....	10
Postup montáže.....	11
Závěrečné hodnocení.....	11
Použitá literatura.....	11

Zadání

Podle tabulky zadání navrhnete předlohou hřídel, která je vložena mezi dva řemenové převody. Číslo zadání úlohy v tabulce se shoduje s koncovým dvojčíslem Vašeho rodného čísla (stejně jako v úloze č.7).

Je dán minimální průměr hřídele pod řemenicí d_{min} (s ohledem na konstrukci může být zvolen větší, nutné zdůvodnit ve zprávě např. vzhledem k mohutnosti řemenic, vzhledem k volbě ložisek.....).

Dále je zadán typ řemenu (klínový/ozubený). Použitý typ řemenu je shodný na obou koncích předlohou hřídele. U ozubeného řemenu je zadán typ a šířka, u klínového je dán typ a počet řemenů.

Je zadán typ požadovaného axiálního zajištění. KM- KM matice+MB podložka, Šr- šroub, M- matice. Spoj musíte zajistit proti samovolnému uvolnění. Hřídel je uložena ve valivých ložiskách.

V zadání je uvedeno jaký použijete typ ložiskových těles. U nakupovaných těles uveďte ve zprávě výrobce, typ a katalogový list. U obráběných, svařovaných a odlitých těles respektujte technologické požadavky dané varianty.

Malou řemenicí uložte na válcový konec hřídele, velkou řemenicí uložte na kuželový konec hřídele. Přenos kroutícího momentu realizujte pomocí per. Pro obě řemenice zvolte shodná pera.

č.	Hřídel d_{min}	Typ řemenu	Ozubený řemen		Klínový řemen		Axiální pojištění	Domek
			typ	šířka	typ	počet		
55	10	Ozubený	MXL	012			KM	Svařený
56	10			019			Šr	
57	10			025			M	
58	15		XL	025			KM	
59	15			031			Šr	
60	15			037			M	
61	25		L	050			KM	
62	30			075			Šr	
63	30			100			M	
64	30		H	075			KM	
65	30			100			Šr	
66	40			150			M	
67	50			200			KM	
68	55		XH	200			Šr	
69	60		XXH	200			M	
70	25	Klínový			Z	2	KM	Svařený
71	30					3	Šr	
72	35					4	M	
73	40				A	2	KM	
74	45					3	Šr	
75	50					4	M	
76	60				B	2	KM	
77	60					3	Šr	
78	60					4	M	
79	70				C	2	KM	
80	75					3	Šr	
81	80					4	M	

Dané
hodnoty:
 otáčky
 motoru $n_1 = 1500$
 ot/min
 požadované
 výstupní otáčky z
 převodovky $n_4 = 15$ ot/
 min
 převodový
 poměr
 převodovky $i_{3,4} = 25$
 oba
 řemenové
 převody zvolte
 stejné $i_{1,2} = i_{2,3}$
 u obou
 malých řemenic
 zvolte totožný
 průměr $d_{p1} = d_{p3}$

Základní výpočty

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{1,2}} = \frac{1500}{2} = \underline{\underline{750 \text{ ot/min}}}$$

$$i_{1,2} = \sqrt{\frac{n_1}{n_4 \cdot i_{3,4}}} = \sqrt{\frac{1500}{15 \cdot 25}} = \underline{\underline{2}} \quad i_{1,2} = i_{2,3} \Rightarrow i_{2,3} = \underline{\underline{2}}$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{2,3}} = \frac{750}{2} = \underline{\underline{375 \text{ ot/min}}}$$

$$i_{1,4} = i_{1,2}^2 \cdot i_{3,4} = 2^2 \cdot 25 = \underline{\underline{100}}$$

$$n_4 = \frac{n_1}{i_{1,4}} = \frac{1500}{100} = \underline{\underline{15 \text{ ot/min}}}$$

$$d_{p1} = d_{p3} = \frac{z_1 \cdot p_b}{\pi} = \frac{18 \cdot 12,7}{\pi} \text{ mm} = 72,77 \text{ mm}$$

$$d_{p2} = d_{p4} = \frac{2 \cdot z_1 \cdot p_b}{\pi} = \frac{2 \cdot 18 \cdot 12,7}{\pi} \text{ mm} = 145,53 \text{ mm}$$

Na základě výpočtů jsem se rozhodl pro nákup normalizovaných řemenic 18H075 o průměru roztečné kružnice d_{p1} a 36H075 o průměru roztečné kružnice d_{p2} .

Skici dílčích uzlů

Skici dílčích uzlů přikládám jako přílohy spolu s výkresovou dokumentací.

Oproti skicám jsem po konzultaci s cvičicím přidal osazení na hřídeli, abych se vyvaroval přílišné axiální síly působící na pojistný kroužek. Rovněž jsem na hřídel přidal zápichy, aby hřídel nemusela být obráběna s tolerancí pro uložení ložisek na celé jejich rozteči, kde to není nutné, tím pádem dojde k urychlení výroby a snazší montáži.

Návrh požadovaných uložení

Uložení ložisek

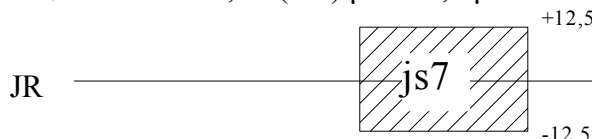
Na hřídeli

Pro uložení ložiska na hřídeli volím uložení s přesahem. Výrobce uvádí toleranci vnitřního průměru ložiska P6. Pro dosažení přesahu jsem se rozhodl pro toleranci hřídele js7.

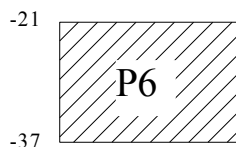
Ø35 P6/js7

$$P_{\min.} = ei - ES = -12,5 - (-21) \mu\text{m} = 8,5 \mu\text{m}$$

$$P_{\max.} = es - EI = 12,5 - (-37) \mu\text{m} = 49,5 \mu\text{m}$$



$$S_u = \frac{P_{\max.} + P_{\min.}}{2} = \frac{-49,5 + (-8,5)}{2} \mu\text{m} = -29 \mu\text{m}$$



V domku

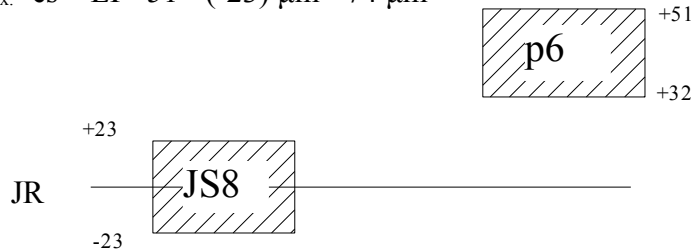
Pro uložení ložiska v domku volím uložení s přesahem. Výrobce uvádí toleranci vnějšího průměru ložiska p6. Pro dosažení přesahu jsem se rozhodl pro toleranci díry JS8.

Ø55 JS8/p6

$$P_{\min.} = ei - ES = 32 - 23 \mu\text{m} = 9 \mu\text{m}$$

$$P_{\max.} = es - EI = 51 - (-23) \mu\text{m} = 74 \mu\text{m}$$

$$S_u = \frac{P_{\max.} + P_{\min.}}{2} = \frac{-74 + (-9)}{2} \mu\text{m} = -41,5 \mu\text{m}$$



Uložení distančních kroužků

Vzhledem ke snadné smontovatelnosti jsem zvolil uložení s vůlí.

Ø35 H8/g7

$$V_{\min.} = EI - es = 0 - (-9) \mu\text{m} = 9 \mu\text{m}$$

$$V_{\max.} = ES - ei = 39 - (-34) \mu\text{m} = 73 \mu\text{m}$$

$$S_u = \frac{V_{\max.} + V_{\min.}}{2} = \frac{73 + 9}{2} \mu\text{m} = 41 \mu\text{m}$$



Uložení malé řemenice

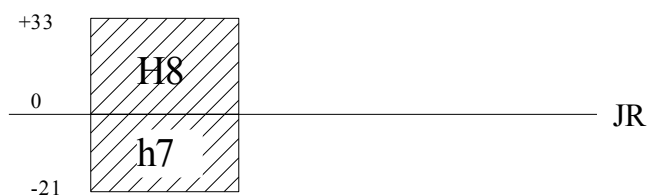
Vzhledem ke snadné smontovatelnosti jsem se rozhodl pro uložení s vůlí, jelikož přenos točivého momentu je realizován pomocí per a axiální zajištění vyřešeno distančním kroužkem a KM matou s MB podložkou.

Ø30 H8/h7

$$V_{\min.} = EI - es = 0 - 0 \mu\text{m} = 0 \mu\text{m}$$

$$V_{\max.} = ES - ei = 33 - (-21) \mu\text{m} = 54 \mu\text{m}$$

$$S_u = \frac{V_{\max.} + V_{\min.}}{2} = \frac{54 + 0}{2} \mu\text{m} = 27 \mu\text{m}$$



Uložení pojistného kroužku

Uložení pojistného kroužku jsem zvolil dle normy ČSN 02 2931.

Specifikace normalizovaných prvků

1x Řemenice 18H075 – Řetězy Olomouc, spol. s.r.o.

1x Řemenice 36H075 – Řetězy Olomouc, spol. s.r.o.

2x Ložisko SKF Explorer 61 907 – SKF Ložiska, a.s.

1x Pojistný kroužek 55 ČSN 02 2931

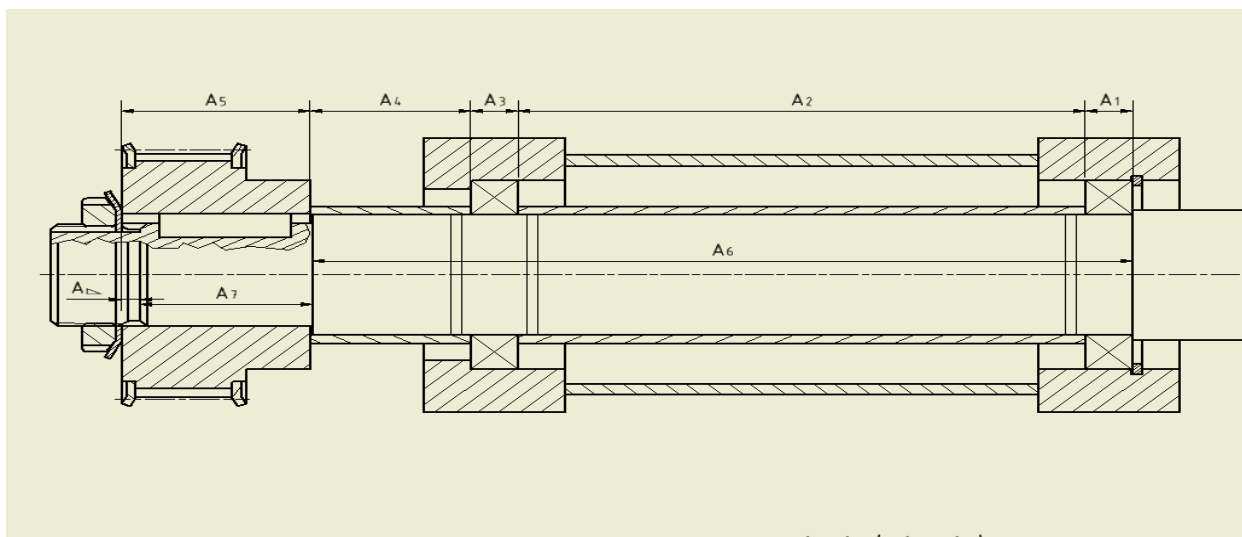
2x Pero 8e7x7h9x28 ČSN 02 2562

2x Matice KM6 ČSN 02 3630

2x Podložka MB6 ČSN 02 3640

Rozměrové obvody

1)



Název rozměru	JR [mm]	Tolerance HÚ/DÚ [mm]
A ₁	10	0/-0,06
A ₂	120	0/-0,087
A ₃	10	0/-0,06
A ₄	34	0/-0,16
A ₅	40	0/-0,1
A ₆	173,5	-0,1/-1,0
A ₇	36,5	-0,10/-0,75

Zmenšující rozměry: A₇, A₆

Zvětšující rozměry: A₁, A₂, A₃, A₄, A₅

$$A_{\Delta} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 - A_6 - A_7 = 10 + 120 + 10 + 34 + 40 - 173,5 + 36,5 \text{ mm} = 4 \text{ mm}$$

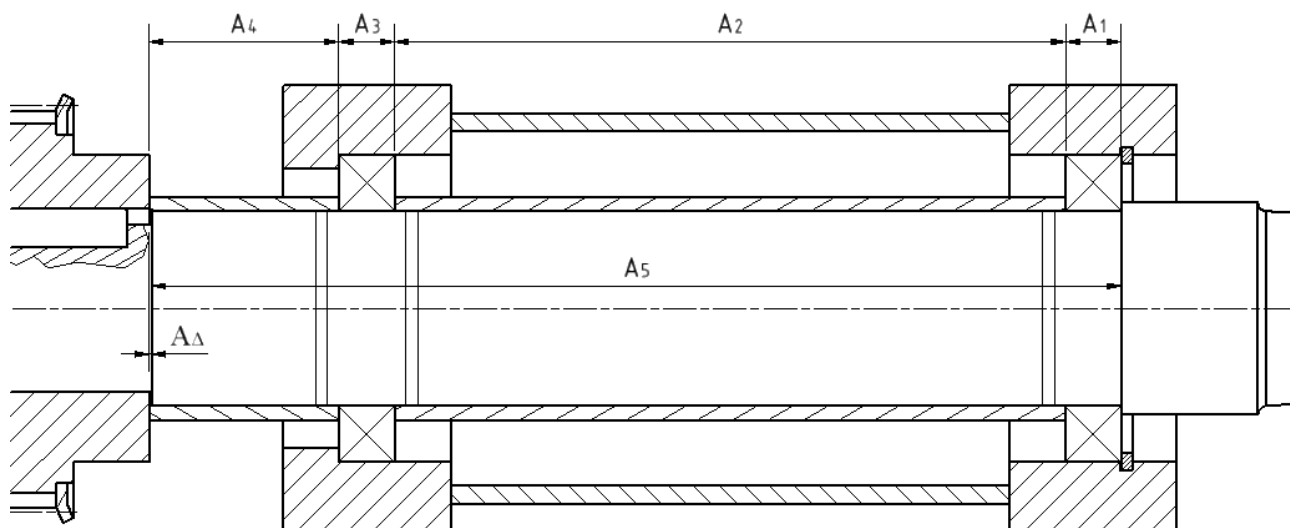
$$A_{\Delta\max} = A_{1\max} + A_{2\max} + A_{3\max} + A_{4\max} + A_{5\max} - A_{6\min} - A_{7\min} = 10 + 120 + 10 + 34 + 40 - 172,5 - 35,75 \text{ mm} = 5,75 \text{ mm}$$

$$A_{\Delta\min} = A_{1\min} + A_{2\min} + A_{3\min} + A_4 + A_5 - A_6 - A_7 = 9,94 + 119,913 + 9,94 + 33,84 + 39,9 - 173,4 - 36,4 \text{ mm} = 3,733 \text{ mm}$$

$$T_{A\Delta} = T_{A1} + T_{A2} + T_{A3} + T_{A4} + T_{A5} + T_{A6} + T_{A7} = 0,06 + 0,087 + 0,06 + 0,16 + 0,1 + 0,9 + 0,65 \text{ mm} = 2,017 \text{ mm}$$

$$A_{\Delta} = 4 + 1,75 / -0,267 \text{ mm}$$

2)



Název rozměru	JR [mm]	Tolerance HÚ/DÚ [mm]
A ₁	10	0/-0,06
A ₂	120	0/-0,087
A ₃	10	0/-0,06
A ₄	34	0/-0,16
A ₅	173,5	-0,1/-1,0

Zmenšující rozměry: A₅

Zvětšující rozměry: A₁, A₂, A₃, A₄

$$A_{\Delta} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 - A_5 = 10 + 120 + 10 + 34 - 173,5 \text{ mm} = 0,5 \text{ mm}$$

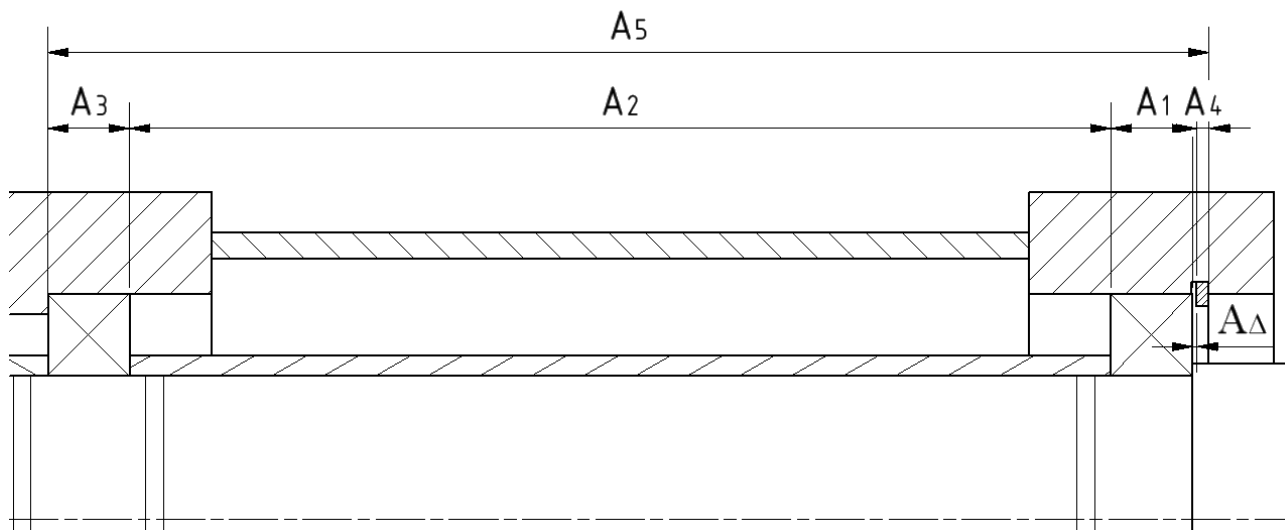
$$A_{\Delta\max} = A_{1\max} + A_{2\max} + A_{3\max} + A_{4\max} - A_{5\min} = 10 + 120 + 10 + 34 - 172,5 \text{ mm} = 1,5 \text{ mm}$$

$$A_{\Delta\min} = A_{1\min} + A_{2\min} + A_{3\min} + A_{4\min} - A_{5\max} = 9,94 + 119,913 + 9,94 + 33,84 - 173,4 \text{ mm} = 0,233 \text{ mm}$$

$$T_{A\Delta} = T_{A1} + T_{A2} + T_{A3} + T_{A4} + T_{A5} + T_{A6} + T_{A7} = 0,06 + 0,087 + 0,06 + 0,16 + 0,9 \text{ mm} = 1,267 \text{ mm}$$

$$A_{\Delta} = 0,5 + 1 / -0,267 \text{ mm}$$

3)



Název rozměru	JR [mm]	Tolerance HÚ/DÚ [mm]
A _Δ	0	+0,407/+0,100
A ₁	10	0/-0,06
A ₂	120	0/-0,087
A ₃	10	0/-0,06
A ₄	2	0/-0,06
A ₅	?	??

A_Δ jsem volil s ohledem na teplotní roztažnost distančního kroužku, která při zahřátí na 80°C dosahuje až 0,086mm.

Zmenšující rozměry: A₁, A₂, A₃, A₄

Zvětšující rozměry: A₅

$$A_{\Delta} = -A_1 - A_2 - A_3 - A_4 + A_5$$

$$A_5 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_{\Delta} = 10 + 120 + 10 + 2 + 0 \text{ mm} = 142 \text{ mm}$$

$$A_{\Delta \min} = -A_{1 \max} - A_{2 \max} - A_{3 \max} - A_{4 \max} + A_{5 \min}$$

$$A_{5 \min} = A_{1 \max} + A_{2 \max} + A_{3 \max} + A_{4 \max} + A_{\Delta \min} = 10 + 120 + 10 + 2 + 0,1 \text{ mm} = 142,1 \text{ mm}$$

$$A_{\Delta \max} = -A_{1 \min} - A_{2 \min} - A_{3 \min} - A_{4 \min} + A_{5 \max}$$

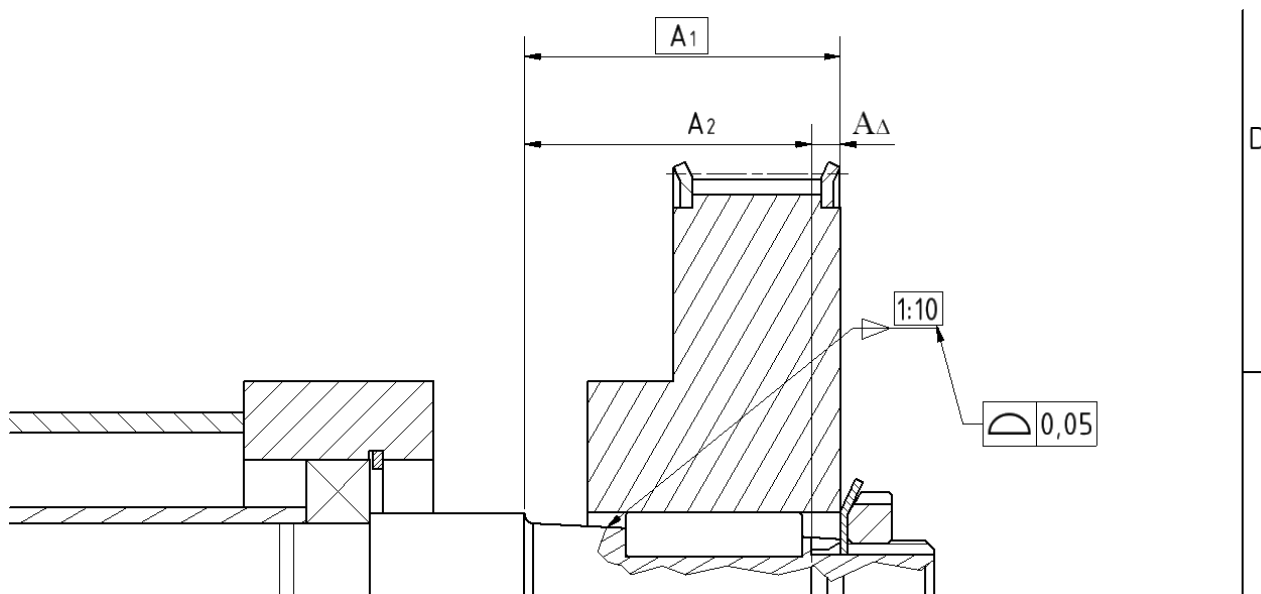
$$A_{5 \max} = A_{1 \min} + A_{2 \min} + A_{3 \min} + A_{4 \min} + A_{\Delta \max} = 9,94 + 119,913 + 9,94 + 1,94 + 0,407 \text{ mm} = 142,14 \text{ mm}$$

$$T_{A_{\Delta}} = T_{A_1} + T_{A_2} + T_{A_3} + T_{A_4} + T_{A_5}$$

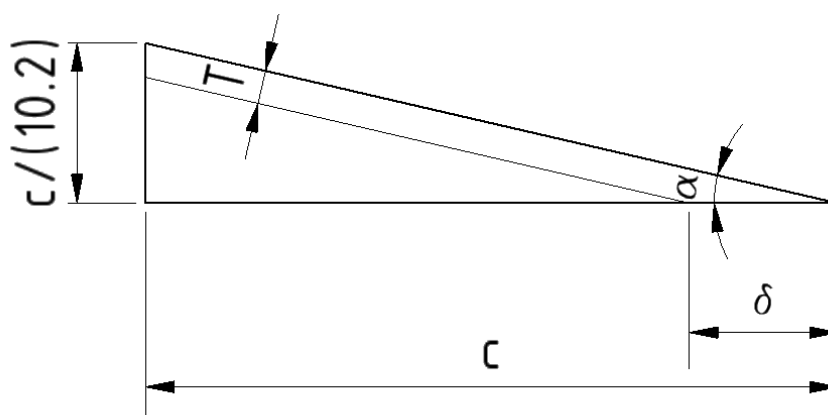
$$T_{A_5} = T_{A_{\Delta}} - T_{A_1} - T_{A_2} - T_{A_3} - T_{A_4} = 0,307 - 0,06 - 0,087 - 0,06 - 0,06 \text{ mm} = 0,04 \text{ mm}$$

$$A_5 = 142 + 0,10 + 0,14 \text{ mm}$$

4)



Rozměr A_1 je rozměr teoretický, jeho toleranci proto musím dopočítat na základě tolerance tvaru plochy kužele.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{c}{10.2}}{c} = \frac{1}{20} \quad \alpha = 2,8624^\circ$$

$$T_{A1} = T_{D+d} = 2 \cdot \delta = 2 \cdot \frac{T}{\sin \alpha} = 2 \cdot \frac{0,05}{\sin 2,8624^\circ} \text{ mm} = 2,003 \text{ mm}$$

Název rozměru	JR [mm]	Tolerance HÚ/DÚ [mm]
A_1	50	+1/-1
A_2	45,5	0/-0,16

Zmenšující rozměry: A_2

Zvětšující rozměry: A_1

$$A_\Delta = A_1 - A_2 = 50 - 45,5 \text{ mm} = 3,5 \text{ mm}$$

$$A_{\Delta \max} = A_{1 \max} - A_{2 \min} = 51 - 45,34 \text{ mm} = 5,66 \text{ mm}$$

$$A_{\Delta\min} = A_{1\min} - A_{2\max} = 49 - 45,5 \text{ mm} = 3,5 \text{ mm}$$

$$T_{\Delta\Delta} = T_{A1} + T_{A2} = 2 + 0,16 \text{ mm} = 2,16 \text{ mm}$$

Postup montáže

Podsestava:

Nejprve vsadit trubku (poz.3) do vybrání na domcích (poz. 1 a 2), poté zavařit. Po zavaření obrobit na požadovaný průměr a dodržet toleranci souososti.

Sestava:

Krok: 1) Na hřídel vřetene nalisovat ze strany s válcovým koncem ložisko.

2) Ze stejné strany nasadit na hřídel distanční kroužek 120.

3) Druhé ložisko nalisovat k distančnímu kroužku až nadoraz.

4) Nasunout distanční kroužek 34 až na doraz k druhému ložisku.

5) Hřídel s nalisovanými ložisky zasunout do svařence skříně válcovým koncem napřed až na doraz a zajistit pojistným kroužkem 55.

6) Do obou drážek hřídele zasadit pera.

7) Na válcový konec hřídele nasunout řemenici 18H075, zajistit MB podložkou a KM maticí a utáhnout na 110Nm.

8) Na válcový konec Hřídele nasunout řemenici 36H075, zajistit MB podložkou a KM maticí a utáhnout na 110Nm.

9) Celou sestavu připevnit na požadované místo pomocí čtyř šroubů s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem M10-100.

Závěrečné hodnocení

Při řešení úlohy jsem postupoval dle zadání. Zachoval jsem nejmenší možný průměr hřídele a k němu i odpovídající pera. Řemenice jsem zvolil kupované, jelikož se jedná o ekonomičtější řešení, než je sám vyrábět. Řemenice jsou z katalogu od prodejce Řetězy Olomouc.

Hodnotu doporučeného parametru a pro umístění ložisek jsem změnil jen nepatrně, Obě ložiska jsou jednořadá kuličková kupovaná u firmy SKF. Proti axiálnímu posuvu ložisek a tedy celé hřídele slouží na jedné straně osazení domku a na druhé pojistný kroužek. Tato konstrukce umožňuje, po odmontování řemenic, případné vyjmutí celé hřídele i s ložisky a tedy snazší manipulaci při výměně komponent.

Axiální posuv řemenic zajišťuje KM matice, doplněná MB podložkou, zajišťující matici před samovolným povolením. Toto pojištění je velmi spolehlivé a zároveň poměrně snadné na montáž.

Domek je svařovaný. Tvoří ho normalizovaná trubka TR 70x3,2 – 120, sloužící jako distanční část, spojující dva domky pro uložení ložisek.

Použitá literatura

[1] LEINVEBER, J.; V VRA, P. *Strojnické tabulky*. Albra, valy 2003, ISBN 80-01-02196-3

[2] POSPÍCHAL, J. *Technické kreslení*. Vydavatelství ČVUT, Praha 2009, ISBN 978-80-7361-051-7

[3] VEJDA, K.; KOCHMAN, J.; POSPÍŠIL, F., *Technické kreslení*, nakladatelství SNTL, Praha 1970