

ELEMENTOS DE MÁQUINAS (SEM 0241)

Notas de Aulas v.2018

Lista de exercícios- aula 09 – União eixo cubo encaixada

Professor: Carlos Alberto Fortulan

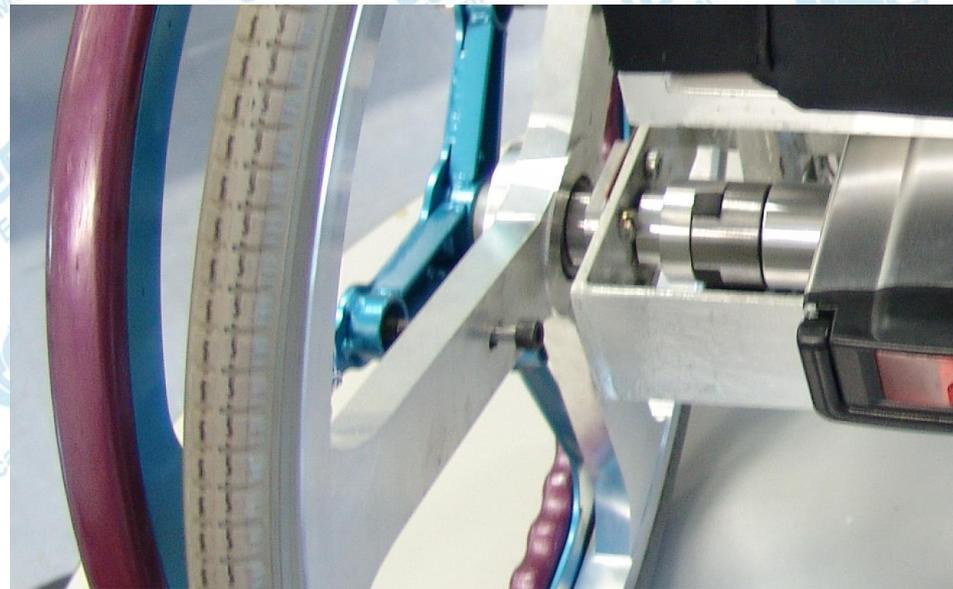
Ex9.1- Dimensionar a união por chaveta plana que transmite o momento torçor de 3000 kgf.cm, cubo e eixo são de aço, diâmetro do eixo $d=40\text{mm}$, largura da engrenagem $l_e= 30\text{mm}$, pressão admissível do material da chaveta $p_{adm}=8 \text{ kgf/mm}^2$.

Ex. 9.2- Em uma barra de aço de $\varnothing 47$ mm deve ser executado um entalhado para colocação de uma engrenagem de ferro fundido cujo cubo tem $L=40$ mm de comprimento, a pressão específica admissível do cubo é 5kgf/mm^2 . Qual o máximo momento torçor que pode ser transmitido se o funcionamento é com choques.

Ex. 9.3- O motor trifásico, IP55W21 da WEG 0,16HP, 1130 rpm tem seu eixo de saída o diâmetro de 11mm x L23 equipado com chaveta plana de $b=4\text{mm}$ e $h=4\text{mm}$ e $L=13\text{mm}$. Supondo que o motor irá operar com torque constante, dimensione o cubo de uma polia feita em alumínio fundido liga MgAl9 cuja pressão admissível é 300 kgf/cm^2 . Verificar se para esta aplicação o motor como fabricado atende as solicitações. Supor que o eixo seja fabricado com o aço ABNT 1040 e a chaveta ABNT 1020.

Ex. 9.3- Uma cadeira servoassistida teve se eixo acoplada a saída de um redutor que transmite torque de 10N.m em cada roda. Determinar a união eixo cubo (por parafuso, transversal e chaveta) para a transmissão da rodagem sendo o eixo em aço de ϕ 16mm com cubo em alumínio liga 6063 T6, (AlMgSi), cuja pressão admissível é 41 MPa.

Dimensione a borracha (spider) para opção acoplamento jaw.



$$\alpha = 21,8 \times 10^{-6} \text{ m/m}\Delta T$$

$$\mu_{\text{aço/alumínio}} = 0,23$$

Fazer equivalência à um cubo de aço dutil

Parafuso allen M8, (DIN 912 / ISO 4762) $F_{\text{max}} = 23630\text{N}$

Torque: $M_t = F \cdot d \cdot K$, $K_{\text{máx}} = 0,2$; $K_{\text{mín}} = 0,13$

Medola FO (2013). Projeto conceitual e protótipo de uma cadeira de rodas servo-assistida. Dissertação de Mestrado.

Por parafuso

a) Pre dimensionamento do cubo

$$L \cong x \cdot \sqrt[3]{M_t} \cong 0,35 \sqrt[3]{100} = 1,6 \text{ cm} = 16 \text{ mm}$$

$$S \cong y \cdot \sqrt[3]{M_t} \cong 0,26 \sqrt[3]{100} = 1,2 \text{ cm} = 12 \text{ mm} \Rightarrow D = 2S + d = 2 \times 12 + 16 = 40 \text{ mm}$$

b) Cálculo da força tangencial (U);

$$U = \frac{2 \cdot M_t}{d} = \frac{2 \times 100}{4} = 50 \text{ kgf} = 500 \text{ N}$$

c) Cálculo da força de separação (Ps);

$$P_s \geq \frac{2 \cdot M_t}{\pi \cdot d \cdot \mu} = \frac{2 \cdot 100}{\pi \cdot d \cdot \mu_r} = \frac{2 \cdot 100}{\pi \cdot 1,6 \cdot 0,115} = 346 \text{ kgf}$$

d) Verificação do L_{\min} polia de fofo sobre aço $\rightarrow p=300$ a 500 kgf/cm^2

$$L_{\min} \geq \frac{P_s}{p_{adm} \cdot d} = \frac{346}{410 \cdot 1,6} = 0,53 \text{ cm}$$

e) Cálculo do torque em cada parafusos; Torque: $M_t = F \cdot d \cdot K$, $K_{\max} = 0,2$; $K_{\min} = 0,13$

$$M_{t(\min)} = 3460 \times 0,13 \times 0,008 = 3,6 \text{ N.m}$$

$$M_{t(\max)} = 3460 \times 0,2 \times 0,008 = 5,5 \text{ N.m}$$

Por interferencia

a) Pre dimensionamento do cubo

$$L \cong x \cdot \sqrt[3]{M_t} \cong 0,35 \sqrt[3]{100} = 1,6 \text{ cm} = 16 \text{ mm}$$

$$S \cong y \cdot \sqrt[3]{M_t} \cong 0,26 \sqrt[3]{100} = 1,2 \text{ cm} = 12 \text{ mm} \Rightarrow D = 2S + d = 2 \times 12 + 16 = 40 \text{ mm}$$

b) Cálculo da força tangencial (U);

$$U = \frac{2 \cdot M_t}{d} = \frac{2 \times 100}{4} = 50 \text{ kgf} = 500 \text{ N}$$

c) Cálculo da força de separação (Ps);

$$P_s \geq \frac{2 \cdot M_t}{\pi \cdot d \cdot \mu} = \frac{2 \cdot 100}{\pi \cdot d \cdot \mu_r} = \frac{2 \cdot 100}{\pi \cdot 1,6 \cdot 0,115} = 346 \text{ kgf}$$

d) Verificação do L_{\min} polia de fofo sobre aço $\rightarrow p=300$ a 500 kgf/cm^2

$$L_{\min} \geq \frac{P_s}{p_{adm} \cdot d} = \frac{346}{410 \cdot 1,6} = 0,53 \text{ cm}$$

e) Cálculo das forças de deslizamento e de retenção;

$$H_R = U \quad H_R = 0,47 \cdot H \quad 500 = 0,47 \cdot H \Rightarrow H = 1.064 \text{ N}$$

f) Cálculo da interferência mínima necessária u_m no regime elástico

$$u_m = \frac{H}{q_1 \cdot L \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{D}\right)^e\right]} = \frac{1064}{5 \cdot 10^5 \cdot 1,6 \cdot \left[1 - \left(\frac{16}{40}\right)^2\right]} = \frac{N}{\frac{kgf}{cm^2} \cdot cm \cdot \frac{mm}{mm}}$$

$$u_m = 16 \mu m$$

g) Cálculo da máxima interferência elástica $u_m < u_e$

$$\mu = \frac{3,5 \cdot d}{1000} = \frac{3,5 \cdot 1,6}{1000} = 0,0088 cm = 56 \mu m$$

h) Escolha do ajuste ideal;

$$416H7v6 = 16 \rightarrow \mu_{max} = 50 \mu m; \mu_{min} = 20 \mu m$$

i) Determinação da Temperatura de montagem.

$$u_{tot} = u_{\max aj} + u_f \quad u_f = \frac{d}{1000} \quad (\text{folga para montagem})$$

$$u_{tot} = 50 \mu m + \frac{1,6 cm}{1000} = 66 \mu m$$

$$\mu t = \alpha \cdot \Delta T \cdot d \Rightarrow \Delta t = \frac{66}{21,8 \cdot 10^{-6} \cdot 16 \cdot 10^3} = 189^\circ C$$

Chaveta

a) Pre dimensionamento do cubo

$$L \cong x \cdot \sqrt[3]{M_t} \cong 0,46 \sqrt[3]{100} = 2,1 \text{ cm} = 21 \text{ mm}$$

$$S' \cong y \cdot \sqrt[3]{M_t} \cong 0,15 \sqrt[3]{100} = 0,7 \text{ cm} = 7 \text{ mm} \Rightarrow D = 2(S' + t_2) + d = 2(7 + 2,2) + 16 = 35 \text{ mm}$$

b) Determinação da chaveta

Ch16 \rightarrow b=5; h=5; t1=2,9; t2=2,2

a) Verificação L_{\min} : para cubo

$$L_{\min} = \frac{2 \cdot M_t}{(h - t_1) \cdot d \cdot p_{adm} \cdot i} = \frac{2 \cdot 10}{(5 - 2,9) \cdot 16 \cdot 41 \cdot 1} = 14,5 \text{ mm} \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{mm} \cdot \text{mm} \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$