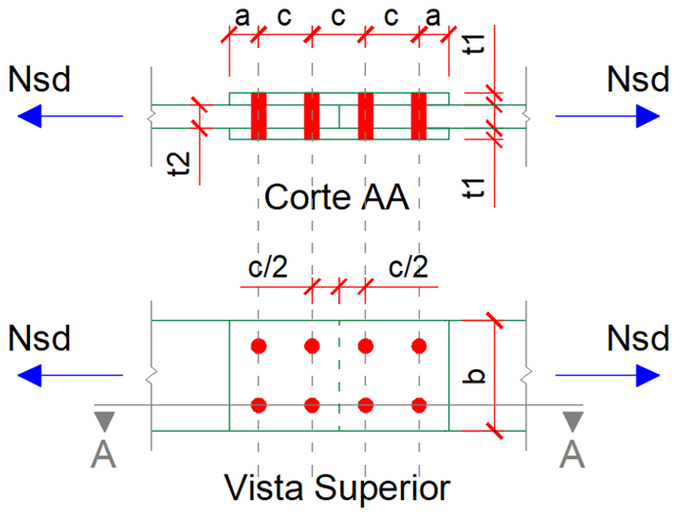
B2T5NA0609A

Calcular a máxima solicitação Nsd possível de ser aplicada na ligação do tipo atrito, indicada ao lado, de modo que sejam atendidas as verificações de:

a) deslizamento de chapas.
b) corte de parafuso;
c) rasgamento de chapa e pressão de apoio;

contemplando tanto as peças ligadas (com espessura t2) quanto as talas de emenda utilizadas (com espessura t1).



Dados:
- Furos padrão;
- Superfícies jateadas sem pintura;
- Parafusos A325 com d = 3/4";
- Aço A36 (MR250);
- Ovalização dos furos é uma limitação de projeto;

$a := 36\ mm$ $b := 150\ mm$ $c := 50\ mm$

$t1 := 6,3\ mm$ $t2 := 10,0\ mm$

$d := \frac{3}{4} \cdot 25,4\ mm = 19,050\ mm$ $fub := 825\ MPa$

$E := 200\ GPa$ $fy := 25\ \frac{kN}{cm^2}$ $fu := 40\ \frac{kN}{cm^2}$

$\gamma a1 := 1,1$ $\gamma a2 := 1,35$

Q01 - Qual o máximo valor de Nsd (em valor de cálculo) possível de ser aplicado de modo que a verificação de deslizamento de chapa ainda seja atendida ? [kN]
Q02 - Qual o máximo valor de Nsd (em valor de cálculo) possível de ser aplicado de modo que a verificação de corte de parafuso ainda seja atendida ? [kN]
Q03 - Qual o máximo valor de Nsd (em valor de cálculo) possível de ser aplicado de modo que a verificação de rasgamento de chapa e pressão de apoio ainda seja atendida ? [kN]
Q04 - Qual das 3 verificações elencadas é determinante da capacidade resistente final da ligação?
1 - Deslizamento 2 - Corte de Parafuso 3 - Rasgamento de Chapa / Pressão de Apoio

Verificação de Deslizamento de Chapa:

Como são utlizados furos padrão a verificação de deslizamento é feita em E.L.S.;

Resistência ao Deslizamento

ELS: $F_{f,Rk} = 0,80\ \mu\ C_h\ F_{Tb}\ n_s \left(1 - \frac{F_{t,Sk}}{0,80 F_{Tb}}\right)$

ELU: $F_{f,Rd} = \frac{1,13 \mu\ C_h\ F_{Tb}\ n_s}{\gamma_e} \left(1 - \frac{F_{t,Sd}}{1,13 F_{Tb}}\right)$

n_s : número de planos de deslizamento;

γ_e : coeficiente de ponderação de resistência igual a:
- 1,20 para combinações normais, especiais ou de construção;
- 1,00 para combinações excepcionais;

μ : coeficiente médio de atrito dado por:
0,35 para superfícies laminadas, limpas, isentas de óleos ou graxa, sem pintura e superfícies galvanizadas a quente com rugosidade aumentada por meio de escova de aço;
0,50 superfícies jateadas sem pintura;
0,20 superfícies galvanizadas a quente;

C_h : é um fator de furo igual a:
1,00 para furos padrão;
0,85 para furos alargados ou pouco alongados;
0,70 para furos muito alongados;

Diâmetro d_b		F_{Tb} kN	
pol	mm	ASTM A325	ASTM A490
1/2		53	66
5/8		85	106
	16	91	114
3/4		125	156
	20	142	179
	22	176	221
7/8		173	216
	24	205	257
1		227	283
	27	267	334
1 1/8		250	357
	30	326	408
1 1/4		317	453
	36	475	595
1 1/2		460	659

$n_s := 2$ $\mu := 0,50$ $C_h := 1,00$ $F_{Tb} := 125\ kN$

Ft,_Sk = 0 kN , pois os parafusos da ligação não são tracionados. $Ft_Sk_por_paraf := 0$

$$Ff_Rk_por_paraf := 0,80 \cdot \mu \cdot C_h \cdot F_{Tb} \cdot n_s \cdot \left(1 - \frac{Ft_Sk_por_paraf}{0,80 \cdot F_{Tb}}\right) = 100\ kN$$

$$Ff_Rd_por_paraf := \frac{Ff_Rk_por_paraf}{0,70} = 142,86\ kN \qquad n_paraf := 4$$

$$Ff_Rd := n_paraf \cdot Ff_Rd_por_paraf = 571,43\ kN$$

Verificação de Corte em Parafuso:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,4\ A_b\ f_{ub}}{\gamma_{a2}}$$

$$Ab := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 2,8502\ cm^2 \qquad Fv_Rd_por_plano := \frac{0,4 \cdot Ab \cdot fub}{\gamma a2} = 69,672\ kN$$

$$Fv_Rd := n_paraf \cdot n_s \cdot Fv_Rd_por_plano = 557,38\ kN$$

Rasgamento de Chapa e Pressão de Apoio :

$$F_{c,Rd} = \frac{1,2\ l_f\ t f_u}{\gamma_{a2}} \leq \frac{2,4\ d_b\ t\ f_u}{\gamma_{a2}}$$

$$d_b := d = 19,05\ mm$$

bf : borda de furo bc : borda de chapa

Para cada uma das talas de ligação:

$$l_bf_a_bf := c - \frac{(d_b + 1,5\ mm)}{2} - \frac{(d_b + 1,5\ mm)}{2} = 29,45\ mm$$

$$l_bf_a_bc := a - \frac{(d_b + 1,5\ mm)}{2} = 25,725\ mm$$

$$lf := \min([\ l_bf_a_bf\ \ l_bf_a_bc\ ]) = 25,725\ mm$$

$$Fc_Rd1_tala := \frac{1,2 \cdot lf \cdot t1 \cdot fu}{\gamma a2} = 57,624\ kN$$

$$Fc_Rd2_tala := \frac{2,4 \cdot d_b \cdot t1 \cdot fu}{\gamma a2} = 85,344\ kN$$

$$Fc_Rd_tala := \min([\ Fc_Rd1_tala\ \ Fc_Rd2_tala\ ]) = 57,624\ kN$$

* Resistência aos dois fenômenos por furo nas talas de ligação (espessura t1)

Como são duas talas o valor da resistência é multiplicado por 2:

$$Fc_Rd_total_tala := 2 \cdot Fc_Rd_tala \cdot n_paraf = 460,99\ kN$$

Para cada uma chapas sendo ligadas (internas às talas):

$$l_bf_a_bf := c - \frac{(d_b + 1,5\ mm)}{2} - \frac{(d_b + 1,5\ mm)}{2} = 29,45\ mm$$

$$l_bf_a_bc := \frac{c}{2} - \frac{(d_b + 1,5\ mm)}{2} = 14,725\ mm$$

$$Fc_Rd1_chapa := \frac{1,2 \cdot lf \cdot t2 \cdot fu}{\gamma a2} = 91,467\ kN$$

$$Fc_Rd2_chapa := \frac{2,4 \cdot d_b \cdot t2 \cdot fu}{\gamma a2} = 135,47\ kN$$

$Fc_Rd_chapa := \min([\ Fc_Rd1_chapa\ \ Fc_Rd2_chapa\ ]) = 91,467\ kN$

* Resistência aos dois fenômenos por furo da chapa interna

$Fc_Rd_total_chapa := Fc_Rd_chapa \cdot n_paraf = 365,87\ kN$

Ao final o Nsd possível de ser aplicado é o menor entre os dois previamente calculados:

$Fc_Rd := \min([\ Fc_Rd_total_tala\ \ Fc_Rd_total_chapa\ ]) = 365,87\ kN$

$Nsd := \min([\ Ff_Rd\ \ Fv_Rd\ \ Fc_Rd\ ]) = 365,87\ kN$

⊞

$Q01 := Ff_Rd = 571,43\ kN$

$Q02 := Fv_Rd = 557,38\ kN$

$Q03 := Fc_Rd = 365,87\ kN$

$Q04 := verif = 3$
