

## Часть 2. Один расчетный срез, 5 болтов M16, пластины толщиной 10 мм

### Исходные данные:

※ болт M16, класс прочности 8.8

$$d_b := 16 \cdot \text{мм}$$

$$n_s := 1 \quad \text{число расчетных срезов одного болта}$$

$$A_b := 2.01 \cdot \text{см}^2 \quad \text{площадь сечения болта брутто}$$

$$A_{bn} := 1.57 \cdot \text{см}^2 \quad \text{площадь сечения болта нетто}$$

$$\gamma_b := 1 \quad \text{коэффициент условий работы одного болта}$$

$$\gamma_{b_m} := 0.9 \quad \text{коэффициент условий работы многоболтового соединения}$$

$$\gamma_c := 1 \quad \text{коэффициент условий работы}$$

$$R_{bs} := 332 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} = 3384.3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \quad \text{расчетное сопротивление срезу}$$

$$R_{bt} := 451 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} = 4597.35 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \quad \text{расчетное сопротивление растяжению}$$

$$n_b := 5 \quad \text{количество болтов в соединении}$$

※ сталь, соединяемых болтом, элементов C255

$$R_{bp} := 500 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} = 5096.84 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \quad \text{расчетное сопротивление смятию}$$

$$\Sigma t := 10 \cdot \text{мм} \quad \text{наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении}$$

※ расчетные усилия, действующие на болтовое соединение

$$F_x := 127.32 \cdot \text{кН} = 12.98 \text{ м} \quad \text{сила (срезающая) по оси X}$$

$$F_y := 223.18 \cdot \text{кН} = 22.75 \text{ м} \quad \text{сила (срезающая) по оси Y}$$

$$F_z := 163.82 \cdot \text{кН} = 16.7 \text{ м} \quad \text{сила (растягивающая) по оси Z}$$

$$F_{\Sigma} := \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 256.94 \text{ кН} \quad \text{суммарная срезающая сила} \quad (1)$$

$$F_{\Sigma} = 26.19 \text{ м}$$

### Расчет на срез

※ одного болта

$$N_{bs} := R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 66.73 \text{ кН} \quad (2) \quad (186) \quad \text{СП 16.13330.2017}$$

$$N_{bs} = 6.8 \text{ м}$$

※ одного болта в группе болтов

$$N_{bs\_m} := R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_{b\_m} \cdot \gamma_c = 60.06 \text{ кН} \quad (3) \quad (186) \quad \text{СП 16.13330.2017}$$

$$N_{bs\_m} = 6.12 \text{ м}$$

### Расчет на смятие

※ одного болта

$$N_{bp} := R_{bp} \cdot d_b \cdot \Sigma t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 80 \text{ кН} \quad (4) \quad (187) \quad \text{СП 16.13330.2017}$$

$$N_{bp} = 8.15 \text{ м}$$

※ одного болта в группе болтов

$$N_{bp\_m} := R_{bp} \cdot d_b \cdot \Sigma t \cdot \gamma_{b\_m} \cdot \gamma_c = 72 \text{ кН} \quad (5) \quad (187) \quad \text{СП 16.13330.2017}$$

$$N_{bp\_m} = 7.34 \text{ м}$$

### Расчет на растяжение

※ одного болта, одного болта в группе болтов

$$N_{bt} := R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c = 70.81 \text{ кН} \quad (6) \quad (188) \quad \text{СП 16.13330.2017}$$

$$N_{bt} = 7.22 \text{ м}$$

Коэффициент использования по срезу (группа болтов)

$$K_{bs} := \frac{F_{\Sigma}}{R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot n_b \cdot \gamma_{b\_m} \cdot \gamma_c} = 0.86 \quad (7)$$

if $K_{bs} \leq 1$		= "OK"
"OK"		
else		
"NO"		

Коэффициент использования по смятию (группа болтов)

$$K_{bp} := \frac{F_{\Sigma}}{R_{bp} \cdot d_b \cdot \Sigma t \cdot n_b \cdot \gamma_{b\_m} \cdot \gamma_c} = 0.71 \quad (8)$$

if $K_{bp} \leq 1$		= "OK"
"OK"		
else		
"NO"		

Коэффициент использования по растяжению (группа болтов)

$$K_{bt} := \frac{F_z}{R_{bt} \cdot n_b \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c} = 0.46 \quad (9)$$

if $K_{bt} \leq 1$		= "OK"
"OK"		
else		
"NO"		

Коэффициент использования при одновременном действии среза и растяжения  
 (группа болтов)

$$K_{bs\_bt} := \sqrt{K_{bs}^2 + K_{bt}^2} = 0.97 \quad (10)$$

if $K_{bs\_bt} \leq 1$		= "OK"
"OK"		
else		
"NO"		

### Данные расчета приложения

C:\Users\ASUS\Documents\GitHub\Pro.Engineer.C.BoltBearingResistanceTerminal\bolt\_bearing\_255\cmake-build-debug\bolt\_bearing\_255.exe

7. Enter number of bolts: 5  
 Number of bolts is 5. If the information is correct then press 'y', if incorrect press 'n' y

Initial data:                      Active forces:  
 ♦ bolt diameter is 16 mm        ♦ X force is 127.32 kN  
 ♦ strength class is 8.8         ♦ Y force is 223.18 kN  
 ♦ number of slices is 1         ♦ Z force is 163.82 kN  
 ♦ thick. part is 10.0 mm

Table 1 - Strength characteristics of steel

Data	name	Ru	Rbp	Run
C255		370 N/mm <sup>2</sup>	500 N/mm <sup>2</sup>	380 N/mm <sup>2</sup>

Table 2 - Bolt characteristics

Abn	Ab	Rbs	Rbt
1.57 sm <sup>2</sup>	2.01 sm <sup>2</sup>	332 N/mm <sup>2</sup>	451 N/mm <sup>2</sup>

\*One bolt\*                      \*One bolt per group\*  
 ♦ Shear force: (2) 66.73 kN (6.80 T) (3) 60.06 kN (6.12 T)  
 ♦ Bear. force: (4) 80.00 kN (8.15 T) (5) 72.00 kN (7.34 T)  
 ♦ Tens. force: (6) 70.81 kN (7.22 T)        70.81 kN (7.22 T)

Number of bolts is 5

z | 163.82  
 |  
 223.18 / x  
 y / 127.32

Total shear force 256.94 kN =  
 = 26.19 T (1)

(7) ♦ K\_shear = 0.86  
 (8) ♦ K\_bear = 0.71  
 (9) ♦ K\_tens = 0.46  
 (10) ♦ K\_sh/t = 0.97