

Часть 3. Три расчетных среза, 10 болтов M24, пластины толщиной 16,5 мм

Исходные данные:

※ болт M24, класс прочности 8.8

$$d_b := 24 \cdot \text{мм}$$

$$n_s := 3 \quad \text{число расчетных срезов одного болта}$$

$$A_b := 4.52 \cdot \text{см}^2 \quad \text{площадь сечения болта брутто}$$

$$A_{bn} := 3.53 \cdot \text{см}^2 \quad \text{площадь сечения болта нетто}$$

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

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

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

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

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

$$n_b := 10 \quad \text{количество болтов в соединении}$$

※ сталь, соединяемых болтом, элементов C255

$$R_{bp} := 485 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} = 4943.93 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \quad \text{расчетное сопротивление смятию}$$

$$\Sigma t := 16.5 \cdot \text{мм} \quad \text{наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении}$$

※ расчетные усилия, действующие на болтовое соединение

$$F_x := 1208.16 \cdot \text{кН} = 123.16 \text{ м} \quad \text{сила (срезающая) по оси X}$$

$$F_y := 1210.28 \cdot \text{кН} = 123.37 \text{ м} \quad \text{сила (срезающая) по оси Y}$$

$$F_z := 998.26 \cdot \text{кН} = 101.76 \text{ м} \quad \text{сила (растягивающая) по оси Z}$$

$$F_{\Sigma} := \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 1710.1 \text{ кН} \quad \text{суммарная срезающая сила} \quad (1)$$

$$F_{\Sigma} = 174.32 \text{ м}$$

Расчет на срез

※ одного болта

$$N_{bs} := R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 450.19 \text{ кН} \quad (2) \quad (186) \quad \text{СП 16.13330.2017}$$

$$N_{bs} = 45.89 \text{ м}$$

※ одного болта в группе болтов

$$N_{bs_m} := R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_{b_m} \cdot \gamma_c = 405.17 \text{ кН} \quad (3) \quad (186) \quad \text{СП 16.13330.2017}$$

$$N_{bs_m} = 41.3 \text{ м}$$

Расчет на смятие

※ одного болта

$$N_{bp} := R_{bp} \cdot d_b \cdot \Sigma t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 192.06 \text{ кН} \quad (4) \quad (187) \quad \text{СП 16.13330.2017}$$

$$N_{bp} = 19.58 \text{ м}$$

※ одного болта в группе болтов

$$N_{bp_m} := R_{bp} \cdot d_b \cdot \Sigma t \cdot \gamma_{b_m} \cdot \gamma_c = 172.85 \text{ кН} \quad (5) \quad (187) \quad \text{СП 16.13330.2017}$$

$$N_{bp_m} = 17.62 \text{ м}$$

Расчет на растяжение

※ одного болта, одного болта в группе болтов

$$N_{bt} := R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c = 159.2 \text{ кН} \quad (6) \quad (188) \quad \text{СП 16.13330.2017}$$

$$N_{bt} = 16.23 \text{ м}$$

Коэффициент использования по срезу (группа болтов)

$$K_{bs} := \frac{F_{\Sigma}}{R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot n_b \cdot \gamma_{b_m} \cdot \gamma_c} = 0.42 \quad (7)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } K_{bs} \leq 1 \\ \parallel \text{ "OK" } \\ \text{else} \\ \parallel \text{ "NO" } \end{array} \right| = \text{"OK"}$$

Коэффициент использования по смятию (группа болтов)

$$K_{bp} := \frac{F_{\Sigma}}{R_{bp} \cdot d_b \cdot \Sigma t \cdot n_b \cdot \gamma_{b_m} \cdot \gamma_c} = 0.99 \quad (8)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } K_{bp} \leq 1 \\ \parallel \text{ "OK" } \\ \text{else} \\ \parallel \text{ "NO" } \end{array} \right| = \text{"OK"}$$

Коэффициент использования по растяжению (группа болтов)

$$K_{bt} := \frac{F_z}{R_{bt} \cdot n_b \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c} = 0.63 \quad (9)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } K_{bt} \leq 1 \\ \parallel \text{ "OK" } \\ \text{else} \\ \parallel \text{ "NO" } \end{array} \right| = \text{"OK"}$$

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

$$K_{bs_bt} := \sqrt{K_{bs}^2 + K_{bt}^2} = 0.76 \quad (10)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } K_{bs_bt} \leq 1 \\ \parallel \text{ "OK" } \\ \text{else} \\ \parallel \text{ "NO" } \end{array} \right| = \text{"OK"}$$

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: 10
 Number of bolts is 10. If the information is correct then press 'y', if incorrect press 'n' y

Initial data:
 ♦ bolt diameter is 24 mm
 ♦ strength class is 8.8
 ♦ number of slices is 3
 ♦ thick. part is 16.5 mm

Active forces:
 ♦ X force is 1208.16 kN
 ♦ Y force is 1210.28 kN
 ♦ Z force is 998.26 kN

Table 1 - Strength characteristics of steel

Data	name	Ru	Rbp	Run
C255		360 N/mm ²	485 N/mm ²	370 N/mm ²

Table 2 - Bolt characteristics

Abn	Ab	Rbs	Rbt
3.53 sm ²	4.52 sm ²	332 N/mm ²	451 N/mm ²

One bolt *One bolt per group*

♦ Shear force: (2) 450.19 kN (45.89 T) (3) 405.17 kN (41.30 T)
 ♦ Bear. force: (4) 192.06 kN (19.58 T) (5) 172.85 kN (17.62 T)
 ♦ Tens. force: (6) 159.20 kN (16.23 T) 159.20 kN (16.23 T)

Number of bolts is 10

z | 998.26
 1210.28 / x
 y / 1208.16

Total shear force 1710.10 kN = (7) ♦ K_shear = 0.42
 = 174.32 T (1) (8) ♦ K_bear = 0.99
 (9) ♦ K_tens = 0.63
 (10) ♦ K_sh/t = 0.76