

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 C245

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

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

※ расчетные усилия, действующие на болтовое соединение

$$F_x := 1185.16 \cdot \text{кН} = 120.81 \text{ м} \quad \text{сила (срезающая) по оси X}$$

$$F_y := 1217.74 \cdot \text{кН} = 124.13 \text{ м} \quad \text{сила (срезающая) по оси Y}$$

$$F_z := 972.87 \cdot \text{кН} = 99.17 \text{ м} \quad \text{сила (растягивающая) по оси Z}$$

$$F_{\Sigma} := \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 1699.26 \text{ кН} \quad \text{суммарная срезающая сила} \quad (1)$$

$$F_{\Sigma} = 173.22 \text{ м}$$

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)

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

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

Коэффициент использования по смятию (группа болтов)

$$K_{bp} := \frac{F_{\Sigma}}{R_{bp} \cdot d_b \cdot \Sigma t \cdot n_b \cdot \gamma_{b_m} \cdot \gamma_c} = 0.98 \quad (8)$$

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

Коэффициент использования по растяжению (группа болтов)

$$K_{bt} := \frac{F_z}{R_{bt} \cdot n_b \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c} = 0.61 \quad (9)$$

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

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

$$K_{bs_bt} := \sqrt{K_{bs}^2 + K_{bt}^2} = 0.74 \quad (10)$$

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

Данные расчета приложения

C:\Users\ASUS\Documents\GitHub\Pro.Engineer.C.BoltBearingResistanceTerminal\bolt_bearing_245\cmake-build-debug\bolt_bearing_245.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 1185.16 kN
- ♦ Y force is 1217.74 kN
- ♦ Z force is 972.87 kN

Table 1 - Strength characteristics of steel

Data	name	Ru	Rbp	Run
C245		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

- ♦ Shear force: (2) 450.19 kN (45.89 T)
- ♦ Bear. force: (4) 192.06 kN (19.58 T)
- ♦ Tens. force: (6) 159.20 kN (16.23 T)

One bolt per group

- (3) 405.17 kN (41.30 T)
- (5) 172.85 kN (17.62 T)
- 159.20 kN (16.23 T)

Number of bolts is 10

z | 972.87
 1217.74 / x
 y / 1185.16

Total shear force 1699.26 kN = (7) ♦ K_{shear} = 0.42
 = 173.22 T (1) (8) ♦ K_{bear} = 0.98
 (9) ♦ K_{tens} = 0.61
 (10) ♦ K_{sh/t} = 0.74