

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 С355

$$R_{bp} := 645 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} = 6574.92 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \quad \text{расчетное сопротивление смятию}$$

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

※ расчетные усилия, действующие на болтовое соединение

$$F_x := 120.46 \cdot \text{кН} = 12.28 \text{ м} \quad \text{сила (срезающая) по оси X}$$

$$F_y := 220.18 \cdot \text{кН} = 22.44 \text{ м} \quad \text{сила (срезающая) по оси Y}$$

$$F_z := 180.35 \cdot \text{кН} = 18.38 \text{ м} \quad \text{сила (растягивающая) по оси Z}$$

$$F_{\Sigma} := \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 250.98 \text{ кН} \quad \text{суммарная срезающая сила} \quad (1)$$

$$F_{\Sigma} = 25.58 \text{ м}$$

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

$$N_{bp} := R_{bp} \cdot d_b \cdot \Sigma t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 103.2 \text{ кН} \quad (4) \quad (187) \quad \text{СП 16.13330.2017}$$

$$N_{bp} = 10.52 \text{ м}$$

※ одного болта в группе болтов

$$N_{bp_m} := R_{bp} \cdot d_b \cdot \Sigma t \cdot \gamma_{b_m} \cdot \gamma_c = 92.88 \text{ кН} \quad (5) \quad (187) \quad \text{СП 16.13330.2017}$$

$$N_{bp_m} = 9.47 \text{ м}$$

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)

$$K_{bs} := \frac{F_{\Sigma}}{R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot n_b \cdot \gamma_{b_m} \cdot \gamma_c} = 0.84 \quad (7)$$

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

Коэффициент использования по смятию (группа болтов)

$$K_{bp} := \frac{F_{\Sigma}}{R_{bp} \cdot d_b \cdot \Sigma t \cdot n_b \cdot \gamma_{b_m} \cdot \gamma_c} = 0.54 \quad (8)$$

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

Коэффициент использования по растяжению (группа болтов)

$$K_{bt} := \frac{F_z}{R_{bt} \cdot n_b \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c} = 0.51 \quad (9)$$

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

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

$$K_{bs_bt} := \sqrt{K_{bs}^2 + K_{bt}^2} = 0.98 \quad (10)$$

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

Данные расчета приложения

Pro.Engineer - bolt_bearing_355_1.3.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:

♦ bolt diameter is 16 mm

♦ strength class is 8.8

♦ number of slices is 1

♦ thick. part is 10.0 mm

Active forces:

♦ X force is 120.46 kN

♦ Y force is 220.18 kN

♦ Z force is 180.35 kN

Table 1 - Strength characteristics of steel

Data	name	Ru	Rbp	Run
C355		480 N/mm ²	645 N/mm ²	490 N/mm ²

Table 2 - Bolt characteristics

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

One bolt

♦ Shear force: (2) 66.73 kN (6.80 T)

♦ Bear. force: (4) 103.20 kN (10.52 T)

♦ Tens. force: (6) 70.81 kN (7.22 T)

One bolt per group

(3) 60.06 kN (6.12 T)

(5) 92.88 kN (9.47 T)

70.81 kN (7.22 T)

Number of bolts is 5

↑ ↑ ↑

220.18 / x

y / 120.46

z | 180.35

250.98 kN = 25.58 T (1)

(7) ♦ K_shear = 0.84

(8) ♦ K_bear = 0.54

(9) ♦ K_tens = 0.51

(10) ♦ K_sh/t = 0.98

Page 4 of 4