



Исходные данные

Номер студента по списку

$$N_1 = 12$$

Давление постоянное

$$p = 0.4 + 0.1 \cdot N_1 = 1.6 \text{ МПа}$$

Наружный диаметр трубы (табл. 1)

$$D_1 = 200 \text{ мм}$$

Число болтов крепления фланца

$$Z = 20$$

Толщина стенки трубы

$$\delta = 16 \text{ мм}$$

Затяжка болтов контролируемая

Тип прокладки - мягкая

Порядок выполнения работы

Сила давления газа на крышку

$$Q = \frac{\pi \cdot D_1^2 \cdot p}{4} = \frac{3.14 \cdot 200^2 \cdot 1.6}{4} = 50240 \text{ Н}$$

Сила давления газа на один болт

$$F = \frac{Q}{Z} = \frac{50240}{20} = 2512 \text{ Н}$$

Коэффициент затяжки

$$K_{\text{зат}} = 2$$

Коэффициент внешней нагрузки

$$\chi = 0.5$$

Нагрузка на болт после затяжки

$$F_0 = 1.3 \cdot [K_{\text{зат}} \cdot (1 - \chi) + \chi] \cdot F = 1.3 \cdot [2 \cdot (1 - 0.5) + 0.5] \cdot 2512 = 4898 \text{ Н}$$

Выбираем материал болта: сталь 45, предел текучести $\sigma_T = 360 \text{ МПа}$

Коэффициент запаса при неконтролируемой затяжке $S_T = 4.4$

Допускаемое напряжение на растяжение материала болта

$$\sigma = \frac{\sigma_T}{S_T} = \frac{360}{4.4} = 81.818 \text{ МПа}$$

предварительно определим внутренний диаметр болта $d_1 > \sqrt{\frac{4F_0}{\pi \cdot \sigma}} = 8.733 \text{ мм}$

Выбираем из табл. 5 болт

М	12
---	----

$$d = 12 \text{ мм}, d_1 = 10.106 \text{ мм}, d_2 = 10.863 \text{ мм}$$

Диаметр окружности размещения болтов

$$D_0 = D_1 + 3d = 200 + 3 \cdot 12 = 236 \text{ мм}$$

Проверка шага размещения болтов

$$t = \frac{\pi \cdot D_0}{Z} = \frac{3.14 \cdot 236}{20} = 37.052 \text{ мм}$$

Расчетные напряжения, возникающие в теле болта

$$\sigma_p = \frac{4F_0}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \times 4898}{3.14 \cdot 10.106^2} = 61.093 \text{ МПа}$$

Проверяем коэфф. запаса

$$S = \frac{\sigma_T}{\sigma_p} = 5.892 > S_T = 4.4$$

Размеры фланца и крышки

$$D = D_0 + 2.5d = 266 \text{ мм}$$

Толщина фланца

$$h_1 = 2.5\delta = 40 \text{ мм}$$

Толщина прокладки $h_2 = 2 \text{ мм}$

Напряжения, возникающие при переменной нагрузке
среднее (постоянное) напряжение в болте

$$\sigma_m = \sigma + 0.5 \cdot \chi \cdot \frac{4F}{\pi \cdot d_1^2} = 81.818 + 0.5 \cdot 0.5 \cdot \frac{4 \times 2512}{3.14 \cdot 10.106^2} = 89.651 \text{ МПа}$$

амплитуда переменного напряжения

$$\sigma_a = 0.5 \cdot \chi \cdot \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_1^2} = 0.5 \cdot 0.5 \cdot \frac{4 \times 2512}{3.14 \cdot 10.106^2} = 7.833 \text{ МПа}$$

Запас прочности при перменных напряжениях

$$S_T = \frac{\sigma_1}{\sigma_a \cdot K_\sigma + \psi_\sigma \cdot \sigma_m} = \frac{240}{7.833 \cdot 4 + 0.1 \cdot 89.651} = 5.956 > S_T = 4.4 \text{ условие прочности}$$

выполнено

где $K_\sigma = 4$ - эффективный коэффициент концентрации напряжений

$\psi_\sigma = 0.1$ - коэффициент чувствительности материала болта

$\sigma_1 = 240 \text{ МПа}$ - предел выносливости материала болта при симметричном цикле

нагружения

