

## РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ВИТКАМИ РЕЗЬБЫ КОМБИНИРОВАННОГО СОЕДИНЕНИЯ БОЛТ-ГАЙКА И СТЯЖКА

*Жигилий Д.А., ст. преподаватель, Гончарова А.Н., студентка, СумГУ, г. Сумы*

Соединение деталей резьбы являются одним из старейших и наиболее распространенным видом разъемного соединения. К ним относятся соединения с помощью болтов, винтов и винтовых стяжек.

В работе произведен расчет комбинированной стяжки, часть которой работает в режиме болт-гайка, а часть – стяжка. Схема соединения приведена на рисунке.

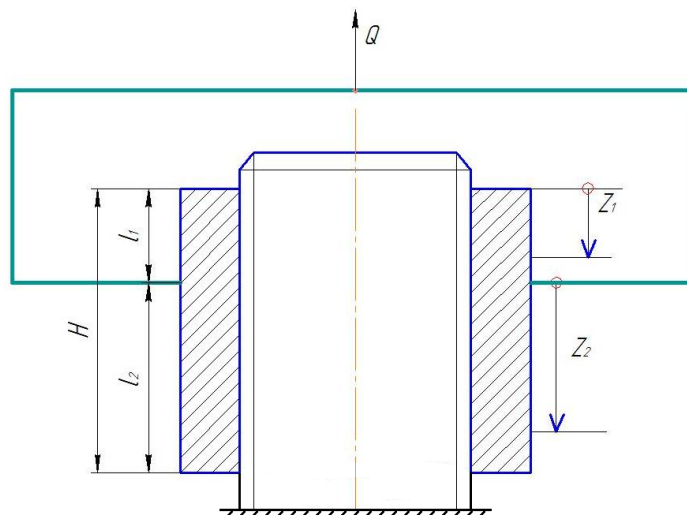


Рисунок - Схема соединения комбинированной стяжки, часть которой работает в режиме болт-гайка, а часть – стяжка

Инженерный расчет распределения нагрузки между витками резьбы согласно [1] выполняют, используя простейшую модель формы детали (болта, гайки) в виде стержня. Упрощенная схематизация реальной детали осуществляется путем разделения ее деформаций на общие (растяжение и сжатие тел болта и гайки) и местные (изгиб и сдвиг витков резьбы). При этом осевое смещение точки витка в некотором сечении представляется в виде алгебраической суммы перемещений сопряженных точек витков болта и гайки в результате растяжения и сжатия их тел, а также перемещений в результате изгиба и сдвига витков относительно тел болта и гайки.

Показано, что распределения нагрузки между витками резьбы подчинено дифференциальному уравнению:

$$q''(z) - m^2 q(z) = 0, \quad (1)$$

$$\text{где } m = \sqrt{\beta/\gamma}, \text{ а } \beta = \frac{1}{E_1 A_1} + \frac{1}{E_2 A_2}; \quad \gamma = \frac{P^2}{f} \left( \frac{\Lambda_1}{E_1} + \frac{\Lambda_2}{E_2} \right);$$

$P$  – ширина основания витка,  $E_1, A_1, E_2, A_2$  – продольный модуль упругости материала и площадь поперечного сечения болта и гайки,  $\Lambda_1, \Lambda_2$  – безразмерные коэффициенты, зависящие от геометрических параметров резьбы и всего соединения,  $f$  – проекция боковой поверхности витка на плоскость, перпендикулярную оси  $z$ .

Пусть  $l_1/l_2 = \mu, F_1/F_2 = \lambda$ , где  $F_1, F_2$  – осевые силы, приходящиеся на 1-й и 2-й участки соответственно ( $F_1 + F_2 = Q$ ).

Тогда законы распределения нагрузки по виткам:

$$\text{соединения типа болт—гайка } q_1(z_1) = \frac{F_1 \cdot m}{\text{sh}(m \cdot l_1)} \cdot \text{ch}(m \cdot z_1), \quad 0 \leq z_1 \leq l_1;$$

соединения типа стяжка

$$q_2(z_2) = \frac{F_2 \cdot m}{\beta \cdot \text{sh}(m \cdot l_2)} \cdot \left( \frac{\text{ch}(m \cdot z_2)}{E_1 A_1} + \frac{\text{ch}(m \cdot (l_2 - z_2))}{E_2 A_2} \right), \quad 0 \leq z_2 \leq l_2.$$

Из условия совместной работы  $q_1(l_1) = q_2(0)$  получено зависимость распределения полной нагрузки по участкам резьбы, работающей в разных режимах,  $F_1/F_2 = \lambda(\mu)$ .

Расстояние до сечения  $z_{2\min}$ , в котором  $q_2(z_2)$  принимает минимальное значение, определяется из уравнения  $\text{th}(m \cdot z_{2\min}) = \frac{\text{sh}(m \cdot l_2)}{\text{ch}(m \cdot l_2) + \frac{E_2 A_2}{E_1 A_1}}$  по обычным правилам нахождения минимума.

Методом наименьших квадратов оптимизировано  $\mu$  – соотношение длин  $l_1$  и  $l_2$  из условия минимума функции:

$$\Delta(\mu) = (q_1(z_1) - q_1(l_1))^2 + (q_1(z_1) - q_2(l_2))^2 + (q_1(z_1) - q_2(z_{2\min}))^2 + (q_1(l_1) - q_2(l_2))^2 + (q_1(l_1) - q_2(z_{2\min}))^2 + (q_2(l_2) - q_2(z_{2\min}))^2$$

#### Список литературы

1. Биргер И.А. Резьбовые и фланцевые соединения. / Биргер И.А., Иосилевич Г.Б. - М.: Машиностроение, 1990. - 368 с.