

$$\alpha_d = 8 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}, E_\sigma = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа при жесткости } C^I = \frac{\lambda_\sigma}{\lambda_d} = 10, \text{ тогда } \sigma_T = (8 - 13) \cdot 10^{-6} \cdot 80 \cdot 2 \cdot 10^5 = -80 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Это следует учитывать при расчете конструкций, подвергнутых температурным воздействиям -увеличение площади поперечных сечений элемента не приводит к уменьшению температурных напряжений. То есть усиление конструкций, испытывающих температурное воздействие, нельзя добиться увеличением площадей поперечных сечений их элементов.

Для снижения температурных напряжений используются специальные приемы проектирования — компенсация температурных напряжений.

При установке болтов без зазора болты работают на срез и смятие, при которых снижение температуры приводит только к увеличению прочностных характеристик соединения и повышению его надёжности по сравнению с нормальными температурами. Основное мероприятие по снижению склонности к хрупкости винтов следует отнести:

1. Применение легированных сталей 40Х; и термообработки
2. Для болтов из углеродистых сталей рекомендуется нарезка, для болтов из низколегированных сталей- накатка.
3. Предпочтительно применение мелких резьб с шагом (для силовых резьб) не менее $\frac{d}{10...15}$.
4. Уменьшения диаметров винтов путём увеличения их числа в соединении.
5. Исключается применение болтов и шпилек из кипящих сталей.

Литература

1. Телушкин В.Д. Соединения и детали машин для районов с холодным климатом. М., Машиностроение, 1978 – 196 с.

УДК 621.833

Расчёт резьбовых соединений под действием сил, лежащих в плоскости стыка

Студент гр. 10301220 Тишков В.А.,

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Василенок В.Д.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Имеем случай крепления кронштейна, нагруженного силой, лежащей в плоскости стыка, но не проходящей через центр стыка. Пользуясь правилом переноса сил в центр стыка получим силу, приложенную в центре стыка и момент, который стремится повернуть кронштейн. Пусть деталь будет абсолютно жёсткая. Из-за затяжки болтов в каждой точке стыка будет возникать нормальное напряжение $\varphi_0 = \arctg \frac{b}{a}$, где $\sigma = \frac{N}{a \cdot b}$, N- сила прижатия (или общая сила затяжки болтов).

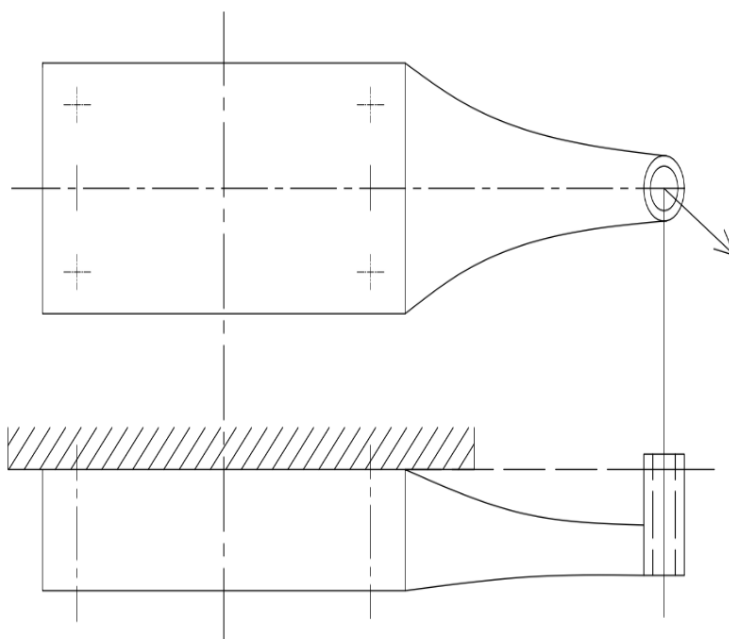


Рисунок 1

Для поворота кронштейна без ускорения (с ускорением = 0) необходимо приложить какой-то момент М. Найдём этот момент. Очевидно, этот момент для болта равен моменту, создаваемому элементарными силами трения в каждой из точек стыка.

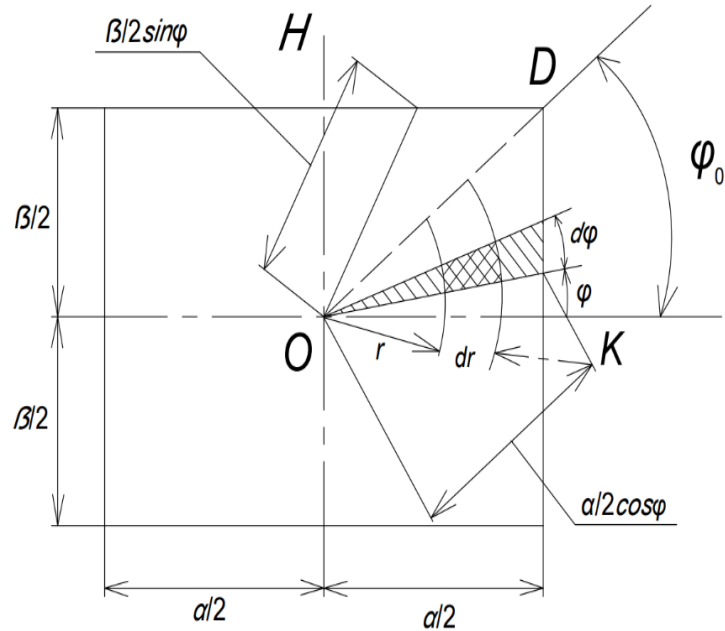


Рисунок 2

Рассмотрим элементарный участок стыка выделенный двумя лучами из центра стыка и радиусами r и $r+dr$. Площадь этого элементарного элемента будет равна $d\mathbf{s}_0 = \mathbf{r} \cdot d\mathbf{r} \cdot d\varphi$, а момент сил трения на этом участке $d\mathbf{M}_0 = \boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{f} \cdot \mathbf{r} \cdot d\mathbf{s}_0$.

Найдём элементарный момент сил трения на всей площади

$$d\mathbf{M}_0 = \boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{f} \cdot \mathbf{r} \cdot d\mathbf{r} \cdot r d\varphi = \mathbf{f} \cdot \boldsymbol{\sigma} \cdot d\varphi \cdot d\mathbf{r} \cdot r^2$$

$$d\mathbf{M} = \int_{r=0}^{\frac{a}{2 \cos \varphi}} d\mathbf{M}_0 = \boldsymbol{\sigma} \cdot d\varphi \cdot \mathbf{f} \int_{r=0}^{\frac{a}{2 \cos \varphi}} r^2 d\mathbf{r} = \boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{f} \cdot d\varphi \cdot \frac{r^3}{3} = \mathbf{f} \cdot d\varphi \cdot \boldsymbol{\sigma} \cdot \frac{b^3}{24 \varphi^3} = (\varphi_0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}), \mathbf{M} = 4 \int_0^{\frac{\pi}{2}} d\mathbf{M} = \left[a^3 \left(\int_0^{\varphi_0} \frac{d\varphi}{(\cos \varphi)^3} \right) + b^3 \left(\int_{\varphi_0}^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{(\sin \varphi)^3} \right) \right] =$$

$$\int \frac{d\varphi}{\varphi^3} = \frac{\sin \varphi}{2(\cos \varphi)^2} + \frac{1}{2} \operatorname{Intg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{a \cdot b \cdot \mathbf{f} \cdot \mathbf{N}}{a \cdot b \cdot 12} \left[\frac{a}{\cos \varphi_0} + \frac{b}{\sin \varphi_0} + \frac{a^2}{b} \operatorname{Intg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_0}{2} \right) - \frac{b^2}{a} \operatorname{Intg} \left(\frac{\varphi_0}{2} \right) \right] = \mathbf{N} \cdot \mathbf{f} \cdot \mathbf{a} \cdot \frac{1}{12} \left[\frac{2}{\cos \varphi_0} + \frac{a}{b} \operatorname{Intg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_0}{2} \right) - \left(\frac{b}{a} \right)^2 \operatorname{Intg} \left(\frac{\varphi_0}{2} \right) \right] = \mathbf{N} \cdot \mathbf{f} \cdot \mathbf{a} \cdot \mathbf{c}$$

c - безразмерная величина

Таблица 1

$\frac{a}{b}$	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2
c	0,3826	0,3655	0,3515	0,3402	0,3307	0,3159	0,3049	0,2966
$\frac{b}{a}$	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2
c	0,3826	0,4020	0,4219	0,4423	0,4620	0,5054	0,5489	0,5932

Мысленно загрузим незаштрихованную (пустую) часть так, чтобы напряжение в ней тоже были равны.

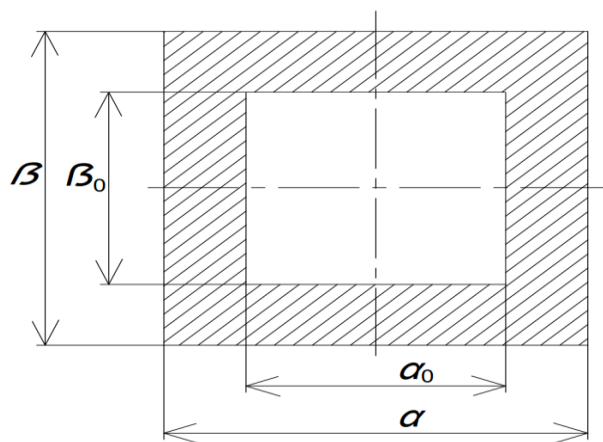


Рисунок 3

Приложим для этого дополнительную силу:

$$N_0 = a_0 \cdot b_0 \cdot \sigma, M_2 = f \cdot a \cdot N \cdot A_2,$$

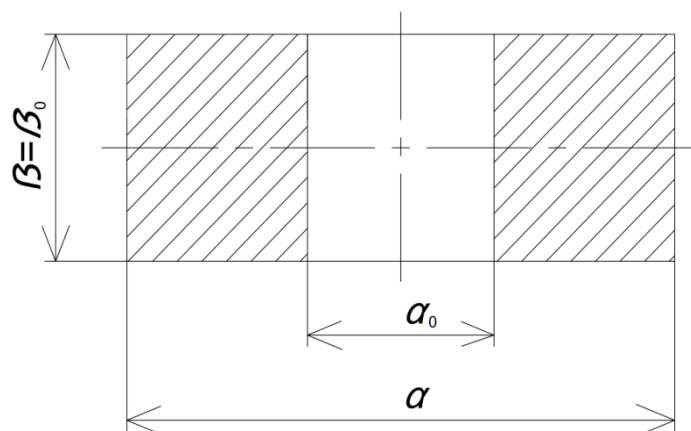


Рисунок 4

$$A_2 = \frac{abc \left(\frac{a}{b}\right) - \frac{a_0}{a} \cdot a_0 b_0 \cdot c \left(\frac{a_0}{b_0}\right)}{ab - a_0 b_0}$$

$$M_3 = f \cdot a \cdot N \cdot A_3,$$

$$A_3 = \frac{abc \left(\frac{a}{b}\right) - \frac{a_0}{a} \cdot a_0 b \cdot c \left(\frac{a_0}{b}\right)}{ab - a_0 b_0}$$

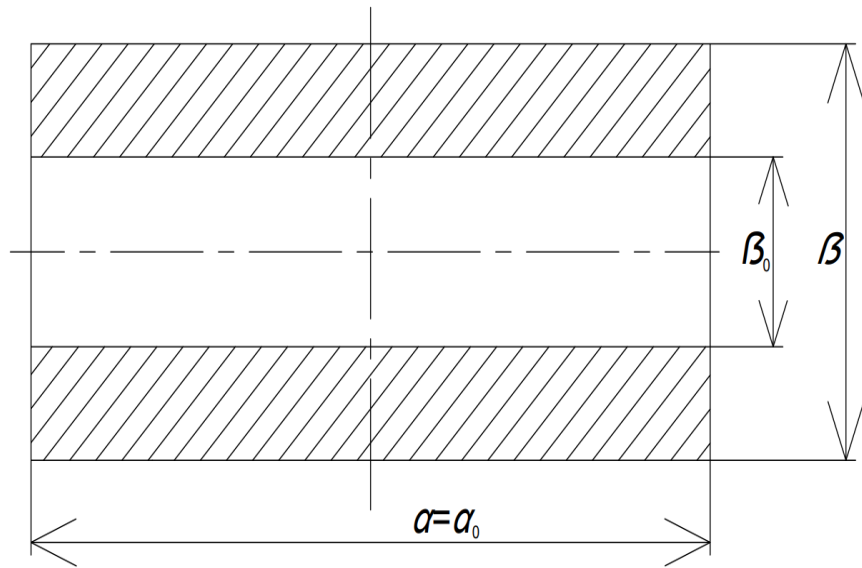


Рисунок 5

$$M_4 = f \cdot a \cdot N \cdot A_4,$$

$$A_4 = \frac{abc \left(\frac{a}{b}\right) - \frac{a}{a} \cdot ab_0 \cdot c \left(\frac{a}{b_0}\right)}{ab - a_0 b_0}$$

$$S_5 = ab + a_0 b_0 - a_0 b - ab_0, N_5 = A_5 \cdot a \cdot f \cdot N$$

$$A_5 = \frac{abc \left(\frac{a}{b}\right) + \frac{a_0}{a} \cdot a_0 b_0 \cdot c \left(\frac{a_0}{b_0}\right) - \frac{a_0}{a} \cdot a_0 b \cdot c \left(\frac{a_0}{b}\right) - \frac{a}{a} \cdot ab_0 \cdot c \left(\frac{a}{b_0}\right)}{ab + a_0 b_0 - a_0 b - ab_0}$$

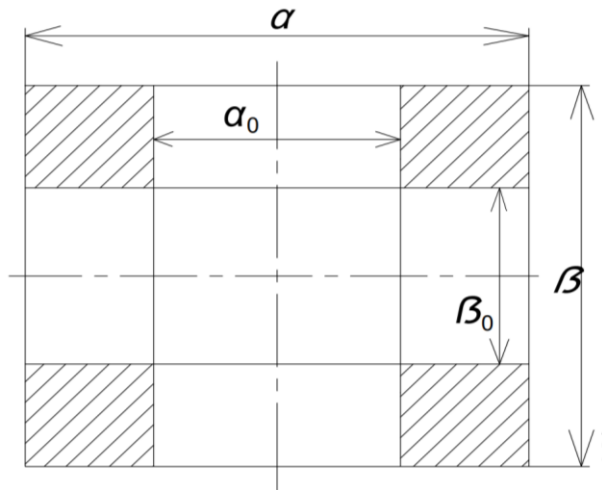


Рисунок 6

Если на стык действует еще и сила, расположенная в плоскости стыка. То это плоское движение можно представить как качение некоторой подвижной центроиды по неподвижной. Центроида - кривая, проведенная через мгновенные центры вращения. С какой силой нужно затянуть болты, чтобы стык был неподвижным. Это обеспечивается определенными по величине силами трения $N \geq K \cdot \left(\frac{P}{f} + \frac{P \cdot L}{f \cdot a \cdot A} \right)$, f - коэффициент трения 0,15- 0,2, K - коэффициент запаса 1,3-2.

Литература

1. Телушкин В.Д. Соединения и детали машин для районов с холодным климатом. М., Машиностроение, 1978 – 196 с.

УДК 621.793

Защита полимерных изделий от радио и электромагнитного излучения металлическими покрытиями, получаемыми гиперзвуковой металлизацией

Студент гр. 10303120 Линник П.Ф.,

Научные руководители – ассистент Кот П.И., ст. пр. Кришталь С.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Аннотация. В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований показана возможность формирования