FATIGA

Para diseño de ejes (cilindricos) sometidos a vibraciones, se debe calcular un esfuerzo admisible distinto (pues el material no resistirá lo mismo por causa de la fatiga de material). El esfuerzo a la fatiga (S_e) se calcula ponderando el esfuerzo máximo a la rotura por cierta cantidad de constantes (que dependen de las terminaciones del material (ka), del tamaño del eje (k_b), de la carga (k_c), de la temperatura (k_d), de otros factores como la corrosión (k_e) y de muescas o concentradores de esfuerzo (k_f). Además multiplicado por un factor que depende del material (0.5 para acero forjado y 0.45 para fundidos por ejemplo).

En general estas constantes se calculan dependiendo de las dimensiones del eje, la terminación superficial, etc. Si no se consideran se hacen igual a 1. Si es necesario considerarlos se calculan.

Una de las variables para calcular k_b es el diámetro. Pero como el diámetro es la incognita se necesita realizar una o más iteraciones de la siguiente forma: se deben dar un diámetro. Lo colocan en la fórmula de k_b y calculan el diámetro con alguno de los criterios de la última página. Si el diámetro calculado con el dado anteriormente son iguales, se para la iteración y quedamos conforme con el resultado. En cambio, si son muy distintos, usamos el diámetro recién calculado y se coloca en la formula de k_b con lo que volvemos a calcular todo, hasta que el diámetro calculado sea igual al diametro calculado en la iteración anterior.

Fatiga

Diseño en ing mecanica (Shigley)

→ Aceros y Hierros Forjados ⇒ $S'_e = 0{,}5\, S_{UTS}$

Aceros y Hierros Fundidos ⇒ $S'_e = 0{,}45\, S_{UTS}$

$$S'_e \cdot k_a k_b k_c k_d k_e k_f = S_e$$

dde → S'_e: resistencia nominal a la fatiga

k_a: terminación superficial

k_b: tamaño

k_c: confiabilidad

k_d: Temperatura

k_e: Concentración de esfuerzos

k_f: Efectos varios

k_a → $\boxed{k_a = A \cdot S_{UTS}^{B}}$

ej: UTS medio de 520 MPa y la superficie está maquinada ($A = 4{,}45$; $B = -0{,}265$)

$$k_a = 4{,}45 \cdot 520^{-0{,}265} \Rightarrow \boxed{k_a = 0{,}848}$$

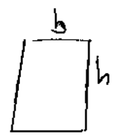
k_b → para carga axial ⇒ $k_b = 1$

$$k_b = \begin{cases} \left(\frac{d}{0{,}3}\right)^{-0{,}107} & 0{,}11 \leq d \leq 2'' \\ 0{,}859 - 0{,}021d & 2 < d \leq 10'' \\ (d/7.62)^{-0{,}107} & 2{,}79 \leq d \leq 51\ mm \\ 0{,}859 - 0{,}000837d & 51 \leq d \leq 254\ mm \end{cases}$$

d equivalente: redonda, flexión rotativa, torsión : d

✓ , flexion no rotativa : $0{,}37d$

rectangulo, flexión no rotativa : $0{,}808\sqrt{bh}$



NOTA: La sigla UTS significa Ultimate Tensile Stress, es el esfuerzo de rotura del material.

ej: Eje sometido a flexión, con ϕ=32 mm colinda con un hombro biselado de 38 mm de diámetro. UTS= 690 MPa.

a) método rotativo

b) método no rotativo

a) $k_b = \left(\frac{d}{7{,}62}\right)^{-0{,}107} = 0{,}858$

b) $d_e = 0{,}37d = 11{,}84\,mm$

$k_b = \left(\frac{d_e}{7{,}62}\right)^{-0{,}107} = 0{,}954$

$k_c \rightarrow$ $\boxed{k_c = \alpha\, S_{UTS}^{\beta}}$

	α (MPa)	β
Flexión	1	0
Axial	1,43	-0,078
Torsión	0,258	0,125

$k_d \rightarrow$

$$k_d = -6\times10^{-12}\, t_f^{4} + 5\times10^{-9}\cdot t_f^{3} - 3\times10^{-6}\, t_f^{2} + 0{,}0006\, t_f + 0{,}9871$$

$K_f \rightarrow$ ó K_e

$$k_f = \frac{k_T}{1 + \frac{2}{\sqrt{r}}\,\frac{k_T - 1}{k_T}\,\sqrt{a}}$$

$k_T \Rightarrow$ Tablas E-15

$\sqrt{a} \Rightarrow$ Table 7-12.

Diseño de ejes:

- Carga estática: No considera efectos dinámicos

$$d_{min} = \left\{\frac{32\cdot n}{\pi S_y}\cdot\sqrt{M_{max}^2 + T_{max}^2}\right\}^{1/3}$$

- Fatiga: No considera torsión.

$$d_{min} = \left(\frac{32\, M_{max}\cdot n}{\pi\cdot Se}\right)^{1/3}$$

- Soderberg: max esf de corte

$$d_{min} = \left\{ \frac{32 \cdot n}{\pi} \sqrt{\left(\frac{T_{max}}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{M_{max}}{S_e}\right)^2} \right\}^{1/3}$$

- Soderberg: max energía de dist.

$$d_{min} = \left\{ \frac{27{,}733\, n}{\pi} \sqrt{\left(\frac{T_{max}}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{M_{max}}{S_e}\right)^2} \right\}^{1/3}$$

- Goodman modificado

$$d_{min} = \left\{ \frac{32 \cdot n}{\pi} \cdot \sqrt{\left(\frac{T_{max}}{S_{UTS}}\right)^2 + \left(\frac{M_{max}}{S_e}\right)^2} \right\}^{1/3}$$

El T_{max} es el momento de torsión máximo mientras que M_{max} es el momento flector máximo. Se calculan mediante lo visto durante todo el semestre.

El factor de seguridad se puede calcular con la siguiente formula.

$$\frac{S_e}{\sigma_a}\left(1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_{UTS}}\right)$$

Donde conocido el ciclo de vibración se puede tener el esfuerzo máximo y mínimo del ciclo, con lo que:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$$