

Ejercicio propuesto del tema 6: Daño acumulativo

ENUNCIADO:

El agitador de olivos de la Figura 1 consiste en un tubo de acero AISI 1040 ($\sigma_{yp}=350$ MPa, $\sigma_u=520$ MPa) de 1700 mm de longitud. El tubo tiene un diámetro exterior de 20 mm. El agitador se acciona mediante un motor que gira a 2000 rpm. Para transformar el movimiento giratorio del motor en movimiento axial del tubo, se utiliza un mecanismo de biela-manivela con una carrera de 62 mm. Al final de la barra se encuentra una pinza en forma de U, que sujeta las ramas del árbol, haciéndolas vibrar.

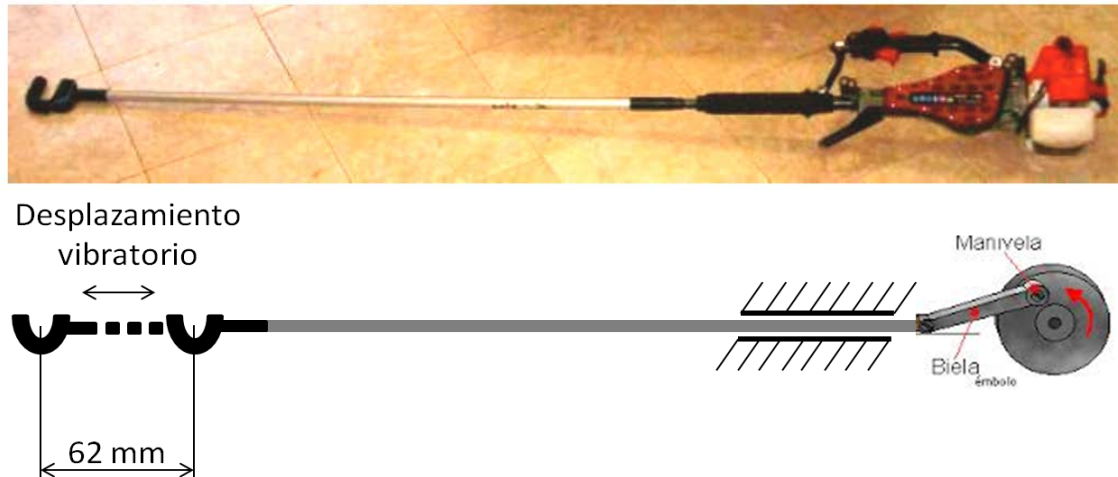


Figura 1. Imagen y esquema del agitador de olivos.

En función del tamaño de rama enganchada, la resistencia que se encuentra la máquina es variable, de manera que a lo largo de un día de trabajo (8 horas) se completa el siguiente ciclo.

% de TIEMPO	FUERZA máxima (N)	FUERZA mínima (N)
25%	10500	0
25%	1000	-11000
25%	11500	2500
25%	6500	-8500

Se pide:

- a) Calcular el espesor del tubo para garantizar una vida infinita. ($\sigma_e=80$ MPa, CS=1.5).

SOLUCIÓN:

Cálculo de las fuerzas generadas por las resistencias que encuentra la máquina en cada bloque de tiempo:

$$Fuerza\ media = F_m = \frac{F\ máx - F\ mín}{2}$$

$$\text{Fuerza alterna} = F_r = \frac{F \text{ máx} + F \text{ mín}}{2}$$

BLOQUE	FUERZA máxima (N)	FUERZA mínima (N)	FUERZA media (N)	FUERZA alterna (N)
1	10500	0	5250	5250
2	1000	-11000	-5000	6000
3	11500	2500	7000	4500
4	6500	-8500	-1000	7500

Cálculo de las tensiones

En este caso se observa que el esfuerzo sufrido por el agitador es puramente axial, por lo que la tensión se obtiene de:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi (10^2 - r_i^2)}$$

Siendo r_i el radio interior del tubo.

Como se pide que se garantice la vida infinita, $\sigma_N < \frac{\sigma_e}{CS}$

Como las fuerzas medias del bloque 2 y 4 son de compresión, las tensiones medias (σ_m) también serán de compresión, lo que nos lleva a igualarlo a la tensión alterna:

$$\sigma_m (\text{compresión}) \rightarrow \sigma_N = \sigma_r$$

$$\sigma_m (\text{tracción}) \rightarrow \frac{\sigma_r}{\sigma_N} + \frac{\sigma_m}{\frac{\sigma_{yp}}{CS}} = 1 \rightarrow \frac{\sigma_r}{\sigma_N} + \frac{\sigma_m}{\sigma_{yp}} = \frac{1}{CS}$$

Cálculo de las áreas de la sección del tubo para cada estado tensional:

- BLOQUE 1 $\rightarrow \sigma_m$ (tracción)

$$\frac{\sigma_r}{\sigma_e} + \frac{\sigma_m}{\sigma_{yp}} = \frac{1}{CS} \rightarrow \frac{\frac{5250N}{A}}{80 \text{ N/mm}^2} + \frac{\frac{5250N}{A}}{350 \text{ N/mm}^2} = \frac{1}{1,5} \rightarrow A = 120,94 \text{ mm}^2$$

- BLOQUE 2 $\rightarrow \sigma_m$ (compresión)

$$\sigma_r = \sigma_N < \frac{\sigma_e}{CS} \rightarrow \frac{6000N}{A} = \frac{80 \text{ N/mm}^2}{1,5} \rightarrow A = 112,5 \text{ mm}^2$$

- BLOQUE 3 $\rightarrow \sigma_m$ (tracción)

$$\frac{\sigma_r}{\sigma_e} + \frac{\sigma_m}{\sigma_{yp}} = \frac{1}{CS} \rightarrow \frac{\frac{4500N}{A}}{80 \text{ N/mm}^2} + \frac{\frac{7000N}{A}}{350 \text{ N/mm}^2} = \frac{1}{1,5} \rightarrow A = 114,37 \text{ mm}^2$$

- BLOQUE 4 $\rightarrow \sigma_m$ (compresión)

$$\sigma_r = \sigma_N < \frac{\sigma_e}{CS} \rightarrow \frac{7500N}{A} = \frac{80 \text{ N/mm}^2}{1,5} \rightarrow A = 140,62 \text{ mm}^2$$

El área seleccionada como más restrictiva es la del bloque 4, ya que si el bloque 4 corresponde a vida infinita, los demás también tendrán asociada vida infinita y en base a la misma se procederá al cálculo del espesor requerido.

Cálculo del espesor del tubo:

$$A = 140,62 \text{ mm}^2 \rightarrow \pi (10^2 - r_i^2) \rightarrow r_i = 7,43 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor del tubo} = 10 - 7,43 = 2,57 \text{ mm}$$