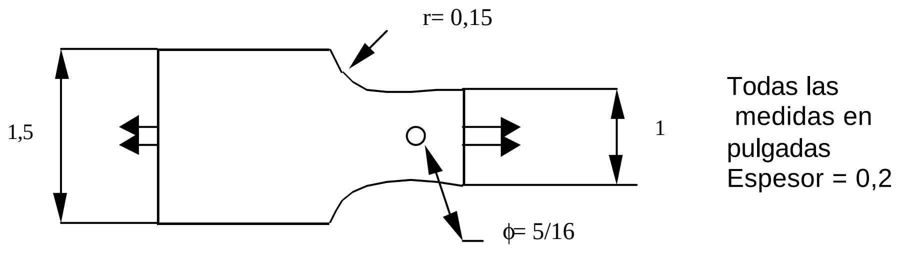
ACCEDE - INGENIERÍA AERONÁUTICA

PROBLEMA Nº 2

SITUACIÓN

El esquema de un herraje de toma de montante de ala se muestra en la figura. El elemento está sometido a una carga axial, alternada y totalmente reversible de P= 3.400 Lb.



El material es acero SAE 1045 (normalizado) cuyas características mecánicas son: σmax= 105 Kpsi, σf= 69 Kpsi. El límite de fatiga para el material sin entalla vale Se= 62 Kpsi, para una vida media en fatiga N50.

Asuma que en la curva S-N, a bajos números de ciclos (10^3), la resistencia a la fatiga es 0,9 σmax y a altos números de ciclos (10^6) la tensión es el límite de fatiga (Se). Además considere como hipótesis que la curva S-N sigue una ley $S = a * N^b$, que el coeficiente de sensibilidad a la entalla ¨q¨ para ambas entallas vale 0,8 y que, por efecto de éstas, la curva S-N se ve reducida manteniendo la misma resistencia a la fatiga que el material sin entalla pero reduciéndose el valor del límite de fatiga.

Para el cálculo de las secciones deberá considerarse que, para el caso de la zona con agujero se tomará el área efectiva y para el de cambio de sección el área menor.

En las figuras 1 y 2 se muestran los gráficos para determinar los coeficientes de concentración de tensiones (Kt).

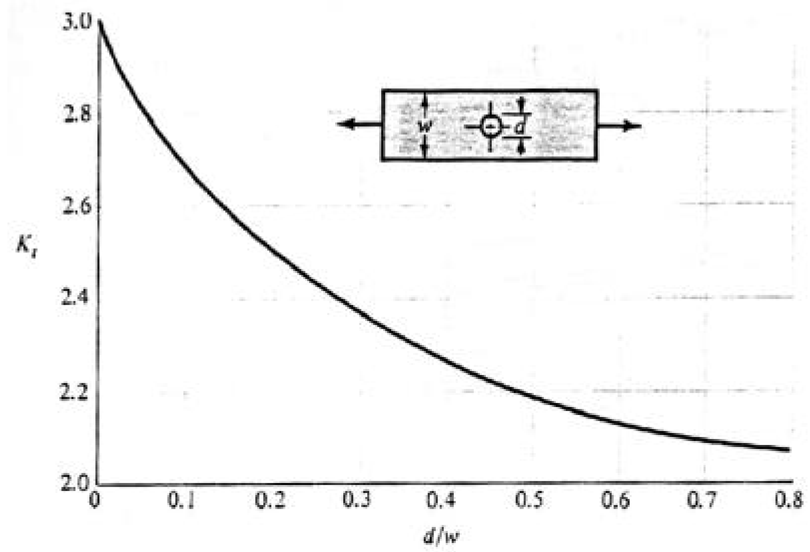


figura 1

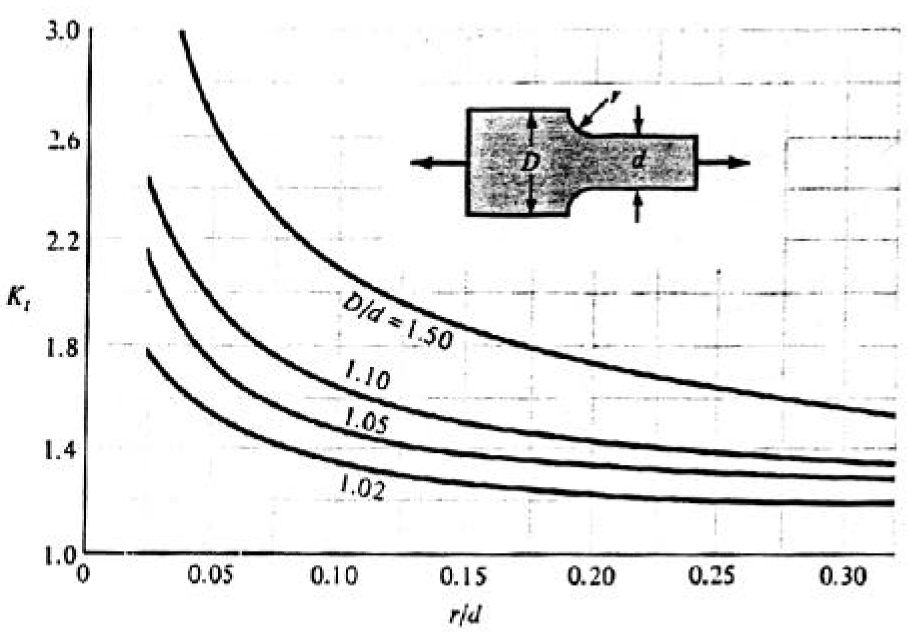


figura 2

INFORMACIÓN A TENER EN CUENTA

Factor de sensibilidada a la entalla $q = \dfrac{(k_f - 1)}{(k_t - 1)}$

Tensión límite de fatiga reducida $S_e' = \dfrac{S_e}{k_f}$

Tensión normal $s = \dfrac{P}{A}$

SUBPROBLEMA 2.1

Realice un estudio estático de la pieza

RESPUESTA AL SUBPROBLEMA 2.1

Esta parte del problema requiere conocer lo elemental de la resistencia de materiales, es decir a partir de la definición de la tensión y del efecto de entalla estático, establecer si la sección soportará la carga sin entrar en fluencia. Se tienen dos áreas a considerar, la del agujero y la del cambio de sección.

El área neta de la primera sección será

$$A_1 = (1 - \frac{5}{16}) * 0{,}2 = \frac{11}{80} in^2$$

$$A_2 = 1 * 0{,}2 = \frac{1}{5} in^2$$

Con lo cual las tensiones medias en cada sección valdrán:

$$\bar{s}_1 = \frac{3.400}{A_1} = 24.727{,}3 \frac{Lb}{in^2} = 24{,}727 kPSI$$

$$\bar{s}_2 = \frac{3.400}{A_2} = 17.000 \frac{Lb}{in^2} = 17 kPSI$$

Los valores de las tensiones ampliadas por el efecto de entalla serán los valores anteriores afectados por sus correspondientes factores de entalla, k_{t1}, k_{t2}, cuyos valores se determinarán de las curvas dadas.

Los valores aproximados serán:

$$k_{t1} = 2{,}35$$

$$k_{t2} = 2{,}1$$

Las tensiones amplificadas en cada sección valdrán:

$$s_1 = 58{,}11 kPSI$$
$$s_2 = 28{,}56 kPSI$$

Con lo cual se puede observar que la sección más solicitada tiene una tensión inferior a la tensión de fluencia, es decir aún el componente está trabajando en el rango elástico.

SUBPROBLEMA 2.2

Determine el número de ciclos que soportará la pieza

RESPUESTA AL SUBPROBLEMA 2.2

Conocidos los valores de tensión calculados anteriormente, conocemos la zona sometida a mayor esfuerzo con lo cual se estudiará esa sección para analizar el numero de ciclos que soportará la pieza. A su vez se determinará el nuevo límite de fatiga por efecto de entalla, o límite de fatiga reducido con el cual, y asumiendo que la resistencia a la fatiga (bajos números de ciclos) no se ve modificada por el efecto de entalla, se estimará la ecuación de la nueva curva S-N de donde se determinará el número de ciclos.

De la relación entre la sensibilidad a la entalla por fatiga "q" y el coeficiente de entalla "kt", se calcula el valor de "kf" como sigue:

$$k_f = 1 + q * (k_t - 1)$$

De donde para la sección más solicitada (sección 1) se tendrá:

$$k_{f1} = 2{,}08$$

Por lo tanto la tensión límite de fatiga reducida valdrá:

$$S_e' = \frac{S_e}{k_{f1}}$$
$$S_e' = 29{,}8 kPSI$$

La resistencia a la fatiga se tomará como:

$$S_f = 0{,}9 * 105 kPSI$$
$$S_f = 94{,}5 kPSI$$

Sabiendo que la curva S-N tiene una variación de la forma $S = a * N^b$ podremos calcular las constantes "a"y "b" como sigue:

$$94{,}5 = a * 10^{3b}$$
$$29{,}8 = a * 10^{6b}$$

$$3{,}171 = 10^{-3b}$$

Tomando logaritmos de base diez se determina el valor de la constante "b"

$$\log 3{,}171 = -3 * b$$
$$b = -0{,}16707$$

Con este valor determinaremos el valor de "a".

$$a = 299.669 \quad [PSI]$$

Sobre el valor de tensión determinado para la sección 1, $s_1 = 58{,}11kPSI$, se podrá determinar el número de ciclos:

$$58.110 = 299.669 * N^{-0{,}167}$$
$$\log 0{,}1939 = -0{,}16707 * \log N$$
$$4{,}264 = \log N$$

$$N = 18.365 \quad Ciclos$$