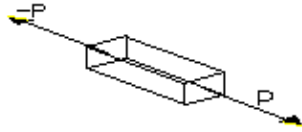


ESFUERZO DE TRACCIÓN



Consideremos una barra sólida, sometida a la acción de dos fuerzas iguales y opuestas, además colineales. Ambas estarán en equilibrio, por lo que el sólido no puede desplazarse y se verifica la ecuación de equilibrio : $P + (-P) = 0$

Tomemos un sector de la barra y aumentemos su tamaño hasta ver sus moléculas. Veremos pequeñas fuerzas tirando de cada molécula, que tratan de alejarlas de sus vecinas. Sin embargo la atracción entre moléculas opone resistencia con una fuerza igual y contraria, lo que finalmente impide que las moléculas se alejen entre sí.

Si tomamos un par de ellas veremos:

$$-P_i \quad F_i \quad -F_i \quad P_i$$

Siendo P_i la acción sobre cada molécula generada por las fuerzas P y F_i las reacciones que opone el material generada por la atracción molecular (o Atómica)

Si se aumenta P por algún medio, aumenta la reacción F_i , que podrá crecer hasta un determinado límite, más allá del cual las moléculas se separan irremediablemente, y como consecuencia la barra aumentará su longitud en forma permanente.

HIPOTESIS DE NAVIER

A fin de facilitar el estudio del comportamiento de los metales frente a los distintos esfuerzos, Navier propuso la siguiente hipótesis:

Si un sólido es homogéneo, puede imaginárselo como una sucesión de innumerables secciones transversales paralelas entre sí y perpendiculares a su eje longitudinal .

Podemos imaginarnos a la barra como un mazo de naipes, firmemente pegados entre sí. Cada sección transversal sería tan delgada como el diámetro de un átomo.

Al mirar la barra de costado veríamos:

Si tomamos este modelo propuesto por Navier, podríamos extenderlo un poco más, y pensar en un sólido idealmente homogéneo, donde cada sección

transversal sería una especie de placa, con el espesor de un átomo,

donde todos sus átomos están perfectamente ordenados y

dispuestos según un arreglo matricial cuadrado .

Sobre cada átomo de cada una de las secciones, actuará una fuerza P_i , de manera que podríamos escribir : $P_i = P/n$, siendo n el número de átomos que hay en la sección transversal. Así entonces podríamos decir que

$$P = \sum_{i=0}^n P_i$$

(P es la suma algebraica de todas las fuerzitas P_i que actúa sobre cada uno de los n átomos).

TENSIÓN

El modelo atómico de las secciones transversales, resulta muy adecuado para entender en detalle el comportamiento de un sólido ideal. Pero los materiales reales distan mucho de esta definición, de hecho hay una gran asimetría entre lo ideal y la realidad .

A fin de salvar esta dificultad, podemos pensar en un modelo más macro.

Si dividimos a cada sección transversal en un número finito N de secciones unitarias elementales, podíamos decir que al aplicar la fuerza P , sobre cada sección unitaria elemental actúa una fuerza F_i . Así entonces diremos que $P = \sum_{i=0}^N F_i$

, donde F_i nos indica la fuerza en Kg que le toca soportar a cada elemento unitario de superficie.

El número de secciones elementales unitarias se puede calcular fácilmente dividiendo el área de la sección transversal por el área unitaria : $N = S / S_i$
(siendo : $S = N \cdot S_i$) .

Dado de $P = N \cdot F_i$ y $S = N \cdot S_i$, si dividimos miembro a miembro ambas expresiones, obtendremos : $P/S = F_i/S_i$, pero como $S_i = 1$, entonces : **$P/S = F_i$**

En adelante a esta fuerza por unidad de longitud, se la designará con la letra sigma (σ) y la llamaremos : **TENSION.**

De modo que podremos expresar que **$\sigma = P / S$**

Entonces llamaremos TENSION, al cociente entre la fuerza P aplicada al elemento y su sección transversal.

ANALISIS DIMENSIONAL

Siendo **$\sigma = P / S$**

, si la fuerza P se mide en [Kg] y la sección en mm^2 , las unidades de tensión serán : [Kg/ mm^2] .

En general, serán : Unidades de Fuerza [F] / Unidades de superficie [L²]

Si la fuerza se mide en N (Newton) y la superficie en m^2 , la tensión se medirá en [N/ m^2].

Si la fuerza se mide en Din, y la Superficie en cm^2 , la tensión se medirá en [Din/ cm^2].

EJEMPLO:

¿Qué tensión se desarrolla en el interior de una barra de sección cuadrada de 20 mm de lado cuando se la tracciona con una fuerza de 1000 Kg.? .

SOLUCION

El área de la sección transversal de la barra es: $S = 20\text{mm} \times 20\text{mm} = 40\text{mm}^2$

Al aplicarle la fuerza de 1000 Kg., la tensión que se produce será:

$$\sigma = P / S = 1000\text{Kg} / 40\text{mm}^2 = 25\text{Kg} / \text{mm}^2$$

EJERCICIO 1:

Sobre una barra de sección circular de 25 mm de diámetro se aplica una fuerza de 2500 Kg. ¿Qué tensión se genera en el interior de la barra? .

–P

P

EJERCICIO 2 :

Cuando la tensión generada en la misma barra circular es de 25 Kg/mm² .

¿Cuál será la fuerza aplicada? .

TRABAJO PRACTICO N° 2 :

TEMA : TENSION

Calcular la tensión con que trabaja una barra de sección cuadrada de 15 mm de lado cuando se la somete a un esfuerzo de tracción estático de 1000 Kg.

Una Barra de sección transversal rectangular de 20 mm x 40 mm es traccionada por una fuerza de 2600 Kg, calcular la tensión interna producida por este esfuerzo.

¿Si la barra traccionada tiene un diámetro de 15 mm, y el esfuerzo es de 1000 Kg, cual será la tensión que se ha generado?

¿Cuál será la tensión de trabajo de una barra de sección

circular de diámetro 50 mm, cuando se cuelga de ella un

peso de 8000 Kg?

8000 Kg

Se ha utilizado una barra de ½ de diámetro para colgar un motor que pesa 1600 libras, calcular la tensión con que está trabajando dicha barra.

Calcular la tensión interna de tracción, de un vástago de gancho de diámetro 1 ½, si se ha elevado un peso de 30.000 libras.

Tensor Una barra de acero de diámetro 20 mm, se ha dispuesto como tensor de una ménsula que soporta un esfuerzo en el extremo de 1,2 toneladas

P= 1,2 ton. Calcular la tensión de trabajo.

¿

1,5 m P= 500 Kg

Calcular la tensión que aparece en el tensor de un

triángulo de madera, cuando en el vértice

superior se coloca un peso de 500 Kg. 45° mm

= 2mm

DEFORMACION PRODUCIDA POR TRACCIÓN

Al aplicar tracción a una barra de cualquier sección, esta sufre un pequeño alargamiento (dentro de ciertos límites) que llamaremos ΔL (delta ele), y que surge como diferencia entre la longitud inicial y final de la misma. |

—P P

$L_0 \quad L \quad L = L_f - L_0$

L_f

Si a ΔL la dividimos por L_0 obtenemos el alargamiento específico respecto a la longitud inicial de la barra, es decir el alargamiento por unidad de longitud . (cuanto se estira la barra por cada unidad de su propia longitud). Se lo designa con la letra ϵ (épsilon) .

$= \Delta L / L_0$

ANALISIS DIMENSIONAL :

Si ΔL se mide en mm, y L_0 también, entonces ϵ es un número adimensional (sin dimensiones) , pues ambas unidades se simplifican en el cociente.

$= \text{mm/mm}$

Ejemplo :

Si una barra de longitud inicial $L_0 = 1000$ mm se estira por tracción unos 20 mm, el estiramiento específico será : $\epsilon = \Delta L / L_0 = 20 \text{ mm} / 1000 \text{ mm} = 0,02$

Dado que 0,02 es lo mismo que 2/100, podríamos decir que la barra se ha estirado 2mm, por cada 100 mm de longitud inicial, es decir un 2% (dos por ciento) .

Así entonces : $\epsilon = 2/100$. Si pasamos el número 100 multiplicando al otro miembro, obtenemos el estiramiento porcentual : $100 \epsilon = 2$. y sabremos que 2, es el dos por ciento de la longitud inicial de la barra.

Genéricamente, podremos escribir : $(\Delta L / L_0) \cdot 100 = \text{estiramiento porcentual} . (\%)$.

ENSAYO DE TRACCION

Para conocer las características resistentes a tracción de un material cualquiera se lo somete a un ensayo de tracción. Para ello se utiliza una máquina universal de ensayos, como la que podemos observar en nuestro laboratorio de ensayos de materiales. Hay estrictas normas y protocolos, para realizar ensayos, que fueron acordadas en convenciones científicas internacionales.

Los ensayos de tracción se realizan con probetas perfectamente normalizadas, en cuanto a sus dimensiones, a fin de asegurar la repetibilidad internacional del ensayo. Se las prepara en un torno, atendiendo cuidadosamente su forma y tamaño.

La característica principal de una probeta de tracción para aceros es su parte central, cuya sección transversal es circular de área 1 cm², por lo que su diámetro es de 11,284mm. Esta sección se mantiene constante en una longitud L_0 , para ensancharse gradualmente en sus extremos y brindar mejores posibilidades de sujeción a las mordazas de la máquina de ensayos.

La probeta se coloca entre mordazas, P [Kg]

en la máquina de ensayos, y se la tracciona

lentamente hasta romperla. En un papel

milimetrado se grafica el estiramiento en

función de la fuerza aplicada. Así, en el

eje de las abscisas, se referencian los alargamientos

y en el eje de las ordenadas, el esfuerzo en Kg

o en N (newtons) . L [mm]

El problema de obtener resultados tan específicos, es que luego no se puede utilizar los datos obtenidos en una aplicación real, cuando por ejemplo cambia el diámetro, o la forma de la sección. Por lo que habría que realizar infinidad de ensayos, para distintos materiales, con distintas formas, y con distintas dimensiones.

Para evitar esto, los investigadores han propuesto reemplazar la fuerza de tracción por la Tensión de tracción, y el alargamiento L , por el alargamiento específico, obteniendo así el gráfico Tensión – deformación específica ($\sigma - \epsilon$). De esta manera se tiene una idea más concreta de cual es la tensión con que trabaja un material cuando se estira un determinado porcentaje, sin importar su forma ni su tamaño, y estos datos ahora se pueden aplicar a cualquier cálculo de dimensionamiento o verificación de elementos estructurales o de máquinas en la realidad.

Gráfico $\sigma - \epsilon$ para aceros.

Para aceros se obtienen gráficos similares

al de la figura. Hay varios sectores bien

definidos.

max C El tramo O–A, recto, en el cual la deforma–

–ción es proporcional a la tensión, es decir
rot D la probeta se alarga en forma correspon–
fl A B –diente a la carga (mayor carga – mayor
deformación) .

El tramo A–B en el cual se produce un
Estiramiento pronunciado sin que aumente

La carga, que fluctúa en un rango muy pequeño, pero apreciable. A este tramo se le llama Período de Fluencia.

0

El tramo B–D nos indica que la probeta se estira considerablemente, es la zona de deformación plástica, la tensión aumenta hasta el punto C, en que se alcanza el mayor valor de carga aplicada (max). Allí comienza a producirse una marcada disminución de la sección transversal de la probeta, fenómeno denominado estricción . A partir de este punto entonces la tensión disminuye su valor y la probeta sigue estirándose y disminuyendo su sección, hasta que finalmente rompe, (punto D), la tensión en este punto se llama Tensión de Rotura, y tiene menor valor que la máxima.

LIMITE DE ELASTICIDAD

En el gráfico Tensión– Deformación, vemos que el comportamiento del material es muy diferente en el tramo O–A, que en el resto de la curva.

En este tramo recto, vemos que hay proporcionalidad entre la deformación experimentada por la probeta y la carga aplicada (o la tensión que aparece en su interior) . Si el ensayo se suspende en este tramo, antes de alcanzarse la zona de fluencia, la probeta recupera su exacta longitud inicial, por lo que el acero se ha comportado como un elástico, no se aprecia ningún estiramiento residual ni disminución de su sección transversal. A este tramo se le llama Período Elástico.

En cambio si el ensayo se suspende en luego de alcanzado el período de fluencia, la probeta habrá experimentado un alargamiento que permanece aunque se suspenda completamente la carga y las tensiones se reduzcan a cero.

En diseño y cálculo de elementos es de sumo interés conocer con detalle el comportamiento de los aceros en el período elástico, Por lo que la determinación del límite entre el período elástico y la zona de fluencia resulta de particular interés, ya que los valores de tensión y deformación serán usados como referencia para los distintos cálculos.

Definición :

Diremos que el Límite de elasticidad es la máxima tensión que puede alcanzar un material sin perder sus propiedades elásticas ni disminuir su resistencia al estiramiento.

Pero no es un límite fácil de encontrar, ya que en su proximidad el material comienza a sufrir leves e imperceptibles deformaciones, que dificultan su determinación.

Además, dado que las características de resistencia dependen fundamentalmente de la composición química de los materiales, de su fuerza de cohesión atómica, del tamaño de los cristales, de la cantidad de compuestos aleados, de su forma de cristalización, de sus tratamientos térmicos, de sus tratamientos mecánicos, etc. Resulta particularmente difuso y variable.

E

E

E

METALES FRAGILES METALES DUCTILES METALES MUY DUCTILES

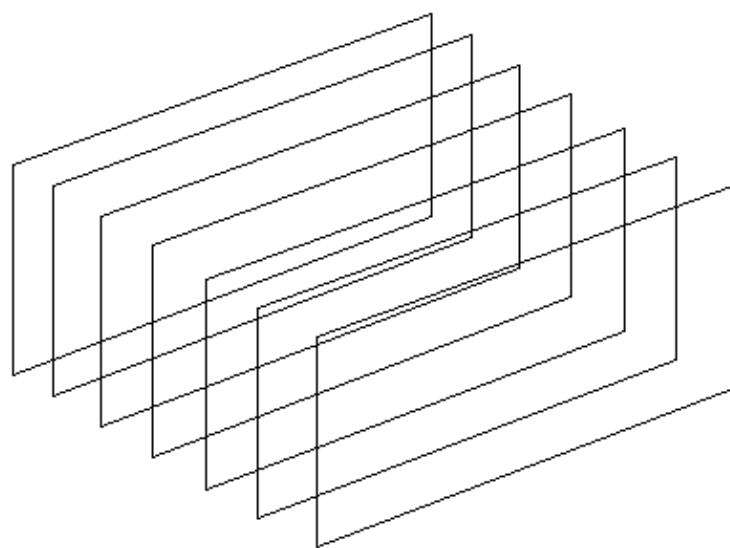
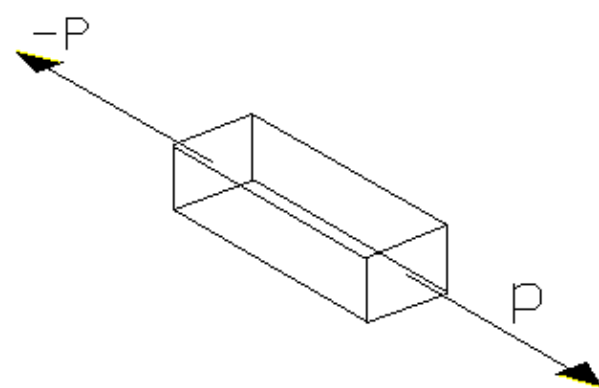
Los investigadores han acordado en llamar Límite Elástico, al valor de tensión (), que produce un estiramiento plástico remanente comprendido entre el 0,2% y el 0,5% de la longitud inicial de la probeta. (algunos autores lo designan como E , en cambio otros prefieren designarlo como $\sigma_{0.2}$ ó $\sigma_{0.5}$)

ZONA DE FLUENCIA

Una vez superado el límite elástico, el material comienza a experimentar una serie de estiramientos bruscos y saltos de tensión , Si se suspende el ensayo y se quita toda la carga, se advertirá que la probeta ha quedado estirada, con una longitud mayor que la inicial, y ya no hay manera de que vuelva a tomar su tamaño original . Esto significa que ha quedado deformada en forma permanente. Las tensiones alcanzadas en este período se llaman Tensiones de fluencia.

.

– 5 –



SECCION ELEMENTAL UNITARIA

