CHƯƠNG 2. SỨC BỀN VẬT LIỆU
Mã số của chương 2: MH 08-02

Giới thiệu:

Để có thể có kiến thức về những khái niệm cơ bản về sức bền vật liệu, kéo và nén đúng tâm, cắt dập, thanh chịu xoắn thuần tuý, uốn thuần tuý thanh thẳng, thì người học phải biết được một số các kiến thức cơ bản về sức bền vật liệu. Trong bài này cho chúng ta biết kiến thức về những khái niệm cơ bản về sức bền vật liệu, kéo và nén đúng tâm, cắt dập, thanh chịu xoắn thuần tuý, uốn thuần tuý thanh thẳng.

Mục tiêu:

- Trình bày được các khái niệm cơ bản về nội lực, ứng suất và các giả thuyết về vật liệu
- Tính toán được nội lực, ứng suất và biến dạng của vật chịu kéo, nén, cắt, dập, xoắn, uốn cơ bản
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về sức bền vật liệu.

Nội dung chính:

2.1 NHỮNG KHÁI NIỆN CƠ BẢN VỀ SỨC BỀN VẬT LIỆU

Mục tiêu:

- Trình bày được các khái niệm cơ bản về sức bền vật liệu.

2.1.1 Tính đàn hồi của vật thể

Dưới tác dụng của ngoại lực, hình dạng và kích thước của vật thể sẽ bị thay đổi, ta nói vật thể bị biến dạng. Mức độ biến dạng phụ thuộc vào tính chất và giá trị của nguyên nhân tác động, bản chất và khả năng chịu lực của vật liệu.

Đối với mỗi loại vật liêu, nếu lực tác dụng chưa vượt quá một giới hạn xác định thì khi thôi tác dụng lực vật sẽ trở lại hình dạng và kích thước ban đầu, biến dạng sẽ mất đi, vật thể chỉ bị biến dạng đàn hồi. Tính chất đó được gọi là tính đàn hồi. Vật thể có tính đàn hồi gọi là vật thể đàn hồi. Vật thể có khả năng khôi phục lại hoàn toàn hình dạng và kích thước ban đầu gọi là vật thể đàn hồi tuyệt đối . Nếu vật chỉ có khả năng khôi phục lại một phần hình dạng và kích thước thì biến dạng đó gọi là biến dạng không tuyệt đối hay biến dạng dư. Sức bền vật liệu chủ yếu nghiên cứu sự làm việc của vật liệu trong giới hạn đàn hồi.

2.1.2 Hình dạng vật thể được nghiên cứu trong sức bền vật liệu

Các bộ phận công trình hay chi tiết máy có hình dạng rất khác nhau. Tuy nhiên, tuỳ theo kích thước của chúng trong không gian người ta chia chúng làm ba loại.

+ *Khối*: Là vật thể có kích thước theo ba phương tương đương nhau.

+ *Tấm và vỏ*: là những vật thể cú kớch thước theo hai phương lớn hơn rất nhiều so với phương cũn lại.

+ *Thanh*: là những vật thể cú kớch thước theo một phương lớn hơn rất nhiều so với hai phương cũn lại.

2.1.3 Biến dạng

2.1.3.1. Định nghĩa

Biến dạng là sự thay đổi về hình dạng và kích thước của vật thể dưới tác dụng của ngoại lực.

2.1.3.2. Các loại biến dạng

Sự biến dạng của vật thể phụ thuộc vào rất nhiều các yếu tố, nhưng chủ yếu là phụ thuộc vào vật liệu, kích thước của vật thể và cường độ ngoại lực tác dụng vào vật thể.

Sự biến dạng của vật thể cũng rất đa dạng, nó phụ thuộc vào hướng tác dụng lực, điểm đặt lực... trong sức bền vật liệu người ta chia biến dạng của vật thể ra làm hai loại cơ bản, đó là:

a. Biến dạng dài

Là loại biến dạng mà các mặt cắt ngang trên thanh có sự thay đổi về khoảng cách. Để đặc trưng cho biến dạng dài, người ta đưa vào khái niệm độ biến dạng dài tuyệt đối (độ dãn dài tuyệt đối) ký hiệu là Δl (cm).

$$\Delta l = |l - l_0|$$

Trong đó: l_0 - là chiều dài ban đầu của thanh (cm).

l - là chiều dài của thanh sau khi biến dạng (cm).

Tỷ số $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ được gọi là độ biến dạng dài tỷ đối (độ biến dạng dài tương đối).

b. Biến dạng góc (hay còn gọi là biến dạng trượt)

Là loại biến dạng mà khoảng cách giữa các mặt cắt ngang trên thanh không có sự thay đổi, nhưng giữa chúng có hiện tượng trượt tương đối với nhau. Đặc trưng cho biến dạng góc là độ biến dạng góc tương đối, ký hiệu là γ.

2.1.3.3. Các hình thức chịu lực cơ bản

Thường phân ra các hình thức chịu lực cơ bản như sau:

+ *Kéo hoặc nén:* khi thanh chịu tác dụng bởi những lực đặt dọc theo trục của thanh làm cho thanh bị dãn dài hay co ngắn. trong quá trình chịu lực, trục của thanh vẫn thẳng

+ *Uốn:* khi thanh chịu tác dụng bởi những lực đặt vuông góc với trục làm cho trục thanh bị biến dạng cong đi.

+ *Xoắn:* khi ngoại lực nằm trong các mặt phẳng vuông góc với trục của thanh và tạo ngẫu lực trong mặt phẳng đó làm thanh bị xoắn. Sau biến dạng, đường sinh trở thành đường xoắn ốc.

+ *Cắt - trượt:* dưới tác dụng của ngoại lực, một phần này của thanh trượt hoặc có xu hướng trượt so với phần khác.

2.1.4 Ngoại lực

Ngoại lực là lực từ bên ngoài tác dụng vào vật thể mà ta đang khảo sát, nó có thể là phản lực.

Ngoại lực tác dụng liên tục trên bề mặt vật thể hay liên tục trong thể tích của vật thể được gọi là lực phân bố.

Nếu lực phân bố trên một đơn vị diện tích tương đối nhỏ so với toàn bộ bề mặt vật thể thì ta thay thế lực phân bố đó bằng hợp lực của nó và gọi là lực tập trung.

Tuỳ theo tính chất tác dụng của tải trọng ta chia ra:

+ *Tải trọng tĩnh:* là tải trọng có trị số tăng dần từ 0 đến một giá trị nhất định và sau đó không thay đổi.

+ *Tải trọng động:* có thể chia ra thành các dạng sau:

- Những tải trọng có giá trị thay đổi trong khoảng thời gian rất ngắn từ 0 đến giá trị cuối cùng gọi là tải trọng va chạm.

- Tải trọng làm vật dao động. ộng.

2.1.5 Nội lực

2.1.5.1 Khái niệm

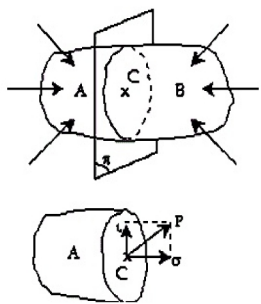
Trong vật thể, gữa các phần tử cấu tạo lên vật có các lực liên kết ể giữ cho vật có một hình dạng nhất định. Khi có ngoại lực tác dụng, lực liên kết đó sẽ tăng lên để chống lại biến dạng do ngoại lực gây ra. Phần lực liên kết tăng thêm đó được gọi là nội lực.

Định nghĩa: Nội lực là độ tăng của lực liên kết giữa các phần tử cấu tạo lên vật khi chúng bị biến dạng.

Nội lực là lực thụ động, nó chỉ xuất hiện khi có ngoại lực tác dụng vào vật.

Để xác định nội lực tại một điểm bất kỳ trong vật thể ta dùng phương pháp mặt cắt.

Xét một vật thể ở trạng thái cân bằng đàn hồi dưới tác dụng của các lực như hình vẽ. Giả sử cần xác định nội lực tại điểm C. Tưởng tượng dùng một mặt phẳng (qua C) cắt vật thể ra làm hai phần A và B. Ta xét riêng một phần nào đó, giả sử xét phần A



Hình 2.1

Phần A nằm cân bằng dưới tác dụng của ngoại lực đặt lên nó và lực tác dụng tương hỗ từ phần B lên. lực tác dụng tương hỗ từ phần B lên phần A chính là nội lực trên mặt cắt C.

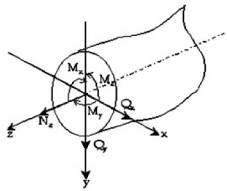
Từ đây, có thể xác định được giá trị nội lực qua giá trị của ngoại lực đặt lên A.

2.1.5.2 Các thành phần nội lực

Trường hợp mặt cắt được xét là mặt cắt ngang thì người ta thu gom hợp lực của hệ nội lực về trọng tâm O của mặt cắt. Sự thu gọn đó cho ta một lực R và một mô men M. Nói chung R và M có phương chiều bất kỳ trong không gian. Để tiện tính toán chia R làm ba thành phần theo ba phương x, y, z:

+ Thành phần lực nằm trên trục z gọi là lực dọc, ký hiệu N.

+ Thành phần lực nằm trên trục x



Hình 2.2

và y gọi là lực ngang (lực cát), ký hiệu Qx, Qy.

Mô men M cũng được chia làm ba thành phần:

- Thành phần mô men quay xung quanh các trục x và y gọi là mô men uốn ký hiệu là: Mx, My.

- Thành phần mô men quay xung quanh trục z gọi là mô men xoắn, ký hiệu là: Mz.

Sáu thành phần đó gọi là sáu thành phần nội lực.

Dùng các phương trình tĩnh học ta xác định được các thành phần nội lực nói trên theo ngoại lực.

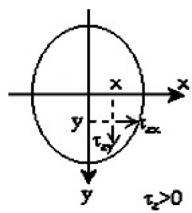
Viết các phương trình hình chiếu lên các trục toạ độ ta được:

$$Nz + \Sigma Piz = 0$$
$$Qy + \Sigma Piy = 0 \qquad (2\text{-}1)$$
$$Qx + \Sigma Pix = 0$$

Trong đó: P_{ix}, P_{iy}, P_{iz} là hình chiếu của lực P_i xuống các trục x, y, z.

Viết các phương trình mô men với các trục toạ độ, ta có:

$$Mz + \Sigma mz(Pi) = 0$$
$$Mx + \Sigma mx(Pi) = 0 \qquad (2\text{-}2)$$
$$My + \Sigma my(Pi) = 0$$



Hình 2.3

Trong đó mz(Pi), mx(Pi), my(Pi) là mô men của lực Pi đối với các trục z, x, y.

Như vậy, để xác định nội lực tại một mặt cắt bất kỳ của thanh, ta có thể xét phần trái hoặc phần phải tuỳ theo phần nào đơn giản hơn. Song không phải bao giờ trên mọi mặt cắt ngang đều có đủ sáu thành phần nội lực. Tuỳ từng trường hợp chịu lực mà trên mặt cắt ngang có thể chỉ có một thành phần. ta gọi đó là chịu lực đơn giản. Nếu trên mặt cắt ngang có nhiều thành phần nội lực thì ta gọi đó là chịu lực phức tạp.

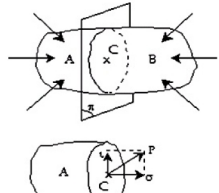
2.1.5.3 Biểu đồ nội lực

Khi tính toán ta phải tìm trị số nội lực lớn nhất và vị trí của nó trên thanh. Khi đã biết cách xác định các thành phần nội lực trên một mặt cắt bất kỳ chúng ta có thể tìm được trị số nội lực trên những mặt cắt khác nhau và dễ dàng xác định được mặt cắt có nội lực lớn nhất. Muốn vậy ta cần viết các biểu thức biểu diễn sự biến thiên của các thành phần nội lực theo vị trí của mặt cắt và vẽ đồ thị biểu diễn sự biến thiên đó. Các đồ thị đó được gọi là biểu đồ nội lực.

2.1.6 Ứng suất

Như ta đã biết, sự biến dạng của vật thể phụ thuộc vào ngoại lực tác dụng và khả năng chống lại sự biến dạng của vật thể. khả năng chống lại sự biến dạng của vật thể bao gồm nhiều yếu tố, nhưng chủ yếu là hai yếu tố cơ bản là vật liệu cấu tạo lên vật thể và kích thước của vật thể. ứng với mỗi loại vật liệu khác nhau thì khả năng chống lại sự biến dạng cũng khác nhau.

Kích thước của vật thể càng lớn thì khả năng chống lại biến dạng sẽ tốt hơn ứng với cùng một loại vật liệu như nhau. Đặc trưng chokhả năng chống lại biến dạng (khả năng chịu lực) trên một đơn vị diên tích mặt cắt ngang được gọi là ứng suất.



Hình 2.4

Ứng suất tại một điểm nào đó trên mặt cắt ngang là cường độ nội lực tại điểm đó.

Đơn vị của ứng suất là: N/cm^2 , KN/cm^2

Trong tính toán thường chia ứng suất ra làm hai thành phần:

- *Thành phần vuông góc với mặt cắt ngang gọi là ứng suất pháp* , ký hiệu là σ . Nó đặc trưng cho mức độ chịu lực theo phương vuông góc với mặt cắt.nTức là cường độ nội lực trong biến dạng dài.

$$\sigma = \frac{N}{F}\left(KN/cm^2\right)$$

Ứng suất pháp được coi là dương khi chiều của nó hướng ra ngoài mặt cắt và ngược lại.

- Thành phần nằm trong mặt cắt gọi là ứng suất tiếp, ký hiệu là τ. Nó đặc trưng cho mức độ chịu lực theo phương tiếp tuyến với mặt cắt ngang. Tức là cường độ nội lực trong biến dạng góc (biến dạng trượt).

$$\tau = \frac{Q}{F}\left(KN/cm^2\right)$$

Ứng suất tiếp được coi là dương khi quay pháp tuyến ngoài của mặt cắt đi một góc 90^0 theo chiều kim đồng hồ trong mặt phẳng của pháp tuyến và ứng suất tiếp thì chiều của pháp tuyến trùng với chiều của ứng suất tiếp.

2.2 KÉO VÀ NÉN ĐÚNG TÂM

Mục tiêu:

- Tính toán được nội lực, ứng suất và biến dạng của vật chịu kéo, nén cơ bản.

2.2.1 Khái niệm chung

2.2.1.1 Định nghĩa.

Một thanh được gọi là chịu kéo nén đúng tâm khi trên mặt cắt ngang của thanh chỉ có một thành phần nội lực duy nhất là lực dọc, ký hiệu $\vec{N}_Z$.

$$N_Z \neq 0$$

Để xác định nội lực trên mặt cắt ngang, ta tưởng tượng cắt thanh AB làm hai phần bởi mặt cắt 11 nào đó vuông góc với trục của thanh. Chon hệ trục toạ độ oxyz như hình 2.5 rồi xét sự cân bằng của phần bên phải (chú ý đây là bài toán phẳng, từ mặt cắt có sáu thành phần nội lực rút xuống chỉ còn ba thành phần là Nz, Qy, Mx).

Tổng hình chiếu các lực đối với điểm O: Mx = 0.

Tổng hình chiếu các lực trên trục y: Qy = 0.

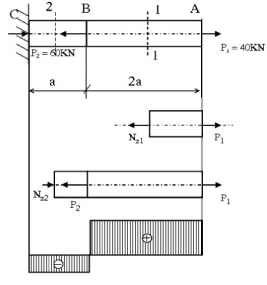
Vậy, trên mọi mặt cắt ngang chỉ có một thành phần nội lực là $N_Z \neq 0$

Qui ước về dấu của lực dọc:

Lực dọc được coi là dương khi thanh chịu kéo, tức là nó có chiều hướng ra ngoài mặt cắt và làm thanh bị dãn dài ra.

Lực dọc được coi là âm khi thanh chịu nén, tức là nó có chiều hướng vào mặt cắt và làm thanh bị co lại.

Tổng hình chiếu các lực trên trục z: Nz – P = 0 => Nz = P



Hình 2.5

Vậy, trên mọi mặt cắt ngang chỉ có một thành phần nội lực là $N_Z \neq 0$

Qui ước về dấu của lực dọc:

Lực dọc được coi là dương khi thanh chịu kéo, tức là nó có chiều hướng ra ngoài mặt cắt và làm thanh bị dãn dài ra.

Lực dọc được coi là âm khi thanh

chịu nén, tức là nó có chiều hướng vào mặt cắt và làm thanh bị co lại.

2.2.1.2 Biểu đồ lực dọc

Lực dọc có thể thay đổi từ mặt cắt này sang mặt cắt khác hay từ đoạn thanh này sang đoạn thanh khác. Để biểu diễn sự thay đổi của lực dọc theo trục của thanh ta vẽ biểu đồ lực dọc. Biểu đồ lực dọc là đường biểu diễn sự biến thiên của lực dọc theo trục của thanh.

Thí dụ: Vẽ biểu đồ lực dọc của một thanh chịu lực như hình vẽ.

Bài giải:

Xác định phản lực tại C: $P_1 - P_2 + P_c = 0 \Rightarrow P_c = P_2 - P_1 = 60 - 40 = 20KN$

Vẽ biểu đồ: Vì dọc theo thanh, ngoại lực thay đổi, để vẽ biểu đồ ta phải chia thanh chịu lực đã cho làm hai đoạn là AB và BC.

+ Xét đoạn AB: Tưởng tượng dùng mặt cắt (11) chia AB làm hai phần, giữ lại đầu A, xét sự cân bằng của nó. Chiếu các lực theo chiều trục z, ta có:

$$\sum Z = P_1 - N_{z1} = 0$$

Suy ra: $N_{Z1} = P_1 = 40KN$

Vì N_{Z1} hướng ra ngoài mặt cắt, nên đoạn AB chịu kéo.

Phương trình lực dọc trên đoạn AB có giá trị từ $0 < z < 2a$. Trong đoạn này lực dọc có giá trị không đổi.

+ Xét đoạn BC:

Tưởng tượng dùng mặt cắt (2-2) chia BClàm hai phần, giữ lại đầu B, xét sự cân bằng của nó. Chiếu các lực theo chiều trục z, ta có:

$$\sum Z = P_1 - P_2 + N_{z2} = 0$$

Suy ra: $N_{Z2} = P_2 - P_1 = 20KN$

Vì N_{Z2} hướng vào mặt cắt, nên đoạn BC chịu nén.

Phương trình lực dọc trên đoạn BC có giá trị từ $2a < z < 3a$. Trong đoạn này lực dọc có giá trị không đổi.

2.2.2 Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang

2.2.2.1. Quan sát một mẫu thí nghiệm chịu kéo

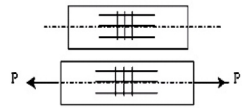
Để tính ứng suất trên mặt cắt ngang ta tiến hành thí nghiệm với thanh có mặt cắt ngang hình chữ nhật như sau:

Trước khi chịu lực, vạch lên thanh những đường thẳng song song và vuông góc với trục, tạo thành lưới ô vuông. Sau khi biến dạng ta thấy:

+ Trục của thanh vẫn thẳng.

+ Những vạch song song với trục của thanh vẫn thẳng và song song với trục.

+ Những vạch vuông góc với trục của thanh vẫn thẳng và vuông góc với



Hình 2.6

trục nhưng khoảng cách giữa các vạch đó đã có sự thay đổi. Khi chịu kéo khoảng cách giữa các vạch này tăng lên, khi chịu nén các vạch này sít lại gần nhau.

Kết luận: Thanh chịu kéo nén đúng tâm chỉ có biến dạng dài, không có biến dạng góc. Do vậy, trên mặt cắt ngang chỉ có thành phần ứng suất pháp được phân bố đều trên mặt cắt ngang.

2.2.2.2 Biểu thức ứng suất pháp trên mặt cắt ngang

$$\sigma_z = \frac{N_z}{F}$$

Trong đó: Nz là lực dọc (N).

F: diện tích mặt cắt ngang (cm^2).

Dấu của ứng suất pháp trùng với dấu của lực dọc.

+ Nz > 0 khi thanh chịu kéo.

+ Nz < 0 khi thanh chịu nén.

Mỗi loại vật liệu có trị số mô đun đàn hồi E khác nhau.

Thép chứa từ 0,1- 0,20% cacbon	$E = 20.10^{10}\ N/m^2 = 2.10^4\ KN/cm^2$
Thép lò xo	$E = 22.10^{10}\ N/m^2 = 2,2.10^4\ KN/cm^2$
Thép Nicken	$E = 19.10^{10}\ N/m^2 = 1,9.10^4\ KN/cm^2$
Gang xám	$E = 11,5.10^{10}\ N/m^2 = 1,15.10^4\ KN/cm^2$
Đồng	$E = 12.10^{10}\ N/m^2 = 1,2.10^4\ KN/cm^2$
Đồng thau	$E = (10 \div 12).10^{10}\ N/m^2 = (1 \div 1,2).10^4\ KN/cm^2$
Nhôm và Đura	$E = (7\ 8).10^{10}\ N/m^2 = (0,7\ 0,8).10^4\ KN/cm^2$
Gỗ dọc thớ	$E = (0,8\ 1,2).10^{10}\ N/m^2 = (0,8\ 1,2).10^4\ KN/cm^2$
Cao su	$E = 8.10^6\ N/m^2 = 0,8\ KN/cm^2$

2.2.3 Điều kiện bền

2.2.3.1. Ứng suất cho phép – Hệ số an toàn

Ứng suất nguy hiểm: ta gọi ứng suất nguy hiểm σ_0 là trị số ứng suất mà ứng với nó vật liệu được xem là bị phá hỏng. Đối với vật liệu giòn là giới hạn bền, đối với vật liệu dẻo là giới hạn chảy. Mặt khác trong quá trình sử dụng, tải trọng đặt lên máy hay công trình có thể chưa được xét một cách đầy đủ. Vì vậy, ta không bao giờ được tính toán các bộ phận theo giới hạn chảy hay giới hạn bền.

Để đảm bảo an toàn, trong thực tế người ta thường sử dụng một giá trị ứng suất bé hơn ứng suất nguy hiểm gọi là ứng suất cho phép, ký hiệu là $[\sigma]$ (với ứng suất tiếp ký hiệu là $[\tau]$).

$$[\sigma] = \frac{\sigma_0}{n} \qquad (2\text{-}3)$$

n - là hệ số an toàn, có giá trị lớn hơn 1.

Ngoài những ý nghĩa thuần tuý về kỹ thuật trên đây, hệ số an toàn còn có một ý nghĩa rất lớn về kinh tế. Nếu ta chọn hệ số an toàn tăng hay giảm một chút thì cũng đã làm thay đổi giá thành của sản phẩm rất nhiều. Do vậy, hệ số an toàn thường do nhà nước hay hội đồng kỹ thuật nhà máy qui định.

Ví dụ, để chọn hệ số an toàn một cách chính xác, người ta phải chọn nhiều hệ số an toàn theo dự tính riêng từng nguyên nhân dẫn đến sự không an toàn của công trình hay chi tiết máy như:

+ Hệ số kể đến sự đồng chất và chất lượng của vật liệu.

+ Hệ số kể đến điều kiện làm việc và phương pháp tính toán (gần đúng hay chính xác).

+ Hệ số gia trọng.

+ Hệ số kể đến tính chất tác động của lực.

+ Hệ số kể đến sự làm việc tạm thời hay lâu dài, liên tục hay gián đoạn.

+ Hệ số kể đến sự làm việc trong điều kiện có bôi trơn hay không bôi trơn, nguy hiểm hay không nguy hiểm.....

Trong chế tạo máy, để chọn được một hệ số an toàn thích hợp thường dựa vào những kinh nghiệm thiết kế và các máy có cấu tạo tương tự.

2.2.3.2. Điều kiện bền của thanh chịu kéo nén đúng tâm

Như vậy, muốn đảm bảo sự làm việc an toàn khi thanh chịu kéo hoặc nén đúng tâm, ứng suất trong thanh phải thoả mãn điều kiện bền là: ứng suất lớn nhất trong thanh phải nhỏ hơn ứng suất cho phép: $[\sigma]_{\max} = \frac{N_z}{F} \le [\sigma]$ (2-4)

Từ điều kiện bền ta có ba dạng bài toán cơ bản sau đây:

a. Kiểm tra bền.

Kiểm tra theo công thức trên.

b. Chọn kích thước mặt cắt: $F \ge \frac{N_z}{[\sigma]}$ (2-5)

Để đảm bảo an toàn và tiết kiệm, ta chỉ nên chọn F ở trong khoảng từ lớn hơn đến nhỏ hơn 5%.

c. Xác định tải trọng cho phép: $N_{z\max} \le F.[\sigma]$ (2-6)

2.2.4 Liên hệ giữa ứng suất và biến dạng

2.2.4.1 Định luật Húc đối với kéo nén đúng tâm

Trong phạm vi biến dạng đàn hồi, ứng suất tỷ lệ thuận với độ biến dạng dài tỷ đối. Biểu thức: $\sigma = E.\varepsilon$ (2-7)

E là mô đun biến dạng đàn hồi khi kéo nén có đơn vị là KN/cm^2.

2.2.4.2 Tính độ dãn dài của thanh chịu kéo nén đúng tâm

Giả sử có một thanh chịu kéo (nén) đúng tâm. Khi đó ưngư suất trên mặt cắt ngang của thanh được xác định theo công thức:

$$\sigma = \frac{N_z}{F}$$

Mặt khác,từ công thức của định luật Húc: $\sigma = E\varepsilon$

Ta có: $\frac{N_z}{F} = E.\varepsilon = E.\frac{\Delta l}{l} \quad \Rightarrow \quad \Delta l = \frac{N_z.l}{E.F}$ (2-8)

Biến dạng dọc của thanh chịu kéo hay nén tỷ lệ thuận với lực dọc và chiều dài của thanh, tỷ lệ nghịch với mô đun đàn hồi của vật liệu và diện tích mặt cắt ngang.

Trong đó: tích E.F được gọi là độ cứng của thanh chịu kéo nén.

Công thức trên chỉ áp dụng cho trường hợp thanh có độ cứng không đổi, lực dọc không đổi dọc theo chiều dài thanh.

Trường hợp tổng quát: Thanh chịu kéo nén đúng tâm có mặt cắt ngang thay đổi, lực dọc thay đổi dọc theo chiều dài thanh. Độ dãn dài tuyệt đối của thanh được xác định theo công thức:

$$\Delta l = \int_0^l \frac{N_z}{E.F} dz \qquad (2\text{-}9)$$

Nếu thanh gồm nhiều đoạn, lực dọc và độ cứng không đổi trên từng đoạn thanh thì độ dãn dài tuyệt đối của toàn thanh bằng tổng đại số độ dãn dài tuyệt đối của từng đoạn thanh, tức là:

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + ... + \Delta l_n = \sum_{i=1}^{n} \Delta l_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{N_{Zi}}{E.F_i} .l_i \qquad (2\text{-}10)$$

2.3 CẮT DẬP

Mục tiêu:

- Tính toán được nội lực, ứng suất và biến dạng của vật chịu cắt, dập, cơ bản.

2.3.1 Cắt

2.3.1.1 Khái niệm về máy cắt kim loại

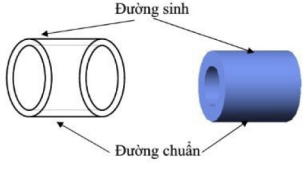
Máy là tất cả những công cụ hoạt động theo nguyên tắc cơ học dùng làm thay đổi một cách có ý thức về hình dáng hoặc vị trí của vật thể.

Cấu trúc, hình dáng và kích thước của máy rất khác nhau. Tùy theo đặc điểm sử dụng của nó có thể phân làm hai nhóm lớn:

- Máy biến đổi năng lượng: dùng để biến đổi năng lượng từ dạng náy sang dạng khác cho thích hợp với việc sử dụng.

- Máy công cụ: dùng thực hiện gia công cơ khí. Những máy công cụ dùng để biến đổi hình dáng của các vật thể kim loại bằng cách lấy đi một phần thể tích trên vật thể ấy với những dụng cụ và chuyển động khác nhau được gọi là máy cắt kim loại.

2.3.1.2 Các dạng bề mặt gia công

- Dạng trụ tròn:

+ Đường chuẩn là đường tròn, sinh thẳng. (H 2.7)