

Chương 3

CẮT – DẬP

Nội dung

- 1. Khái niệm về cắt**
- 2. Dập - các bài toán về dập.**

CẮT

- Độ trượt tuyệt đối $\Delta S = CC' = DD'$ (m)
- Độ trượt tương đối $\gamma = \Delta S / AD$ (rad)
- Ứng suất tiếp $\tau_c = Q_c / F_c$ (N/m²) hay $\tau = G \cdot \gamma$

G: là môđun đàn hồi trượt của vật liệu khi cắt (N/m²)

Các bài toán cơ bản

- a. Kiểm tra bền $\tau = Q_c / F_c \leq [\tau]$ (N/m²)
- b. Chọn mặt cắt ngang $F_c \geq Q_c / [\tau]$ (m²)
- c. Tính tải trọng cho phép $Q_c \leq F_c \cdot [\tau] = [Q]$ (N)

DẬP

- Ứng suất dập $\sigma_d = \frac{P_d}{F_d}$ (N/m²)

P_d : lực dập (N); F_d : diện tích mặt bị dập = $d \cdot t$ (m²);

Các bài toán cơ bản

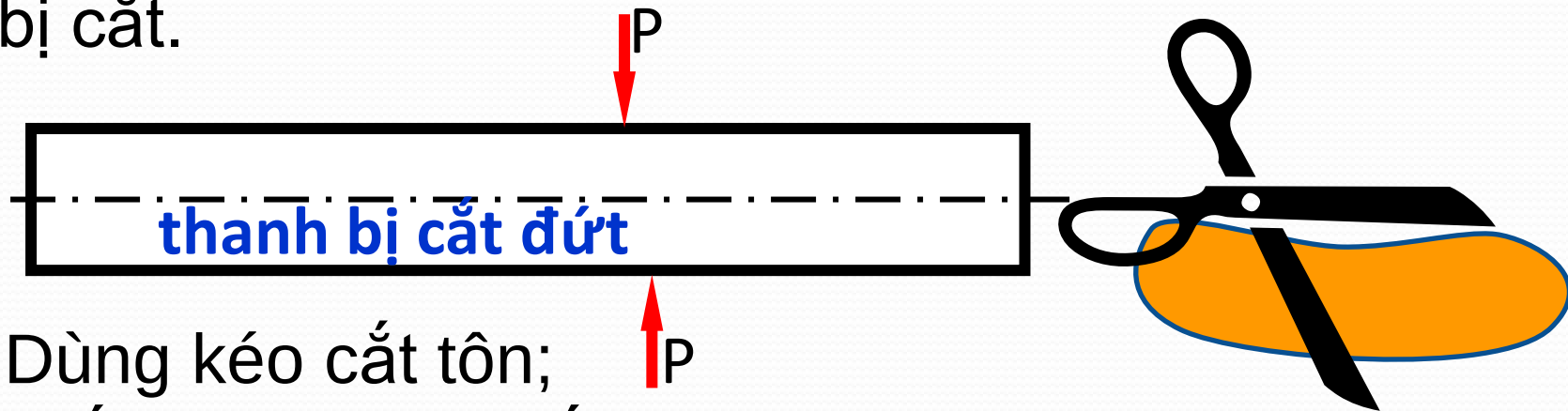
- a. Kiểm tra bền: $\sigma_d = \frac{P_d}{F_d} \leq [\sigma]$ (N/m²)
- b. Chọn mặt cắt ngang: $F_d \geq \frac{P_d}{[\sigma]}$ (m²) Có $b \rightarrow d$
- c. Tính tải trọng cho phép: $P_d \leq [\sigma] \cdot F_d \leq [P_d]$ (N)

Chương 3: CẮT.

1. Khái niệm về cắt

1.1. Định nghĩa về cắt, ứng suất và biến dạng trượt.

a. Định nghĩa Khi tác dụng vào một thanh hai lực song song, ngược chiều, vuông góc với trục thanh và có trị số bằng nhau ở hai mặt cắt rất gần nhau của thanh thì thanh bị cắt.



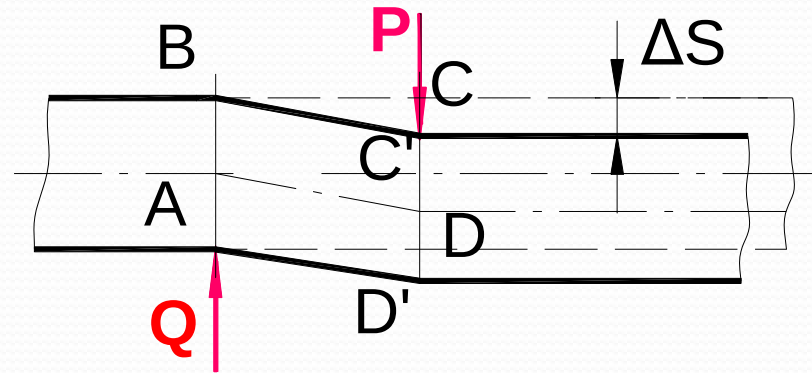
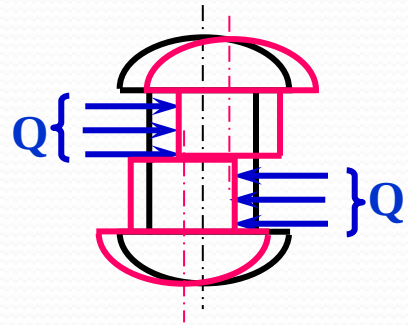
Ví dụ: Dùng kéo cắt tôn; 

Then, chốt, đinh tán bị cắt ngang thân v.v...

b. Nội lực Tại mặt cắt tồn tại lực cắt ký hiệu là Q_c (đơn vị N) trực đối với ngoại lực P .

Trong hệ tọa độ vuông góc $\rightarrow$ lực cắt Q_x và Q_y .

c. Biến dạng Trong quá trình cắt, lực cắt Q_c làm phần vật liệu bị xô lệch đi và trượt trên nhau $\rightarrow$ biến dạng trượt.



Ta có:

- Độ trượt tuyệt đối $\Delta S = CC' = DD'$ (m);
- Độ trượt tương đối $\gamma = \Delta S / AD$ (rad).

d. Ứng suất

Mặt cắt ngang có thành phần ứng suất tiếp, ký hiệu τ_c , phân bố đều trên mặt cắt ngang có diện tích F_c ,

$$\rightarrow \tau_c = Q_c / F_c \text{ (N/m}^2\text{)}$$

τ_c : ứng suất tiếp (ứng suất cắt) tại mặt cắt tính ứng suất;

Q_c : lực cắt (N).

1.2. Định luật Hooks về cắt.

Định luật: *Ứng suất cắt tỷ lệ bậc nhất với độ trượt tương đối.*

$$\tau = G.\gamma$$

G: là môđun đàn hồi trượt của vật liệu khi cắt (N/m^2) $\rightarrow$ đặc trưng cho khả năng chống biến dạng trượt của vật liệu;

γ : độ trượt tương đối (rad).

1.3. Điều kiện bền và ba bài toán cơ bản

I. Điều kiện bền

$$\tau = Q_c / F_c \leq [\tau] \quad (\text{N/m}^2)$$

II. Các bài toán cơ bản

a. Kiểm tra bền

$$\tau = Q_c / F_c \leq [\tau] \quad (\text{N/m}^2)$$

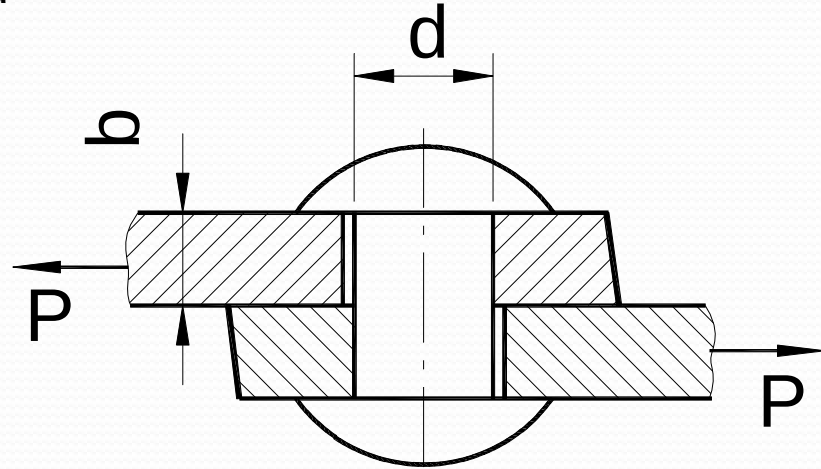
b. Chọn mặt cắt ngang

$$F_c \geq Q_c / [\tau] \quad (\text{m}^2)$$

c. Tính tải trọng cho phép

$$Q_c \leq F_c \cdot [\tau] = [Q] \quad (\text{N})$$

Ví dụ Hai tấm tôn, mỗi tấm có bề dày $b = 9\text{mm}$ được ghép bằng đinh tán và chịu lực tác dụng $P = 5\text{KN}$. Kiểm tra độ bền cắt của đinh tán có đường kính $d = 10\text{mm}$. Biết $[\tau_c] = 80\text{MN}/\text{m}^2$; $[\sigma_d] = 30\text{MN}/\text{m}^2$.



Giải

Theo điều kiện bền cắt: $\tau = Q_c / F_c = P / F_c \leq [\tau_c]$

$$\tau_c = \frac{P}{F_c} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{\pi \cdot (10 \cdot 10^{-3})^2} = 63,7 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} < [\tau_c] = 80 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

Đinh tán đảm bảo điều kiện bền cắt.

2. Dập - các bài toán về dập

2.1. Định nghĩa về dập

a. Định nghĩa:

Dập là hiện tượng nén cục bộ, xảy ra trên một đơn vị diện tích nhỏ khi có hai vật ép vào nhau.

Ví dụ: Đầu cán búa bị lỏng; thân bulông, đinh tán bị ép nhỏ lại v.v...

b. Nội lực:

Khi có hai vật ép vào nhau sẽ sinh ra nội lực dập, hợp lực của nội lực đặt vào mặt tựa của vật tiếp xúc, ký hiệu là P_d .

c. Biến dạng:

Thanh bị dập có biến dạng nén cục bộ (vật liệu chỗ bị dập co ép lại).

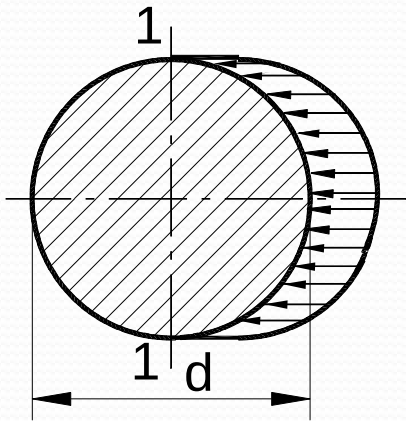
2.2. Ứng suất dập

Theo định nghĩa, thanh bị nén cục bộ khi chịu dập, trên bề mặt bị dập phát sinh ứng suất pháp, kí hiệu σ_d .
Giả thiết ứng suất phân bố đều trên bề mặt dập

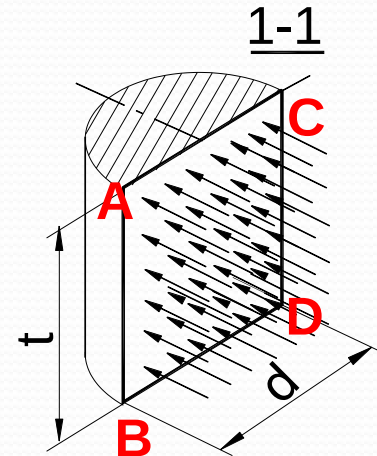
$$\sigma_d = \frac{P_d}{F_d} (N/m^2)$$

P_d : lực dập (N);

F_d : diện tích mặt bị dập = $d.t$ (m^2);



Ứng suất pháp phân bố không đều trên mặt cong



Ứng suất pháp phân bố đều trên mặt phẳng cắt dọc

2.3. Điều kiện bền và ba bài toán cơ bản

1. Điều kiện bền dập

$$\sigma_d = \frac{P_d}{F_d} \leq [\sigma] \text{ (N/m}^2\text{)}$$

2. Các bài toán cơ bản

a. Kiểm tra bền:

$$\sigma_d = \frac{P_d}{F_d} \leq [\sigma] \text{ (N/m}^2\text{)}$$

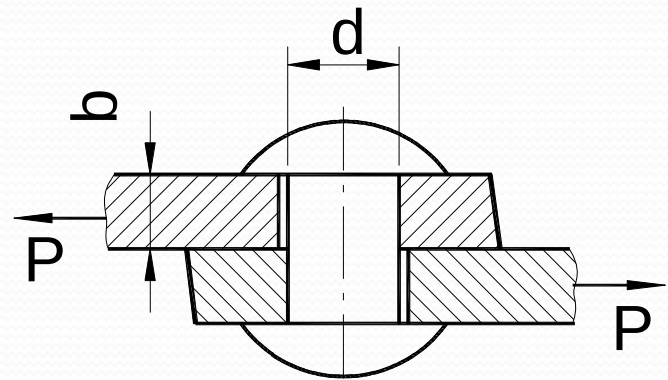
b. Chọn mặt cắt ngang:

$$F_d \geq \frac{P_d}{[\sigma]} \text{ (m}^2\text{)}$$

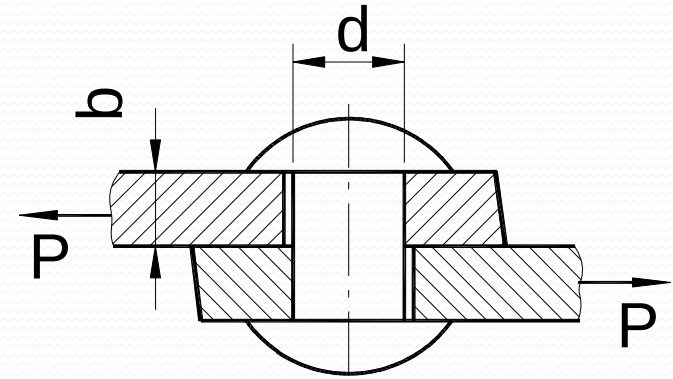
Có $b \rightarrow d$

c. Tính tải trọng cho phép:

$$P_d \leq [\sigma] \cdot F_d \leq [P_d] \text{ (N)}$$



Ví dụ: Hai tấm tôn, mỗi tấm có bề dày $b = 9\text{mm}$ được ghép bằng đinh tán và chịu lực tác dụng $P = 5\text{KN}$. Kiểm tra độ bền dập của đinh tán có đường kính $d = 10\text{mm}$. Biết $[\tau_c] = 80\text{MN}/\text{m}^2$; $[\sigma_d] = 30\text{MN}/\text{m}^2$.



Giải

Kiểm tra theo điều kiện bền dập:

$$\sigma_d = \frac{P_d}{F_d} \leq [\sigma]$$

$$\sigma_d = \frac{P_d}{F_d} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = 55,6 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} > [\sigma_d] = 30 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

Đinh tán không đảm bảo điều kiện bền dập.

Tính toán quy ước theo cắt và dập nhiều đỉnh tán

Ta có $\tau = \frac{Q}{F} \leq [\tau]$

Mỗi đỉnh chịu cắt theo hai mặt cắt a-a và b-b. Gọi n - số đỉnh tán; i - số mặt chịu cắt của một đỉnh; d - đường kính đỉnh tán; m - số tấm nối ($n = 4$; $i = m - 1 = 3 - 1 = 2$).

Tổng lực cắt $Q = T$.

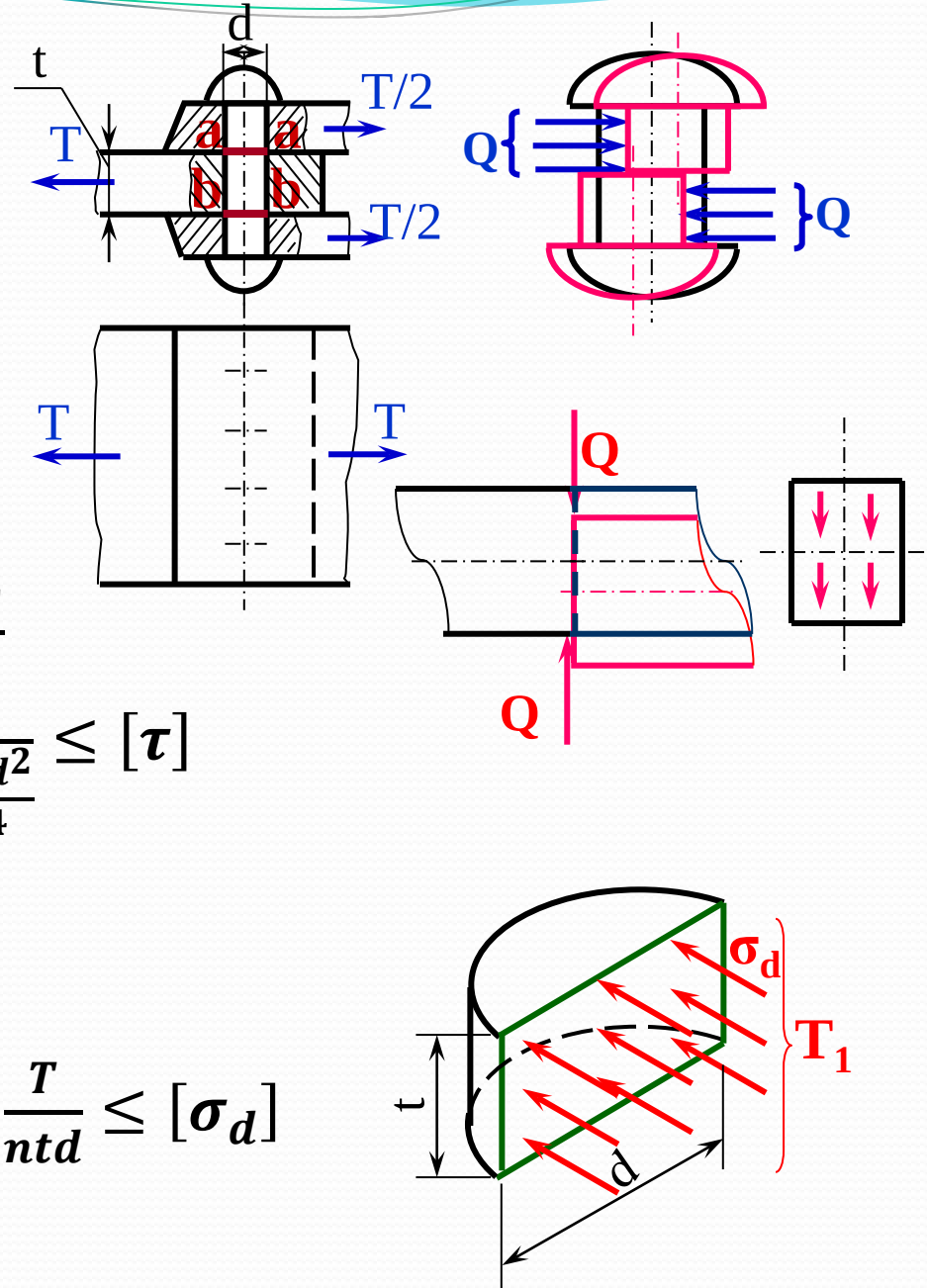
Tổng diện tích chịu cắt: $F = n \cdot i \cdot \frac{\pi d^2}{4}$

Điều kiện bền cắt: $\tau = \frac{Q}{n \cdot i \cdot \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{T}{4 \cdot 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4}} \leq [\tau]$

Ứng suất dập của 1 đỉnh

$$\sigma_d = \frac{T_1}{F} = \frac{T_1}{t \cdot d}$$

Điều kiện bền dập nhiều đỉnh: $\sigma_d = \frac{T}{ntd} \leq [\sigma_d]$



Chương 3

BÀI TẬP CẮT – DẬP

Bài tập 01: Tấm thép dày $b = 10\text{mm}$ được đột một lỗ vuông có cạnh $a = 20\text{mm}$ bằng máy ép. Xác định lực cần thiết để đột lỗ nếu giới hạn bền cắt là 400MN/m^2 .

Bài giải:

Theo bài tập ta có

$$b = 10\text{mm} = 10 \cdot 10^{-3}\text{m};$$

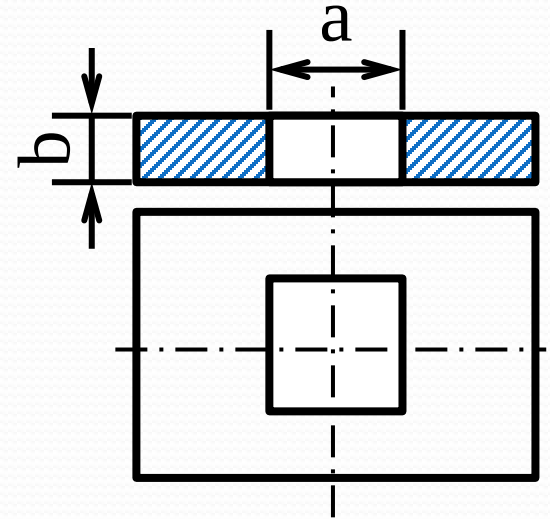
$$a = 20\text{mm} = 20 \cdot 10^{-3}\text{m};$$

$$\tau_c = 400\text{MN/m}^2.$$

$$F_c = 4a \cdot b = 4 \cdot 20 \cdot 10^{-3}\text{m} \cdot 10 \cdot 10^{-3}\text{m} = 0,8 \cdot 10^{-3}\text{m}^2.$$

$$\text{Từ } \tau_c = Q_c / F_c \leq [\tau_c] \rightarrow P = Q_c \geq \tau_c \cdot F_c$$

$$\text{Min} \rightarrow P_{\min} = \tau_c \cdot F_c =$$



Bài tập 02: Tìm lực cắt nhỏ nhất để đột một lỗ có đường kính $d = 14\text{mm}$ trên tấm thép có chiều dày $b = 4\text{mm}$ có giới hạn bền cắt $[\tau_c] = 30\text{kN/cm}^2$.

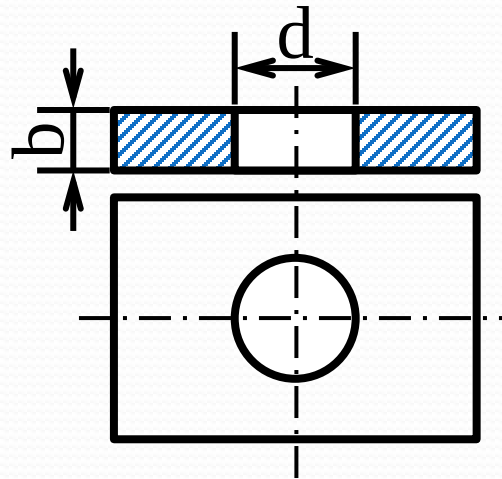
Hướng dẫn:

$$[\tau_c] = 30\text{kN/cm}^2 = 30\text{kN}/10^{-4}\text{m}^2 = 30 \cdot 10^4\text{kN/m}^2.$$

$$F_c = \pi \cdot d \cdot b = \pi \cdot 14 \cdot 10^{-3}\text{m} \cdot 4 \cdot 10^{-3}\text{m}.$$

$$\text{Từ } \tau_c = Q_c / F_c \leq [\tau_c] \rightarrow F = Q_c \geq \tau_c \cdot F_c$$

$$\text{Min} \rightarrow F = \tau_c \cdot F_c =$$



Bài tập 03: Người ta ghép hai tấm tôn bằng đinh tán. Tấm thứ nhất dày 10mm, tấm thứ hai dày 8mm, đường kính đinh tán $d = 20\text{mm}$, lực kéo tấm tôn $P = 100\text{kN}$. Hãy xác định số đinh tán để nối hai tấm tôn đó, biết $[\tau_c] = 140\text{MN/m}^2$; $[\sigma_d] = 320\text{MN/m}^2$.

Bài giải:

$$Q = P = 100\text{kN} = 0,1\text{MN}; d = 20\text{mm} = 0,02\text{m}; t = 8\text{mm} = 8 \cdot 10^{-3}\text{m}$$

$$\text{Tổng diện tích chịu cắt: } F = n \cdot i \cdot \frac{\pi d^2}{4} = n\pi 10^{-4} \text{m}^2$$

$$\text{Điều kiện bền cắt: } \tau = \frac{Q}{F} = \frac{P}{n\pi 10^{-4}} \leq [\tau]$$

$$\rightarrow n \geq \frac{P}{[\tau]\pi 10^{-4}} = 2,27$$

$$\text{Điều kiện bền dập nhiều đinh: } \sigma_d = \frac{P}{ntd} \leq [\sigma_d]$$

$$\rightarrow n \geq \frac{P}{[\sigma_d]td} = 1,953$$

Kết hợp 2 điều kiện $\rightarrow n = 3$

Bài tập 04: Tính số đinh tán cần thiết cho mỗi ghép đinh tán chịu tải trọng $P = 820\text{kN}$. Biết đinh tán có $d = 25\text{mm}$; $[\tau_c] = 120\text{MN/m}^2$; $[\sigma_d] = 240\text{MN/m}^2$; $b = 10\text{mm}$.

Bài giải:

$$Q = P = 820\text{kN} = 0,82\text{MN}; d = 25\text{mm} = 0,025\text{m}; b = 10\text{mm} = 1.10^{-2}\text{m}$$

$$\text{Tổng diện tích chịu cắt: } F = n \cdot i \cdot \frac{\pi d^2}{4} = n\pi \cdot 1,5625 \cdot 10^{-4} \text{m}^2$$

$$\text{Điều kiện bền cắt: } \tau = \frac{Q}{F} = \frac{4P}{n\pi 10^{-4}} \leq [\tau]$$

$$\rightarrow n \geq \frac{P}{[\tau]\pi \cdot 1,5625 \cdot 10^{-4}} = 13,92$$

$$\text{Điều kiện bền dập nhiều đinh: } \sigma_d = \frac{P}{ntd} \leq [\sigma_d]$$

$$\rightarrow n \geq \frac{P}{[\sigma_d]bd} = 13,67$$

Kết hợp 2 điều kiện $\rightarrow n = 14$

Bài tập 05: Hai tấm tôn, mỗi tấm có bề dày $b = 12\text{mm}$ được ghép với nhau bằng hai đinh tán có đường kính $d = 23\text{mm}$. Kiểm tra độ bền của đinh tán, biết lực tác dụng $P = 50\text{kN}$; $[\tau_c] = 100\text{MN/m}^2$; $[\sigma_d] = 140\text{MN/m}^2$.

Bài giải:

$Q = P = 50\text{kN} = 0,05\text{MN}$; $d = 23\text{mm} = 0,023\text{m}$; $b = 12\text{mm} = 12 \cdot 10^{-3}\text{m}$

Tổng diện tích chịu cắt: $F = n \cdot i \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 2\pi \cdot 1,3225 \cdot 10^{-4} \text{m}^2$

Kiểm tra điều kiện bền cắt:

$$\tau = \frac{Q}{F} = \frac{P}{2\pi \cdot 1,3225 \cdot 10^{-4}} = 60,172\text{MN/m}^2 \leq [\tau]$$

Kiểm tra điều kiện bền dập nhiều đinh:

$$\sigma_d = \frac{P}{nbd} = 90,5797\text{MN/m}^2 \leq [\sigma_d]$$

Kết hợp 2 điều kiện $\rightarrow$ Mỗi ghép đủ bền

Bài tập 06: Chi tiết bằng thép có mặt cắt tròn chịu lực tác dụng dọc trục bằng lực kéo $P = 20\text{kN}$. Xác định đường kính d của chi tiết bị kéo và đường kính D của chi tiết bị dập. Biết $[\sigma_k] = 60\text{MN/m}^2$; $[\sigma_d] = 108\text{MN/m}^2$.

Bài giải:

Tính d :

$$N_z = P = 20\text{kN}; [\sigma_k] = 60\text{MN/m}^2; F_k = \pi \cdot d^2 / 4$$

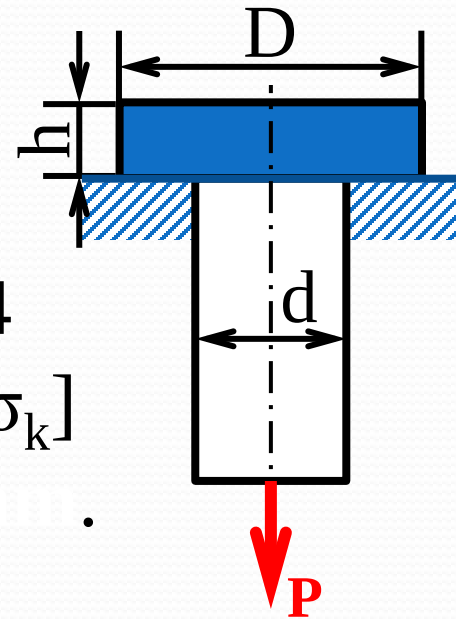
$$\text{Từ công thức } \sigma_k = N_z / F_k \leq [\sigma_k] \rightarrow F_k \geq N_z / [\sigma_k] \\ \rightarrow d^2 \geq 4 \cdot N_z / [\sigma_k] \cdot \pi \rightarrow \mathbf{d \geq}$$

Tính D :

$$P_d = P = 20\text{kN}; F_d = \pi \cdot (D^2 - d^2) / 4$$

$$\text{Từ công thức } \sigma_d = P_d / F_d \leq [\sigma_d] \rightarrow F_d \geq P_d / [\sigma_d] \\ \rightarrow D^2 \geq 4 \cdot P_d / [\sigma_d] \cdot \pi + d^2 \rightarrow \mathbf{D \geq}$$

mm



Bài tập 07: Bulông chịu kéo như hình vẽ. Xác định đường kính D và chiều cao h của mũ bulông, biết $P = 20\text{MN}$; $d = 100\text{mm}$; $[\sigma_k] = 100\text{MN/m}^2$; $[\tau_c] = 50\text{MN/m}^2$; $[\sigma_d] = 40\text{MN/m}^2$.

Bài giải:

Tính D :

$$P_d = P = 20\text{MN}; F_d = \pi.(D^2 - d^2)/4$$

$$\text{Từ công thức } \sigma_d = P_d/F_d \leq [\sigma_d] \rightarrow F_d \geq P_d/[\sigma_d]$$

$$\rightarrow D^2 \geq 4.P_d/[\sigma_d].\pi + d^2$$

$$\rightarrow D \geq$$

Tính h :

$$Q_y = P = 20\text{MN}; [\tau_c] = 50\text{MN/m}^2; F_c = 2\pi.d.h$$

$$\text{Từ công thức } \tau_c = Q_y/F_c \leq [\tau_c] \rightarrow F_c \geq Q_y/[\tau_c]$$

$$\rightarrow h \geq Q_y/[\tau_c].2\pi d \rightarrow \mathbf{h \geq}$$

