

## Chương 5

# KẾT CẤU GỖ

*Biên soạn: PGS. TS. Đỗ Văn Hứa*  
*Hiệu đính: PGS. TS. Vũ Thành Hải*

### 5.1. VẬT LIỆU GỖ VÀ C ỜNG ĐỘ CỦA GỖ

#### 5.1.1. Vật liệu gỗ dùng trong kết cấu

Các cấu kiện trong kết cấu gỗ, tùy theo tính chất chịu lực và thời gian sử dụng mà dùng các nhóm gỗ khác nhau.

Gỗ dùng để chịu lực được phân thành 6 nhóm, tùy theo tính chất quan trọng của kết cấu mà sử dụng các nhóm gỗ cho thích hợp. Các kết cấu thường xuyên phơi mưa nắng và chịu tải trọng lớn như dầm cầu, trụ cầu, ván cầu, phai và cửa van trong công trình thủy lợi,... được dùng gỗ từ nhóm 2 đến nhóm 5.

Các bộ phận quan trọng trong kết cấu nhà như cột, dầm, vì kèo,...có thể dùng nhóm 4. Các nhà tạm sử dụng từ 2 đến 5 năm chỉ được dùng nhóm 6. Cột chống và đà giáo cao được dùng gỗ nhóm 5, nhóm 6.

#### 5.1.2. C- ờng độ tính toán của gỗ

Cường độ tính toán của gỗ chịu tác dụng của tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời trong điều kiện nhiệt độ bình thường ( $35^{\circ}\text{C}$ ) và độ ẩm bình thường ( $W = 15\%$  hoặc  $18\%$ ) được lấy theo bảng 5-1. Cường độ tính toán của gỗ ở bảng 5-1 phải nhân với hệ số điều kiện làm việc  $\gamma$  của cấu kiện, cho trong bảng 5-2.

Đối với kết cấu chịu lực được thường xuyên che mưa nắng, thoáng gió hoặc làm bằng gỗ được hong khô trước, lấy độ ẩm  $W = 15\%$ . Với kết cấu được che mưa nắng, không thoáng gió hoặc không được hong khô trước, lấy độ ẩm  $W = 20\%$ . Với kết cấu không được che mưa nắng, lấy độ ẩm  $W = 25\%$ .

Đối với kết cấu làm việc trong điều kiện độ ẩm cao hay nhiệt độ cao, hoặc kết cấu chỉ tính với tải trọng thường xuyên, thì cường độ tính toán của gỗ phải nhân với hệ số điều kiện làm việc tương ứng cho ở bảng 5-3. Nếu phải đồng thời xét tới nhiều yếu tố ảnh hưởng thì cường độ tính toán cũng phải nhân đồng thời với mọi hệ số liên quan.

Môđun đàn hồi dọc thớ của mọi loại gỗ, trong điều kiện nhiệt độ và độ ẩm bình thường, dưới tác dụng của tải trọng thường xuyên và tạm thời, lấy  $E = 10.000 \text{ MPa}$ , trong các điều kiện khác nói ở trên thì trị số của môđun đàn hồi  $E$  cũng nhân với các hệ số tương ứng.

**Bảng 5-1. Cường độ tính toán của gỗ (MPa)**

Trạng thái ứng suất	Ký hiệu	Nhóm	Độ ẩm W%	
			15%	18%
Nén dọc thớ	$R_n$	IV	15,0	13,5
		V	15,5	13,5
		VI	13,0	11,5
Kéo dọc thớ	$R_k$	IV	11,5	11,0
		V	12,5	12,0
		VI	10,0	9,5
Uốn	$R_u$	IV	17,0	15,0
		V	18,5	16,5
		VI	13,5	12,0
		VII	12,0	10,5
Nén ngang thớ và ép mặt ngang thớ (cục bộ/toàn phần)	$R_n^{90^\circ}$	IV	2,5/2,5	2,4/2,4
	$R_{em}^{90^\circ}$	V	2,8/2,5	2,5/2,2
		VI	2,0/2,0	1,8/1,8
Cắt dọc thớ	$R_c$	IV	2,9	2,5
		V	3,0	2,5
		VI	2,4	2,1

**Chú thích:**

a. Cường độ của gỗ ở độ ẩm W% khác 15% tính theo công thức sau:

$$R_w = \frac{R_{15}}{1 + \alpha(W - 15)} \quad (5.1)$$

trong đó:

$R_{15}$  - cường độ tính toán của gỗ ở độ ẩm 15%;

$\alpha$  - hệ số lấy bằng 0,04 khi nén dọc thớ và uốn; lấy bằng 0,03 khi cắt dọc thớ.

b. Cường độ tính toán về ép mặt xiên thớ (khi lực tác dụng tạo với thớ gỗ một góc  $\alpha^\circ$ ) được tính theo công thức sau:

$$R_{em}^\alpha = \frac{R_{em}}{1 + \left( \frac{R_{em}}{R_{em}^{90^\circ}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} \quad (5.2)$$

trong đó:

$R_{cm}$  - cường độ tính toán ép mặt dọc thớ của gỗ;

$R_{cm}^{90^\circ}$  - cường độ tính toán ép mặt ngang thớ của gỗ.

c. Cường độ tính toán về cắt xiên thớ (khi lực tác dụng tạo với thớ gỗ một góc  $\alpha^\circ$ ) được tính theo công thức sau:

$$R_c^\alpha = \frac{R_c}{1 + \left( \frac{R_c}{R_c^{90^\circ}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} \quad (5.3)$$

trong đó:

$R_c$  - cường độ tính toán cắt dọc thớ của gỗ;

$R_c^{90^\circ}$  - cường độ tính toán cắt ngang thớ của gỗ.

**Bảng 5-2. Hệ số điều kiện làm việc  $\gamma$  của các cấu kiện của kết cấu gỗ**

Trạng thái ứng suất	Ký hiệu	Trị số
1. Uốn ngang		
- Thanh có tiết diện khi một cạnh $\geq 15\text{cm}$ và tỷ số chiều cao trên bề rộng tiết diện $h/b \leq 3,5$	$\gamma_u$	1,15
- Gỗ tròn không có rãnh cắt trong tiết diện tính toán	$\gamma_u$	1,20
2. Kéo		
- Cấu kiện có giảm yếu trong tiết diện tính toán	$\gamma_k$	0,80

## 5.2. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN BẰNG GỖ NGUYÊN KHỐI

### 5.2.1. Cấu kiện chịu uốn phẳng

Tính toán về độ bền và độ cứng cấu kiện bằng gỗ nguyên khối chịu uốn phẳng theo các công thức sau:

- Kiểm tra ứng suất pháp:

$$\frac{M}{W_t} \leq R_u \quad (5.4)$$

trong đó:

$M$  - mômen uốn tính toán;

$R_u$  - cường độ tính toán khi chịu uốn của gỗ;

$W_t$  - môđun chống uốn tính toán của tiết diện đang xét, nếu trong phạm vi 20 cm có tiết diện giảm yếu thì được ghép vào tiết diện đang xét để tính toán.

**Bảng 5-3. Hệ số điều kiện làm việc  $\gamma$  khi kết cấu gỗ ở trong điều kiện độ ẩm cao, nhiệt độ cao hoặc khi tính kết cấu chỉ chịu tải trọng thường xuyên**

Điều kiện sử dụng kết cấu	Hệ số
- Gỗ bị ẩm trong một thời gian ngắn sau sẽ khô	0,85
- Gỗ bị ẩm lâu dài	0,75
- Nhiệt độ không khí từ 35 ÷ 50°C (trong nhà sản xuất)	0,8
- Kết cấu chỉ tính với tải trọng thường xuyên	0,8
<i>Chú thích:</i> Kết cấu chỉ tính với tải trọng thường xuyên khi nội lực do tải trọng thường xuyên sinh ra vượt quá 0,8 nội lực do tải trọng toàn bộ.	

- Kiểm tra ứng suất tiếp:

$$\frac{QS_{ng}}{J_{ng} b} \leq R_c \quad (5.5)$$

trong đó:

Q - lực cắt tính toán;

$S_{ng}$  - mômen tĩnh của phần trượt tiết diện nguyên đối với trục trung hoà của toàn tiết diện;

$J_{ng}$  - mômen quán tính của tiết diện nguyên;

b - bề rộng tiết diện tại mặt trượt;

$R_c$  - cường độ tính toán cắt dọc thớ khi uốn của gỗ.

- Kiểm tra về độ võng của cấu kiện chịu uốn được tính với tải trọng tiêu chuẩn và mômen quán tính của tiết diện nguyên theo công thức:

$$f^c = \beta \frac{M_{max}^c L^2}{EJ_{ng}} \leq [f] \quad (5.6)$$

trong đó:

$\beta$  - hệ số phụ thuộc vào dạng tải trọng tác dụng và liên kết ở hai đầu dầm, với dầm đơn chịu tải trọng phân bố đều  $\beta = 5/48$ , với dầm đơn chịu tải trọng tập trung ở giữa nhịp  $\beta = 1/12$ ;

$J_{ng}$  - mômen quán tính của tiết diện nguyên;

E - mô đun đàn hồi dọc thớ của mọi loại gỗ, trong điều kiện nhiệt độ và độ ẩm bình thường có thể lấy bằng 10.000 MPa;

$M_{max}^c$  - mômen uốn lớn nhất trong dầm do tải trọng tiêu chuẩn sinh ra;

[f] - độ võng giới hạn, lấy theo bảng 5-4.

**Bảng 5-4. Độ võng tương đối giới hạn  $[f]$  của cấu kiện chịu uốn**

Loại cấu kiện	$[f]$
1. Kết cấu thủy công và cầu đường bộ	
- Dầm chính tổ hợp và dàn	L/300
- Dầm chính đơn	L/180
2. Nhà:	
- Sàn tầng	L/250
- Xà gỗ, kèo mái	L/200
- Cầu phong, litô	L/150

**5.2.2. Cấu kiện chịu uốn xiên**

Tính toán về độ bền và độ cứng cấu kiện bằng gỗ nguyên khối chịu uốn xiên theo các công thức sau:

- Kiểm tra ứng suất pháp:

$$\frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_u \quad (5.7)$$

trong đó:

$M_x, M_y$  - thành phần của mômen uốn tính toán đối với các trục chính x,y của tiết diện;

$W_x, W_y$  - mômen chống uốn tính toán của tiết diện đang xét, đối với trục x và y.

- Kiểm tra độ võng toàn phần của cấu kiện do tải trọng tiêu chuẩn sinh ra được xác định theo công thức sau:

$$f^c = \sqrt{(f_x^c)^2 + (f_y^c)^2} \leq [f] \quad (5.8)$$

với  $f_x^c, f_y^c$  lần lượt là các thành phần độ võng của cấu kiện do các thành phần lực gây uốn sinh ra lần lượt đối với các trục x, y.

**5.2.3. Cấu kiện chịu kéo trung tâm**

Cấu kiện chịu kéo trung tâm được tính theo công thức sau:

$$\frac{N}{F_{th}} \leq R_k \quad (5.9)$$

trong đó:

$N$  - lực kéo tính toán;

$F_{th}$  - diện tích tiết diện thu hẹp, coi mọi giảm yếu trên một đoạn dài 20 cm được ghép vào cùng một tiết diện để tính;

$R_k$  - cường độ tính toán kéo dọc thớ của gỗ.

#### 5.2.4. Cấu kiện chịu nén trung tâm

Cấu kiện chịu nén trung tâm được tính toán về cường độ, ổn định và về độ mảnh theo các công thức sau:

- Kiểm tra cường độ:

$$\frac{N}{F_{th}} \leq R_n \quad (5.10)$$

- Kiểm tra ổn định:

$$\frac{N}{\varphi F_t} \leq R_n \quad (5.11)$$

trong đó:

$N$  - lực nén tính toán;

$R_n$  - cường độ tính toán về nén dọc thớ của gỗ;

$F_{th}$  - diện tích tiết diện thu hẹp;

$F_t$  - diện tích tính toán của tiết diện cấu kiện khi tính về ổn định được quy định như sau:

$F_t = F_{ng}$  (nguyên) khi không có giảm yếu hoặc có giảm yếu nhưng nằm trong tiết diện (không ăn lan đến cạnh, xem hình 5-1a) và diện tích giảm yếu không

quá  $0,25.F_{ng}$ ;  $F_t = \frac{4}{3} F_{ng}$  khi có giảm yếu nhưng không ăn lan đến cạnh và diện

tích giảm yếu quá  $0,25.F_{ng}$ ;  $F_t = F_{th}$  khi có giảm yếu đối xứng và ở mép tiết diện (ăn lan đến cạnh, xem hình 5-1b).

$\varphi$  - hệ số uốn dọc, phụ thuộc độ mảnh  $\lambda$  của cấu kiện, được tính theo các công thức sau:

+ Khi độ mảnh  $\lambda \leq 75$ :

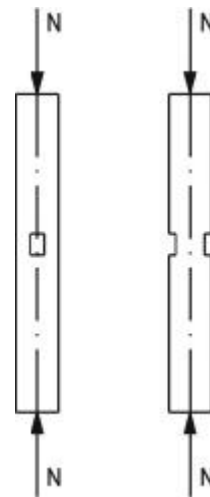
$$\varphi = 1 - 0,8 \left( \frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad (5.12a)$$

+ Khi độ mảnh  $\lambda > 75$ :

$$\varphi = \frac{3100}{\lambda^2} \quad (5.12b)$$

Độ mảnh  $\lambda$  của cấu kiện được xác định theo công thức sau:

$$\lambda = \frac{L_o}{r} = \frac{L_o}{\sqrt{\frac{J_{ng}}{F_{ng}}}} \quad (5.13)$$



**Hình 5-1. Cấu kiện chịu nén trung tâm**

trong đó:

$F_{ng}, J_{ng}$  - diện tích và mômen quán tính tiết diện nguyên của cấu kiện;

$L_o$  - chiều dài tính toán của cấu kiện chịu nén:

$$L_o = \mu L \quad (5.14)$$

trong đó:

- Khi một đầu ngàm một đầu tự do:  $\mu = 2,0$ ;
- Khi hai đầu liên kết khớp:  $\mu = 1,0$ ;
- Khi một đầu ngàm một đầu khớp:  $\mu = 0,8$ ;
- Khi hai đầu ngàm:  $\mu = 0,65$ .

- Kiểm tra độ mảnh của cấu kiện chịu nén theo công thức sau:

$$\lambda_{max} \leq [\lambda] \quad (5.15)$$

trong đó  $[\lambda]$  là độ mảnh giới hạn lấy theo bảng 5-5.

**Bảng 5-5. Độ mảnh giới hạn  $[\lambda]$  của cấu kiện chịu nén**

Loại cấu kiện	$[\lambda]$
1. Cột và các thanh chính chịu lực trong dàn và khung	120
2. Các thanh khác	150
3. Các thanh giằng	200

### 5.2.5. Cấu kiện chịu kéo lệch tâm (kéo-uốn)

Cấu kiện nguyên khối chịu kéo lệch tâm được tính theo các công thức:

$$\frac{N}{F_{th}} + \frac{M_o}{W_t} \times \frac{R_k}{R_u} \leq R_k \quad (5.16)$$

trong đó:

$M_o$  - mômen uốn tính toán do tải trọng ngang sinh ra;

$F_{th}, W_t$  được xác định như đối với cấu kiện chịu kéo (công thức 5.9) và cấu kiện chịu uốn (công thức 5.4);

$R_k/R_u$  - hệ số xét tới sự khác nhau giữa cường độ chịu kéo và chịu uốn.

### 5.2.6. Cấu kiện chịu nén lệch tâm (nén-uốn)

Cấu kiện nguyên khối chịu nén lệch tâm được tính toán về cường độ trong mặt phẳng uốn có xét tới mômen uốn phụ do lực nén sinh ra theo công thức:

$$\frac{N}{F_{th}} + \frac{M_o}{\xi W_t} \times \frac{R_n}{R_u} \leq R_n \quad (5.17)$$

trong đó:

$M_0$  - mômen uốn tính toán do tải trọng ngang sinh ra;

$\xi$  - hệ số kể đến mômen phụ gây ra bởi lực nén dọc trục khi cấu kiện bị biến dạng ngang, được xác định theo công thức sau:

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2}{3100} \times \frac{N}{F_{ng} R_n} \quad (5.18)$$

$\lambda$  - độ mảnh trong mặt phẳng uốn, tính theo công thức (5.13);

$W_t$  - môđun chống uốn tính toán, xác định như ở công thức (5.4).

Cấu kiện chịu nén-uốn, khi  $M_0/W_{ng} \leq 0,1.N/F_{ng}$  có thể bỏ qua ảnh hưởng của mômen uốn, được kiểm tra về ổn định trong mặt phẳng uốn và ngoài mặt phẳng uốn như thanh chịu nén trung tâm, theo công thức (5.11).

Kiểm tra về cắt của cấu kiện chịu nén uốn theo công thức:

$$\frac{Q_0 S_{ng}}{\xi J_{ng} b} \leq R_c \quad (5.19)$$

trong đó:

$Q_0$  - lực cắt tính toán do tải trọng ngang sinh ra;

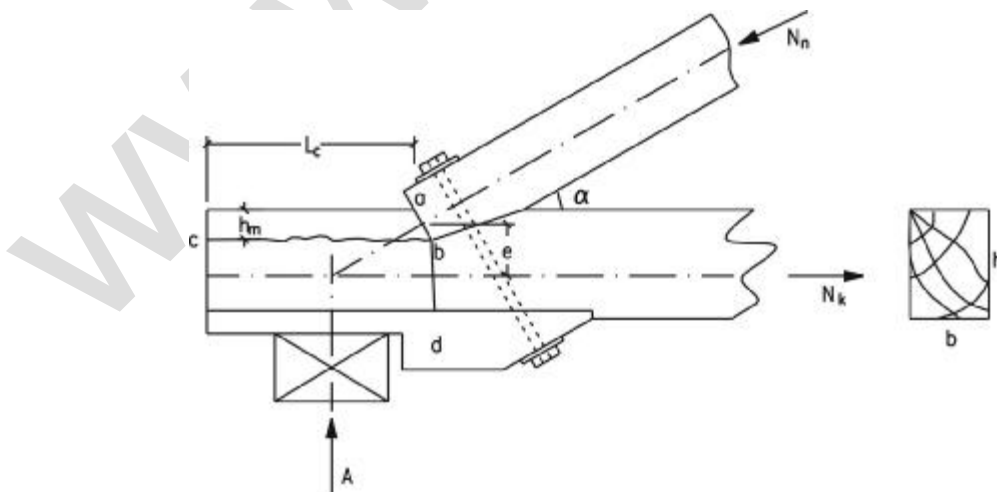
$\xi$  - tính theo công thức (5.18), các ký hiệu còn lại xem công thức (5.5).

### 5.3. TÍNH TOÁN LIÊN KẾT TRONG KẾT CẤU GỖ

#### 5.3.1. Liên kết mộng

Liên kết mộng chỉ nên dùng để nối các thanh chịu nén và liên kết ở mắt đầu dàn hình tam giác. Liên kết mộng đầu dàn thường dùng mộng một răng.

Cấu tạo và tính toán mộng một răng (hình 5-2) như sau:



Hình 5-2. Liên kết mộng đầu dàn



- Mặt phẳng chịu ép mặt phải thẳng góc với trục của thanh xiên chịu nén, sao cho phương lực nén  $N_n$  đi qua trọng tâm của mặt bị ép. Phương của lực kéo  $N_k$  trong thanh ngang sao cho đi qua trọng tâm tiết diện bị thu hẹp do rãnh mộng. Phương của bulông an toàn đặt vuông góc với thanh xiên.
- Chiều sâu của rãnh mộng  $h_r$  trong mặt đầu dàn tam giác không vượt quá  $h/3$  ( $h$  là chiều cao của tiết diện thanh ngang) và không nhỏ hơn 2 cm.
- Chiều dài chịu cắt  $L_c$  của mộng không nhỏ hơn  $1,5h$  và không lớn quá  $10h_r$ .

Tính toán về độ bền của liên kết mộng đầu dàn tam giác theo các công thức sau:

- Kiểm tra ép mặt giữa thanh xiên và thanh ngang:

$$N_n \leq R_{em}^{\alpha} F_{em} \quad (5.20)$$

trong đó:

$N_n$  - lực nén tính toán trong thanh xiên;

$R_{em}^{\alpha}$  - cường độ tính ép mặt xiên thớ một góc  $\alpha$  tính theo công thức (5.2);

$F_{em}$  - diện tích ép mặt, đối với thanh xiên và thanh ngang có mặt cắt chữ nhật  $b \times h$ :

$$F_{em} = \frac{bh_r}{\cos \alpha} \quad (5.21)$$

- Kiểm tra cắt dọc thớ theo công thức:

$$N_c \leq R_c^{tb} F_c \quad (5.22)$$

trong đó:

$N_c$  - lực trượt trong liên kết mộng bằng hình chiếu của lực  $N_n$  lên phương mặt bị trượt, vậy có  $N_c = N_n \cdot \cos \alpha$ ;

$F_c$  - diện tích bị cắt, đối với thanh ngang mặt cắt chữ nhật  $b \times h$  có  $F_c = L_c \cdot b$ ;

$R_c^{tb}$  - cường độ chịu cắt trung bình của gỗ, được xác định theo công thức:

$$R_c^{tb} = \frac{R_c}{1 + \beta \frac{L_c}{e}} \quad (5.23)$$

trong đó:

$R_c$  - cường độ tính toán khi chịu cắt dọc thớ;

$e$  - cánh tay đòn của lực cắt,

- trong cấu kiện với rãnh mộng một bên,  $e = 0,5 \cdot h$ ;
- trong cấu kiện với rãnh mộng hai bên,  $e = 0,25 \cdot h$ ;

$\beta$  - hệ số,

- khi mặt bị cắt ở về một phía các lực cắt,  $\beta = 0,25$ ;
- khi mặt bị cắt nằm giữa các lực cắt,  $\beta = 0,125$ .

- Kiểm tra kéo trong thanh ngang:

$$N_k \leq F_{th} R_k \quad (5.24)$$

- Kiểm tra bulông an toàn:

$$N_b = N_n \operatorname{tg}(75^\circ - \alpha^0) \leq 0,9 \sigma_c F_{th}^b \quad (5.25)$$

trong đó:

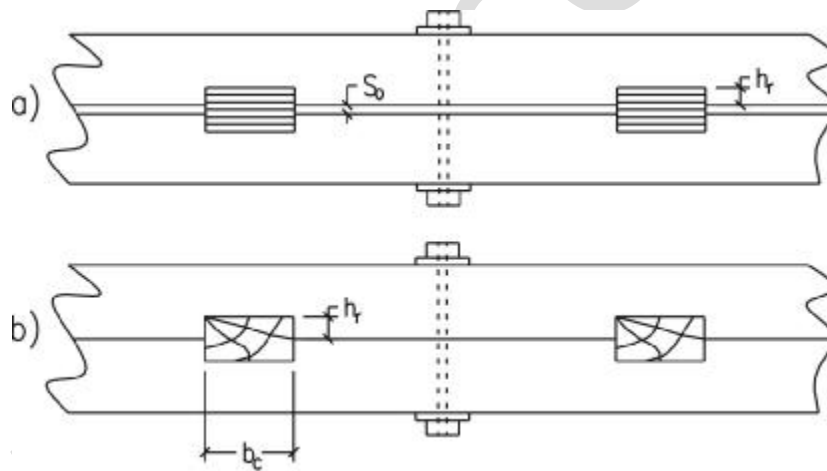
$\sigma_c$  - ứng suất chảy của vật liệu thép làm bulông;

$F_{th}^b$  - diện tích tiết diện của bulông tại chỗ có ren.

### 5.3.2. Liên kết chêm

Quy định về chiều sâu của rãnh chêm  $h_r$ , chiều dài của chêm  $b_c$  (xem hình 5-3) như sau:

- $3 \text{ cm} \leq h_r \leq d/4$  (đối với gỗ tiết diện tròn);
- $3 \text{ cm} \leq h_r \leq h/5$  (đối với gỗ tiết diện chữ nhật);
- $b_c \geq 5(S_0 + h_r)$  (đối với dầm);
- $b_c \geq 2,5(S_0 + h_r)$  (đối với cột).



**Hình 5-3. Liên kết chêm**

a) Chêm ngang; b) Chêm dọc.

Khả năng chịu lực của một chêm trong các thanh gỗ tiết diện chữ nhật  $b \times h$ , lấy giá trị nhỏ nhất trong các trường hợp chịu lực sau:

- Khả năng chịu ép mặt lên chêm hoặc thành rãnh chêm:

$$[T]_{cm}^c = R_{cm}^\alpha h_r b \quad (5.26)$$

- Khả năng chịu cắt của chêm:

$$[T]_c^c = R_c^{th} F_c^c = R_c^{th} b l_c \quad (5.27)$$

- Khả năng chịu cắt của phân tố giữa hai chêm:

$$[T]_c^f = R_c^{tb} F_c^f = R_c^{tb} b l_f \quad (5.28)$$

trong đó:

$F_c^c, F_c^f$  - diện tích chịu cắt của chêm và diện tích chịu cắt của phân tố giữa hai chêm;

$R_{cm}^\alpha$  - cường độ ép mặt nghiêng thờ một góc  $\alpha$ ;

$R_c^{tb}$  - cường độ chịu cắt trung bình, xác định theo công thức (5.23) với cánh tay đòn lực cắt  $e = h_r + S_0$  khi tính chêm và  $e = 0,5h$  khi tính phân tố được liên kết.

Trong liên kết có nhiều chêm, khả năng chịu cắt của chêm xác định theo công thức (5.27) và (5.28) cần được nhân với hệ số giảm sau đây:

- 0,9 đối với chêm ngang;
- 0,8 đối với chêm dọc;
- 0,85 đối với phân tố liên kết bằng chêm ngang;
- 0,7 đối với phân tố liên kết bằng chêm dọc.

Cấu kiện dùng liên kết chêm được siết chặt bằng bulông có đường kính không nhỏ hơn 12 mm; bulông tính với lực đẩy ngang bằng:

$$Q_c = [T]_{\min}^c \frac{h_r}{b_c} \quad (5.29)$$

trong đó  $[T]_{\min}^c$  là khả năng chịu lực nhỏ nhất của một chêm.

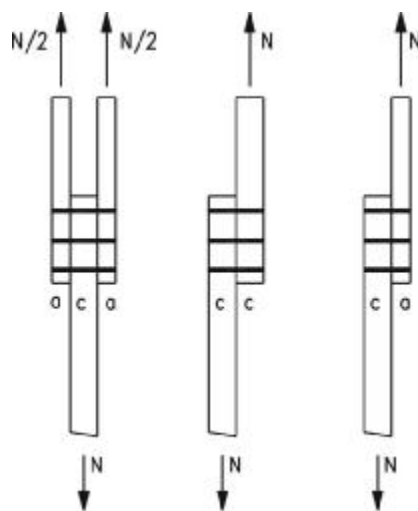
### 5.3.3. Liên kết chốt hình trụ tròn

Khả năng chịu lực của chốt khi phương của lực song song với thờ của cấu kiện, trong điều kiện nhiệt độ và độ ẩm bình thường, được xác định theo công thức sau:

- Khả năng chịu ép mặt lên thanh có chiều dày  $c$  (thanh nằm giữa, thanh có chiều dày bằng nhau hoặc thanh có chiều dày lớn hơn trong liên kết hai thanh, hình 5-4):

$$[T]_{cm}^c = k_1 c d \quad (5.30)$$

- Khả năng chịu ép mặt lên thanh có chiều dày  $a$  (thanh nằm ở ngoài biên hoặc thanh có chiều dày nhỏ hơn trong liên kết hai thanh):



Hình 5-4. Liên kết chốt trụ tròn

$$[T]_{em}^a = k_2 ad \quad (5.31)$$

- Khả năng chịu uốn của chốt:

$$[T]_u = k_3 d^2 + k_4 a^2 \leq k_5 d^2 \quad (5.32)$$

trong đó:

a, c - chiều dày các thanh, hình 5-4;

$k_1 \div k_5$  - các hệ số cho ở bảng 5-6;

a, c, d - tính bằng cm;

[T] - có đơn vị là daN.

**Bảng 5-6. Giá trị các hệ số  $k_1 \div k_5$**

Sơ đồ liên kết	Hệ số k	Loại chốt		
		Đinh	Chốt thép	Chốt gỗ
Đối xứng	$k_1$	50	50	50
	$k_2$	80	80	80
Không đối xứng	$k_1$	35	35	20
	$k_2$	80	80	50
Đối xứng và không đối xứng	$k_3$	250	180	45
	$k_4$	1	2	20
	$k_5$	400	250	65

Khi phương của nội lực truyền qua liên kết hợp với thớ của cấu kiện một góc  $\alpha$ , thì khả năng chịu ép mặt của chốt tính theo các công thức (5.30), (5.31) cần nhân với hệ số hiệu chỉnh  $k_\alpha$  và khả năng chịu uốn của chốt tính theo công thức (5.32) cần nhân với hệ số  $\sqrt{k_\alpha}$  cho ở bảng 5-7.

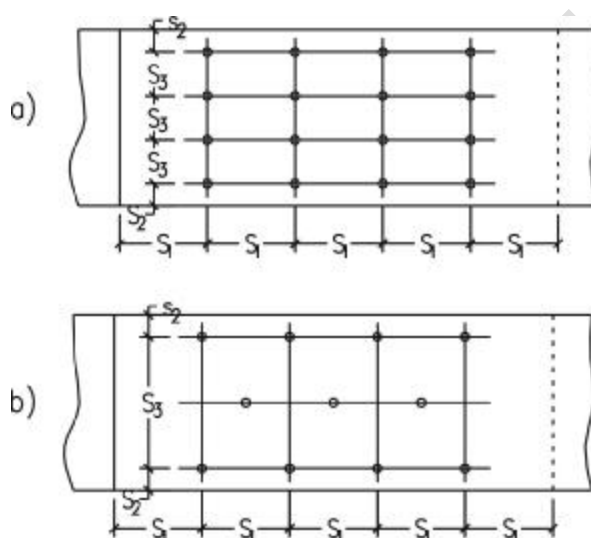
**Bảng 5-7. Giá trị hệ số  $k_\alpha$**

Góc $\alpha^\circ$	Chốt thép có đường kính d (cm)				Chốt gỗ
	1,2	1,6	2,0	2,4	
30°	0,95	0,9	0,9	0,9	1,0
60°	0,75	0,7	0,65	0,6	0,8
90°	0,7	0,6	0,55	0,5	0,7

Đối với các liên kết nằm trong điều kiện độ ẩm cao, hoặc nhiệt độ cao, hoặc chỉ tính với tải trọng tác dụng thường xuyên, các giá trị về khả năng chịu ép mặt của chốt tính theo công thức (5.30) và (5.31) sẽ nhân với hệ số cho trong bảng 5-4, còn khi tính về uốn tính theo công thức (5.32) thì nhân với căn bậc hai của hệ số đó.

Đối với liên kết đinh cần xác định chiều sâu  $a_1$  của đinh đóng trong thanh gỗ cuối cùng, chú ý trừ đi  $1,5d$  của chiều dài mũi đinh và các khe hở giữa các thanh, mỗi khe 2 mm. Nếu độ sâu  $a_1 < 4.d$  không được xét đến trong tính toán. Nếu đinh đóng suốt qua thanh cuối cùng thì chiều sâu đinh đóng trong gỗ  $a_1$  bằng chiều dày  $a$  của thanh gỗ trừ đi  $1,5d$  do đinh xuyên qua làm gỗ bị nứt.

Khoảng cách nhỏ nhất giữa các chốt và đinh (hình 5-5) phải theo các quy định ở bảng 5-8.



**Hình 5-5. Bố trí chốt trụ tròn**

a) Bố trí song song; b) Bố trí so le.

**Bảng 5-8. Khoảng cách nhỏ nhất khi bố trí chốt và đinh**

Khoảng cách	Bulông, chốt thép		Chốt gỗ		Đinh	
	$B \leq 10d$	$B > 10d$	$B \leq 10d$	$B > 10d$	$c = 4d$	$c \geq 10d$
$S_1$	$6d$	$7d$	$4d$	$5d$	$25d$	$15d$
$S_2$	$3d$	$3,5d$	$2,5d$	$3d$	$4d$	$4d$
$S_3$	$2,5d$	$3d$	$2,5d$	$2,5d$	$4d$	$4d$

**Chú thích:**

- Khoảng cách nhỏ nhất  $S_1$  giữa các đinh khi bề dày  $c$  của phân tố bị đóng xuyên qua ở vào khoảng trung gian giữa  $4d$  và  $10d$  sẽ lấy theo nội suy. Đối với cấu kiện không bị đinh đóng suốt qua, khoảng cách dọc thứ  $S_1$  luôn luôn lấy  $S_1 \geq 10d$ .
- Khoảng cách dọc thứ từ đinh đến đầu mút thanh  $S_1$  không nhỏ hơn  $15d$ .
- $B$  là tổng chiều dày các phân tố (chiều dài chốt  $l_{ch} = B$ ).

## 5.4. TÍNH TOÁN PHÂN TỔ TỔ HỢP KẾT CẤU GỖ

### 5.4.1. Dầm tổ hợp chịu uốn phẳng

Dầm tổ hợp được ghép bằng hai thanh gỗ liên kết với nhau bằng chêm được tính toán về cường độ và độ võng theo các công thức sau:

- Kiểm tra về cường độ:

$$\frac{M}{k_W W_{nk}} \leq R_u \quad (5.33)$$

- Kiểm tra độ võng:

$$f^c = \frac{5}{48} \frac{M_{\max}^c L^2}{E k_J J_{nk}} \leq [f] \quad (5.34)$$

trong đó:

$J_{nk}$ ,  $W_{nk}$  - mômen quán tính và môđun chống uốn của tiết diện dầm tổ hợp khi coi là nguyên khối (không có chuyển vị tương đối giữa hai phân tố ghép tại mặt liên kết). Khi xác định  $J_{nk}$  và  $W_{nk}$  có thể bỏ qua sự giảm yếu của rãnh chêm vì gần trục trung hòa, song cần xét tới sự giảm yếu do lỗ bulông;

$k_J$ ,  $k_W$  - hệ số xét tới độ mềm của liên kết đến mômen quán tính và môđun chống uốn của tiết diện dầm tổ hợp dùng liên kết chêm, cho ở bảng 5-9.

**Bảng 5-9. Giá trị các hệ số  $k_J$  và  $k_W$**

Liên kết chêm	Hệ số	Nhịp dầm L (m)		
		4	6	9
Hai phân tố ghép đặt xít ( $S_0 = 0$ )	$k_J$	0,5	0,65	0,75
	$k_W$	0,75	0,85	0,90
Hai phân tố ghép đặt cách ( $S_0 \neq 0$ )	$k_J$	-	0,70	0,7
	$k_W$	-	0,85	0,90

*Chú thích:*  $S_0$  - khoảng cách trong giữa hai phân tố ghép

- Nếu các chêm được bố trí để chịu lực như nhau, thì số lượng chêm cần thiết cho một dầm được tính theo công thức:

$$n_{ch} \geq \frac{T}{[T]_{\min}^c} \quad (5.35)$$

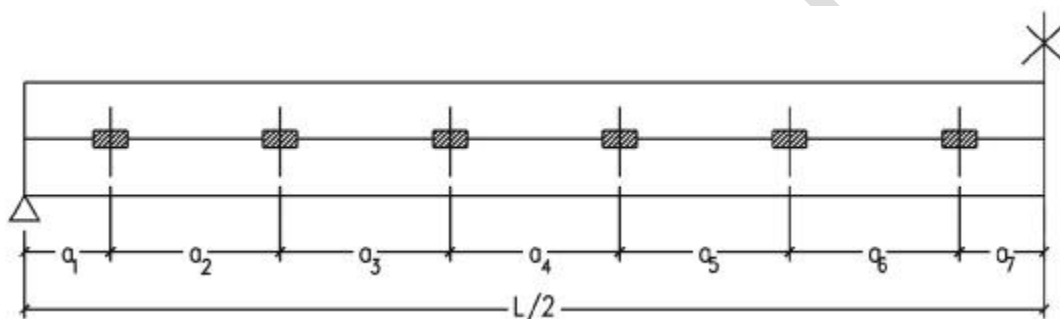
trong đó:

$[T]_{\min}^c$  - khả năng chịu lực nhỏ nhất của một chêm;

T - tổng lực trượt giữa hai phân tố ghép:

$$T = \frac{S_{nk}}{J_{nk}} \int_0^L Q(z) dz \quad (5.36)$$

Với dầm đơn chịu tải trọng phân bố đều  $q$  có:  $T = \frac{S_{nk}}{J_{nk}} \times \frac{qL^2}{4}$ , khi các chêm bố trí chịu lực bằng nhau, thì khoảng cách trung tâm giữa các chêm cho trong bảng 5-10 (xem hình 5-6).



**Hình 5-6. Khoảng cách giữa các chêm trong dầm tổ hợp**

**Bảng 5-10. Khoảng cách trung tâm giữa các chêm**

Số chêm cho nửa dầm	Giá trị hệ số $\alpha$						
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$
3	0,0443	0,1038	0,1594	0,1925	0	0	0
4	0,0325	0,0727	0,0899	0,1381	0,1667	0	0
5	0,0259	0,0561	0,0650	0,0804	0,1235	0,1491	0
6	0,0215	0,0458	0,0512	0,0593	0,0734	0,1127	0,1361

**Chú thích:**

$a = \alpha.L$  - khoảng cách trung tâm giữa các chêm;  
L - chiều dài nhịp dầm.

#### 5.4.2. Cột tổ hợp chịu nén trung tâm

Cột tổ hợp chịu nén trung tâm ghép bằng nhiều thanh gỗ, được liên kết với nhau bằng chốt để cùng chịu lực (hình 5-7). Cột tổ hợp không có bản đệm (hình 5-7a) và loại có bản đệm (hình 5-7b), được tính toán theo công thức sau:

- Kiểm tra ổn định của cột tổ hợp đối với trục vuông góc với mặt phẳng nối (trục x-x) được tiến hành như cột nguyên khối.
- Kiểm tra ổn định của cột tổ hợp đối với trục song song với mặt phẳng nối (trục y-y) theo công thức sau:

$$\frac{N}{\varphi_y F} \leq R_n \quad (5.37)$$

trong đó:

$\varphi_y$  - hệ số uốn dọc, được tính theo công thức (5.12) có xét tới độ mềm của liên kết, do đó khi tính  $\varphi_y$  cần thay  $\lambda_y$  bằng  $\lambda_y^{td}$ :

$$\begin{aligned} \lambda_y^{td} &= \sqrt{(\mu_y \lambda_y)^2 + \lambda_1^2} \\ &\leq \frac{L_{0y}}{\sqrt{\frac{\sum J}{\sum F}}} \end{aligned} \quad (5.38)$$

trong đó:

$\lambda_y$  - độ mảnh của cột đối với trục y khi coi cột ghép như cột nguyên khối;

$\mu_y$  - hệ số xét tới độ mềm của liên kết:

$$\mu_y = \sqrt{1 + k_o \frac{bh}{L_{0y}^2} \times \frac{n_m}{n_c}} \quad (5.39)$$

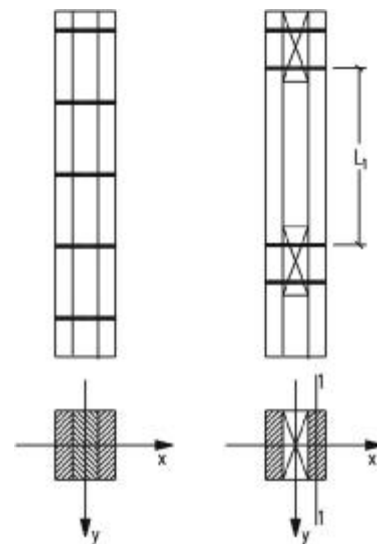
b, h - bề rộng và chiều cao của tiết diện ghép (tính bằng cm);

$L_{0y}$  - chiều dài tính toán của cột đối với trục y (tính bằng m);

$n_m$  - số mặt liên kết song song với trục y;

$n_c$  - số liên kết bị cắt trên 1 mét dài trong một mặt liên kết;

$k_o$  - hệ số xét tới độ mềm của liên kết, cho ở bảng 5-11.



**Hình 5-7. Cột tổ hợp liên kết chốt tròn**



**Bảng 5-11. Giá trị hệ số  $k_o$** 

Loại liên kết	Hệ số $k_o$	
	Cột chịu nén trung tâm	Cột chịu nén lệch tâm
- Đinh	$\frac{1}{10d^2}$	$\frac{1}{5d^2}$
- Chốt thép tròn		
• $d \leq a/7$	$\frac{1}{5d^2}$	$\frac{1}{2,5d^2}$
• $d > a/7$	$\frac{1,5}{ad}$	$\frac{3}{ad}$

Chú thích: a, d tính bằng cm.

$\lambda_1$  - độ mảnh của nhánh cột đối với trục 1-1 đi qua trọng tâm của nó song song với trục y-y,

$$\lambda_1 = \frac{L_1}{r_1} \quad (5.40)$$

$r_1$  - bán kính quán tính của nhánh đối với trục 1-1;

$L_1$  - chiều dài tính toán của nhánh đối với trục 1-1 (khoảng cách trong giữa hai bản đệm tính từ hai chốt ngoài cùng ở bản đệm), khi  $L_1 \leq 7a$  có thể lấy  $\lambda_1 = 0$ ;

$\Sigma J$  - tổng mômen quán tính của tiết diện ngang của các phân tố đối với trục qua trọng tâm của chúng và song song với trục y-y.

#### 5.4.3. Cột tổ hợp chịu nén lệch tâm (nén-uốn)

- Kiểm tra về cường độ của cột tổ hợp chịu nén lệch tâm trong mặt phẳng uốn, có xét tới mômen uốn phụ do lực nén sinh ra khi có biến dạng ngang, theo công thức:

$$\frac{N}{F_{th}} + \frac{M_o}{\xi k_w W_t} \times \frac{R_n}{R_u} \leq R_n \quad (5.41)$$

trong đó: 
$$\xi = 1 - \frac{(\lambda_y^{td})^2 N}{3100 R_n F_{ng}}$$

- Kiểm tra ổn định của nhánh cột theo công thức sau:

$$\frac{N}{F_{th}} + \frac{M_o}{\xi W_t} \times \frac{R_n}{R_u} \leq \varphi_1 R_n \quad (5.42)$$

trong đó  $\varphi_1$  là hệ số uốn dọc của nhánh ứng với độ mảnh của nhánh  $\lambda_1$ .

**Chương 5 241****KẾT CẤU GỖ 241****5.1. Vật liệu gỗ và c- ờng độ của gỗ 241**

5.1.1. Vật liệu gỗ dùng trong kết cấu 241

5.1.2. Cường độ tính toán của gỗ 241

**5.2. Tính toán cấu kiện bằng gỗ nguyên khối 243**

5.2.1. Cấu kiện chịu uốn phẳng 243

5.2.2. Cấu kiện chịu uốn xiên 245

5.2.3. Cấu kiện chịu kéo trung tâm 245

5.2.4. Cấu kiện chịu nén trung tâm 246

5.2.5. Cấu kiện chịu kéo lệch tâm (kéo-uốn) 247

5.2.6. Cấu kiện chịu nén lệch tâm (nén-uốn) 247

**5.3. Tính toán liên kết trong kết cấu gỗ 248**

5.3.1. Liên kết mộng 248

5.3.2. Liên kết chêm 250

5.3.3. Liên kết chốt hình trụ tròn 251

**5.4. Tính toán phân tố tổ hợp kết cấu gỗ 254**

5.4.1. Dầm tổ hợp chịu uốn phẳng 254

5.4.2. Cột tổ hợp chịu nén trung tâm 255

5.4.3. Cột tổ hợp chịu nén lệch tâm (nén-uốn) 257