

## Mục lục

Lời nói đầu .....	3
<b>1 Phạm vi áp dụng .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Tiêu chuẩn viện dẫn .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Thuật ngữ và ký hiệu .....</b>	<b>6</b>
3.1 Thuật ngữ và định nghĩa .....	6
3.2 Ký hiệu.....	6
<b>4 Quy định chung .....</b>	<b>8</b>
<b>5 Móng nông .....</b>	<b>9</b>
5.1 Sức chịu tải của nền đất .....	9
5.2 Ổn định của móng .....	12
5.3 Độ lún của nền đất.....	13
5.4 Tính toán móng.....	14
5.5 Yêu cầu cấu tạo.....	14
<b>6 Móng cọc.....</b>	<b>15</b>
6.1 Quy định chung.....	15
6.2 Tính toán móng.....	15
6.2.1 Tính toán cọc.....	15
6.2.2 Tính toán đài cọc .....	16
6.3 Yêu cầu cấu tạo.....	19
<b>7 Đài móng hỗn hợp.....</b>	<b>20</b>
7.1 Quy định chung.....	20
7.2 Tính toán đài móng hỗn hợp.....	20
7.3 Yêu cầu cấu tạo.....	21
<b>8 Thi công.....</b>	<b>22</b>
<b>9 Kiểm tra và nghiệm thu .....</b>	<b>23</b>
9.1 Kiểm tra và nghiệm thu hố móng .....	23
9.2 Kiểm tra và nghiệm thu móng, đài cọc.....	23
9.3 Kiểm tra và nghiệm thu cọc.....	23
9.4 Kiểm tra và nghiệm thu cột thép tổ hợp rỗng .....	25
<b>Phụ lục A (quy định) Tính toán tải trọng gió .....</b>	<b>26</b>
A.1 Áp lực gió .....	26
A.2 Trạng thái gió.....	26
A.3 Tính toán tải trọng gió .....	27
A.4 Các hệ số hình dạng.....	28
<b>Phụ lục B (tham khảo) Tính toán nén thủng đài cọc .....</b>	<b>34</b>



## Lời nói đầu

**TCVN .....: 202X** do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng - Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.



## Móng cần trục tháp – Thiết kế, thi công và nghiệm thu

### *Tower crane foundation – Design, Construction and Acceptance*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này được áp dụng để thiết kế, thi công và nghiệm thu móng bê tông cốt thép của cần trục tháp (TCVN 8242-3: 2009) có thân tháp quay hoặc không quay, có cần nâng hạ hoặc nằm ngang, đặt cố định (tĩnh tại) phục vụ quá trình thi công xây dựng công trình.

Khi thiết kế, thi công và nghiệm thu móng cần trục tháp, ngoài việc tuân thủ tiêu chuẩn này, cần tuân thủ các quy định của tiêu chuẩn khác có liên quan.

#### 2 Tiêu chuẩn viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 2737, *Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế*;

TCVN 4244: 2005, *Thiết bị nâng – Thiết kế, chế tạo và kiểm tra kỹ thuật*;

TCVN 4447: 2012, *Công tác đất – Thi công và nghiệm thu*;

TCVN 4453: 1995, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối – Quy phạm thi công và nghiệm thu*;

TCVN 5574: 2018, *Kết cấu bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế*;

TCVN 5575: 2012, *Kết cấu thép – Tiêu chuẩn thiết kế*;

TCVN 7549-3: 2007, *Cần trục – Sử dụng an toàn. Phần 3: Cần trục tháp*;

TCVN 8242-3: 2009, *Cần trục – Từ vừng. Phần 3: Cần trục tháp*;

TCVN 9361: 2012, *Công tác nền móng – Thi công và nghiệm thu*;

TCVN 9362: 2012, *Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình*;

TCVN 9385: 2012, *Chống sét cho công trình xây dựng – Hướng dẫn thiết kế, kiểm tra và bảo trì hệ thống*;

TCVN 9394: 2012, *Đóng và ép cọc – Thi công và nghiệm thu*;

TCVN 9395: 2012, *Cọc khoan nhồi – Thi công và nghiệm thu*;

TCVN 9403: 2012, *Gia cố đất nền yếu – Phương pháp trụ đất xi măng*;

TCVN 10304: 2014, *Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế*;

TCVN 11832: 2017, *Gia cố nền đất yếu – Phương pháp gia cố toàn khối*.

### 3 Thuật ngữ và ký hiệu

#### 3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau đây:

##### 3.1.1 Chỉ dẫn kỹ thuật cần trực tháp (*manufacturer's instructions*)

Chỉ dẫn kỹ thuật cần trực tháp là tập hợp các yêu cầu kỹ thuật dựa trên các quy chuẩn kỹ thuật, tiêu chuẩn được áp dụng cho thiết kế, chế tạo, lắp dựng, vận hành, bảo trì, sửa chữa cần trực tháp do nhà chế tạo cần trực tháp cung cấp.

##### 3.1.2 Móng kiểu hỗn hợp (*combined foundation*):

Được tạo thành bằng cách tận dụng kết cấu công trình đã có kết hợp với hệ gia cường tạm (như cột thép tổ hợp rỗng hoặc cột ống thép, liên kết với đài móng bê tông hoặc bệ thép phía trên) để đảm bảo khả năng làm việc bình thường của cần trực tháp.

##### 3.1.3 Tải dằn (*base ballast*)

Các khối bê tông đúc sẵn, được đặt trên móng lắp ghép của cần trực tháp, bổ sung thêm trọng lượng cho móng lắp ghép.

##### 3.1.4 Trạng thái đang làm việc (*in-service state*)

Trạng thái cần trực tháp đang điều khiển tải ở tốc độ gió cho phép theo quy định của tiêu chuẩn và/ hoặc nhà sản xuất.

##### 3.1.5 Trạng thái không làm việc (*out of service state*)

Trạng thái trong đó cần trực tháp không được sử dụng, không có tải trên bộ phận móc theo quy định của tiêu chuẩn và/ hoặc nhà sản xuất.

### 3.2 Ký hiệu

#### 3.2.1 Đặc trưng hình học

- $A$  là diện tích đáy móng;
- $a$  là khoảng cách từ điểm đặt hợp lực đến cạnh đáy móng có áp lực lớn nhất;
- $a_x$  là khoảng cách từ điểm đặt hợp lực  $e_x$  đến mép móng;
- $a_y$  là khoảng cách từ điểm đặt hợp lực  $e_y$  đến mép móng;
- $b$  là chiều dài cạnh đáy móng hình vuông;
- $c$  là khoảng cách theo phương ngang từ mép móng đến đỉnh mái dốc;
- $c_1, c_2$  là khoảng cách theo phương ngang từ mép trong của cọc góc tới mép ngoài của đài cọc;

$d$	là chiều sâu đặt móng;
$e_x$	là khoảng cách lệch tâm theo phương x;
$e_y$	là khoảng cách lệch tâm theo phương y;
$h$	là chiều cao móng (đài cọc);
$h_0$	là chiều cao làm việc của đài cọc;
$n$	là tổng số cọc dưới đáy đài cọc;
$s_1, s_2$	là độ lún của hai cạnh móng theo hướng nghiêng của móng;
$x_i, y_i$	là tọa độ tim cọc thứ $i$ theo hệ trục tọa độ trọng tâm nhóm cọc tại cao trình đáy đài;
$x_j, y_j$	là tọa độ tim cọc thứ $j$ cần tính toán theo hệ trục tọa độ trọng tâm nhóm cọc tại cao trình đáy đài.
$\alpha$	là góc nghiêng mái dốc;
$\theta$	là độ nghiêng của đáy móng.

### 3.2.2 Ngoại lực và nội lực

$F_d$	là tải trọng thẳng đứng tính toán tại mặt trên móng (đài cọc);
$F_n$	là lực ngang tính toán tại mặt trên móng;
$F_{nx}, F_{ny}$	là lực ngang tính toán tại mặt trên đài cọc theo phương x và y tương ứng;
$G$	là trọng lượng bản thân tính toán móng, tải dẫn và đất trên nó hoặc dưới nước theo trọng lượng thể tích đẩy nổi (nếu có);
$M$	là mô men uốn tính toán tại mặt trên móng (đài cọc);
$M_x, M_y$	là mô men uốn tính toán theo hệ trục tọa độ trọng tâm nhóm cọc quanh trục x và y tương ứng tại mặt trên móng (đài cọc);
$N$	là lực dọc tính toán trung bình lên cọc;
$N_i$	là phản lực tính toán dọc trục của cọc thứ $i$ , không bao gồm trọng lượng bản thân của đài cọc và đất trên nó;
$N_j$	là lực dọc tính toán lên đầu cọc thứ $j$ ;
$N_{goc}$	là lực dọc trục tính toán của cọc góc đài, không bao gồm trọng lượng bản thân của đài cọc và đất trên nó;
$N_{max}$	là lực dọc tính toán lớn nhất lên cọc;
$p$	là áp lực tính toán trung bình tại đáy móng;
$p_{max}, p_{min}$	là áp lực tính toán lớn nhất và nhỏ nhất tại cạnh đáy móng;
$p_t$	là áp lực tính toán tại mép cột của cần trục tháp;
$T_{max}, T_{min}$	là giá trị tính toán tải trọng tập trung của hai cột trên đường chéo khi mô men lật của

- cần trục tháp có hướng theo đường chéo của mặt cắt thân cần trục tháp;
- $W$  là mô men kháng uốn tiết diện đáy móng;
- $W_x, W_y$  là mô men kháng uốn của móng quanh trục x và y tương ứng.
- $\Phi$  là sức chịu tải cho phép của nền đất.

### 3.2.3 Đặc trưng vật liệu

- $R_{bt}$  là cường độ chịu kéo tính toán dọc trục của bê tông đài móng.

### 3.2.4 Hệ số tính toán

- $k$  là hệ số an toàn.

## 4 Quy định chung

**4.1** Việc thiết kế và thi công móng bê tông cốt thép cần trục tháp cần dựa trên báo cáo khảo sát địa chất có tính đến các yếu tố như loại kết cấu công trình, điều kiện xây dựng, yêu cầu sử dụng và chi phí dự án, phù hợp với điều kiện địa phương và xây dựng an toàn.

**4.2** Thiết kế móng cần trục tháp phải tuân theo các quy định của tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018, TCVN 5575: 2012 và các tiêu chuẩn khác có liên quan. Khi thiết kế móng cần trục tháp cần được cấp đầy đủ các tài liệu về tải trọng, tính năng kỹ thuật của cần trục tháp cố định lắp ráp với nó.

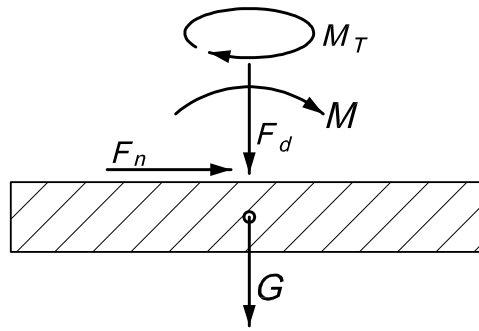
**4.3** Thiết kế móng cần trục tháp cần được tính toán lần lượt theo trạng thái đang làm việc và không làm việc. Tải trọng ở trạng thái đang làm việc bao gồm tải trọng bản thân, tải trọng nâng, tải trọng gió và móng của cần trục tháp, với hệ số tổ hợp, trong đó tải trọng nâng không bao gồm hệ số động lực (TCVN 4244: 2005). Tải trọng ở trạng thái không làm việc bao gồm tải trọng bản thân, tải trọng gió và móng của cần trục tháp.

**4.4** Khi thiết kế móng cần trục tháp, tải trọng gió được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 4244: 2005 (xem phụ lục A), các tải trọng khác cũng như tổ hợp được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 2737. Hệ số tầm quan trọng của công trình cần được lấy bằng 1.

**4.5** Tải trọng tác dụng lên móng bao gồm lực thẳng đứng ( $F_d$ ), lực ngang ( $F_n$ ), mô men uốn ( $M$ ), mô men xoắn ( $M_T$ ) (do tải trọng bản thân của cần trục tháp, tải trọng nâng, tải trọng gió, ...) ở trạng thái đang làm việc và không làm việc, tải trọng bản thân của móng, tải dằn và đất trên nó ( $G$ ), xem Hình 1. Các tải trọng này có thể được xác định từ các phương pháp phân tích nội lực kết cấu cần trục tháp.

**4.6** Khi thiết kế móng cần trục tháp nếu không có điều kiện xác định chính xác các tải trọng tính toán thì có thể sử dụng các thông số được nêu trong chỉ dẫn kỹ thuật cần trục tháp do nhà chế tạo cần trục tháp cung cấp (chỉ dẫn kỹ thuật cần trục tháp) nhưng cần phù hợp với hệ thống tiêu chuẩn về tải trọng hiện hành. Nếu áp lực gió được nêu trong chỉ dẫn kỹ thuật cần trục tháp nhỏ hơn tiêu chuẩn TCVN 4244: 2005 thì áp lực gió phải được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 4244: 2005.





**Hình 1 - Các tải trọng tác dụng lên móng**

**4.7** Chiều cao tính toán ( $H$ ) khi cần trục tháp ở trạng thái độc lập cần được tính từ bề mặt trên móng tới một nửa đỉnh tháp hoặc đỉnh cần trục tháp đối với cần trục tháp đầu bằng.

**4.8** Hình dạng móng cần trục tháp cần được xác định dựa trên điều kiện địa chất công trình, đặc tính tải trọng và quy định về ổn định của cần trục tháp, điều kiện hiện trường, chỉ tiêu kỹ thuật và kinh tế, và kết hợp với chỉ dẫn kỹ thuật cần trục tháp. Móng cần trục tháp nên có dạng hình vuông hoặc hình chữ nhật với tỷ lệ giữa kích thước các cạnh nhỏ hơn hoặc bằng 1,1.

**4.9** Khi xác định độ sâu đặt móng cần tính đến các yếu tố như điều kiện địa chất, giá trị tải trọng cần trục tháp. Cao độ mặt trên móng không nên vượt quá cao độ mặt đất tự nhiên hiện trường.

**4.10** Nền và móng cần trục tháp cần được tính theo các quy định sau đây:

- a) Nền và móng cần trục tháp cần tuân thủ các quy định có liên quan đến khả năng chịu lực.
- b) Độ lún, độ lún lệch cho phép của móng cần trục tháp không được vượt quá các giá trị được quy định tại 5.3.4.

**4.11** Khi thiết kế móng cần trục tháp, có thể sử dụng báo cáo khảo sát địa chất công trình của dự án. Trong trường hợp cần thiết, có thể bổ sung điểm thăm dò tại vị trí móng cần trục tháp.

**4.12** Móng cần trục tháp cần được trang bị các thiết bị nối đất chống sét với giá trị điện trở được quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật cần trục tháp và phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 7549-3: 2007, TCVN 9385: 2012.

**4.13** Không lắp ráp hoặc vận hành cần trục tháp khi vận tốc gió từ cấp 5 (thang sức gió Beaufort) trở lên hoặc theo quy định của nhà sản xuất. Khi có bão phải có các biện pháp phù hợp đảm bảo an toàn cho cần trục tháp như: cơ cấu phanh chuyển động quay được nhả ra để cho cần trục tự do quay trong gió, có các thiết bị phụ như dây giằng hoặc neo giữ đảm bảo ổn định khi cần trục tháp không hoạt động, ...

## **5 Móng nông**

### **5.1 Sức chịu tải của nền đất**

**5.1.1** Khi vị trí điểm đặt hợp lực của các tải trọng tác dụng lên móng, nằm trong vùng lõi ( $p_{\min} \geq 0$ ) (Hình

5b), áp lực tại đáy móng có thể được tính theo công thức sau:

a) Đối với trường hợp lệch tâm một phương

$$p_{\max} = \frac{F_d + G}{A} + \frac{M + F_n \times h}{W} \quad (1)$$

$$p_{\min} = \frac{F_d + G}{A} - \frac{M + F_n \times h}{W} \quad (2)$$

b) Đối với trường hợp lệch tâm hai phương

$$p_{\max} = \frac{F_d + G}{A} + \frac{M_x + F_{ny} \times h}{W_x} + \frac{M_y + F_{nx} \times h}{W_y} \quad (3)$$

$$p_{\min} = \frac{F_d + G}{A} - \frac{M_x + F_{ny} \times h}{W_x} - \frac{M_y + F_{nx} \times h}{W_y} \quad (4)$$

**5.1.2** Khi vị trí điểm đặt hợp lực của các tải trọng tác dụng lên móng, nằm ngoài vùng lõi ( $p_{\min} < 0$ ), diện tích phần đáy móng cho phép tách khỏi nền đất (giải phóng) không được lớn hơn 1/4 diện tích toàn bộ đáy móng, áp lực tại đáy móng có thể được tính theo công thức sau:

a) Khi móng hình vuông chịu tải trọng lệch tâm một phương (Hình 2).

$$p_{\max} = \frac{2 \times (F_d + G)}{3 \times a \times b} \quad (5)$$

b) Khi móng hình vuông chịu tải trọng lệch tâm hai phương (Hình 3).

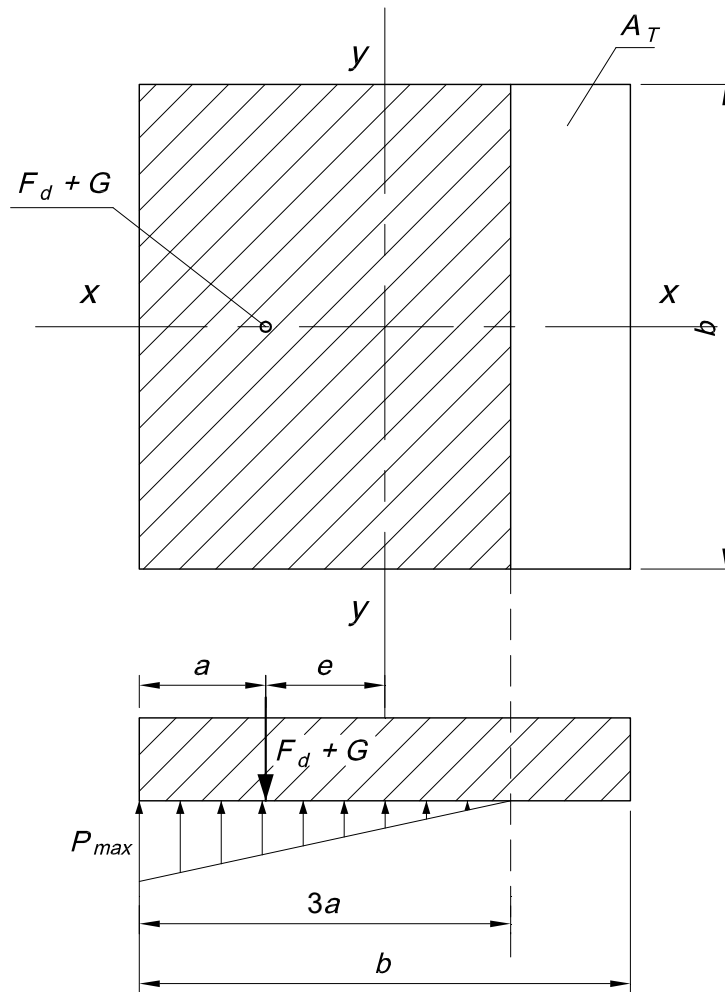
$$p_{\max} = \frac{F_d + G}{3 \times a_x \times a_y} \quad (6)$$

$$a_x = \frac{b}{2} - e_x \quad (7)$$

$$a_y = \frac{b}{2} - e_y \quad (8)$$

$$e_x = \frac{M_y + F_{nx} \times h}{F_d + G} \quad (9)$$

$$e_y = \frac{M_x + F_{ny} \times h}{F_d + G} \quad (10)$$



CHÚ DẪN:

$A_T$  - Diện tích giải phóng;

$e$  - khoảng cách lệch tâm.

**Hình 2 - Áp lực đất đáy móng hình vuông dưới tác dụng của tải trọng lệch tâm một phương (một phần diện tích được giải phóng)**

**5.1.3** Sức chịu tải của móng hình vuông cần tuân theo các quy định sau:

**a)** Trường hợp tải trọng đúng tâm

$$p \leq q_a \quad (11)$$

$$q_a = \frac{\Phi}{k_{tc}} \quad (12)$$

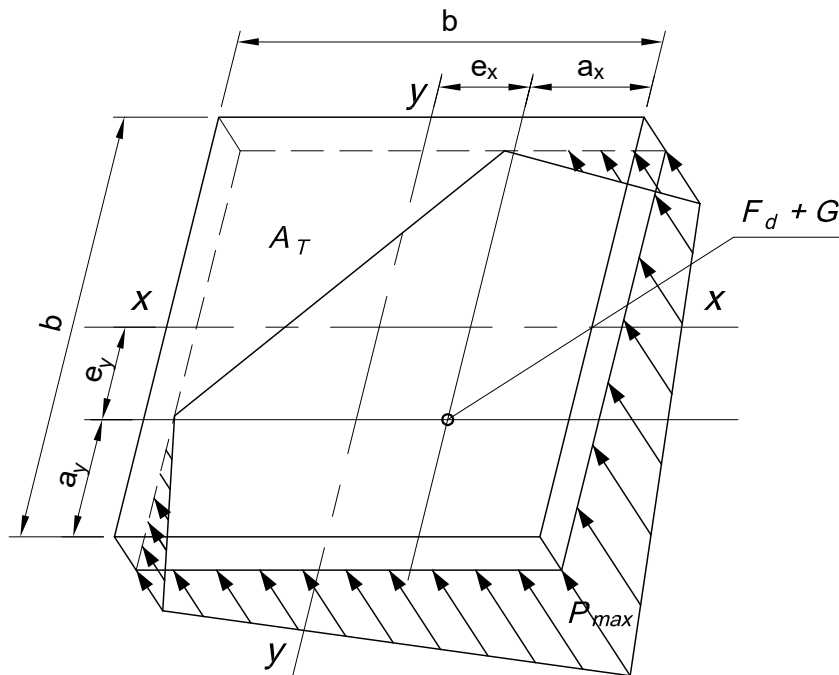
trong đó:

$q_a$  là sức chịu tải tính toán của nền, được xác định theo 4.7.2 của tiêu chuẩn TCVN 9362: 2012;

$k_{tc}$  là hệ số độ tin cậy, lấy không nhỏ hơn 1,2.

**b)** Trường hợp tải trọng lệch tâm, ngoài việc đáp ứng công thức (11) còn tuân theo công thức sau:

$$p_{\max} \leq 1,2 \times q_a \quad (13)$$



**Hình 3 - Áp lực đất đáy móng hình vuông dưới tác dụng của tải trọng lệch tâm hai phương (một phần diện tích được giải phóng)**

**5.1.4** Đối với nền đã được xử lý, sức chịu tải của nền đất gia cố cần được xác định theo các tiêu chuẩn hiện hành tương ứng (ví dụ TCVN 9403: 2012, TCVN 11832: 2017, ...).

**5.1.5** Trong phạm vi tính toán ứng suất các lớp đất, nếu tồn tại lớp đất yếu, sức chịu tải các lớp đất bên dưới cần được kiểm tra theo tiêu chuẩn TCVN 9362: 2012.

**5.1.6** Khi móng cần trục tháp nằm trên nền đá, khi cần thiết có thể sử dụng bu lông neo vào đá.

## 5.2 Ổn định của móng

**a)** Sự ổn định chống lật của móng cần trục tháp cần đáp ứng yêu cầu của công thức sau:

$$M_G \geq k \times (M + F_n \times h) \quad (14)$$

trong đó:

$M_G$  là mô men chống lật tại mặt phẳng đáy móng cần trục tháp (bằng tổng các tích số trọng lượng cần trục tháp, tải dầm, tải trọng bản thân móng, với khoảng cách tương ứng từ điểm đặt lực đó tới mép móng);

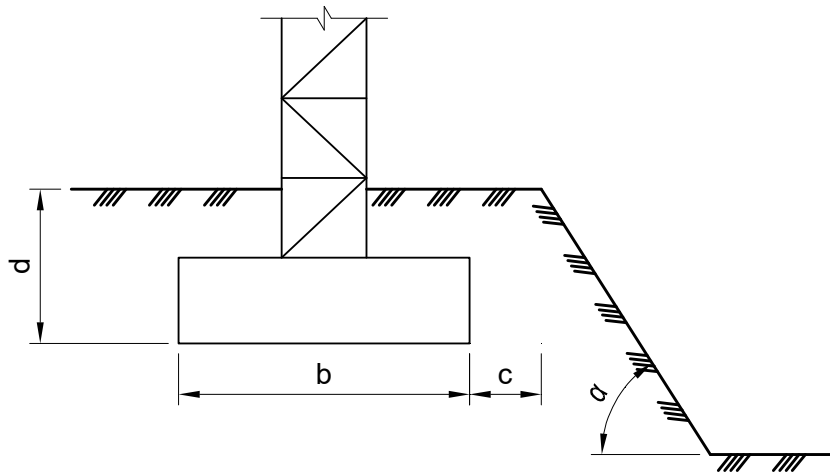
$k$  là hệ số an toàn, không nhỏ hơn 1,2;

**b)** Khoảng cách từ mép móng cần trục tháp tới đỉnh mái dốc (Hình 4) không được nhỏ hơn 2,5 m và tuân theo các yêu cầu sau:

$$c \geq 2,5 \times b - \frac{d}{\tan \alpha} \quad (15)$$

Khi móng cần trục tháp nằm gần mái dốc và không tuân thủ các quy định tại công thức (15) của tiêu

chuẩn này, cần kiểm tra độ ổn định mái dốc bằng phương pháp mặt trượt trụ tròn với hệ số an toàn nhỏ nhất bằng 1,2 hoặc phương pháp Bishop - hệ số an toàn nhỏ nhất bằng 1,4.



Hình 4 - Vị trí móng gần mái dốc

### 5.3 Độ lún của nền đất

**5.3.1** Khi giá trị đặc trưng sức chịu tải cho phép của lớp đất chịu lực chủ yếu ( $q_a$ ) không nhỏ 130 kPa, đồng thời đất dính có chỉ số độ sệt  $I_L$  không lớn hơn 0,75, đất cát có độ chặt vừa<sup>1</sup>, không cần tiến hành kiểm tra độ lún nền đất tự nhiên của móng cần trực tháp.

CHÚ THÍCH: Lớp đất chịu lực chính của móng có chiều dày  $1,5b$  ( $b$  là chiều rộng móng). Tuy nhiên, trong mọi trường hợp, chiều dày lớp đất chịu lực không nhỏ hơn 5 m.

**5.3.2** Khi nền đất dưới móng cần trực tháp có một trong các điều kiện sau, độ lún nền đất cần được kiểm tra:

- Các lớp đất san lấp gần móng có thể gây ra độ lún không đều lớn.
- Dưới đáy móng có lớp đất yếu hoặc lớp đất lấp có chiều dày lớn.

**5.3.3** Tính toán độ lún, độ lún lệch của nền đất dưới móng cần thực hiện theo các tiêu chuẩn hiện hành (TCVN 9362: 2012). Trong đó độ lún lệch có thể xác định bằng phương pháp điểm góc

**5.3.4** Độ lún của móng không được lớn hơn 50 mm, độ lún lệch ( $\tan \theta$ ) không được lớn hơn 0,001 và cần được tính theo công thức dưới đây:

$$\tan \theta = \frac{|s_1 - s_2|}{b} \quad (16)$$

trong đó:

$b$  là chiều rộng đáy móng theo hướng nghiêng của móng.

<sup>1</sup> Cát có độ chặt vừa khi:

- đối với đất cát sỏi, đất cát hạt thô và đất cát hạt trung, hệ số rỗng  $e > 0,55$ ;
- đối với đất cát hạt nhỏ, hạt mịn, hệ số rỗng  $e \geq 0,60$ .

## 5.4 Tính toán móng

**5.4.1** Cốt thép của móng cần được tính toán chịu uốn và cắt tuân theo tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018.

**5.4.2** Khi tính sức chịu tải của móng, diện tích móng xung quanh 4 cột (thanh cánh) của thân cần trực tháp xem như là liền khối, vị trí mặt cắt tính toán chịu uốn và chịu cắt nguy hiểm là tại mép cột (Hình 5).

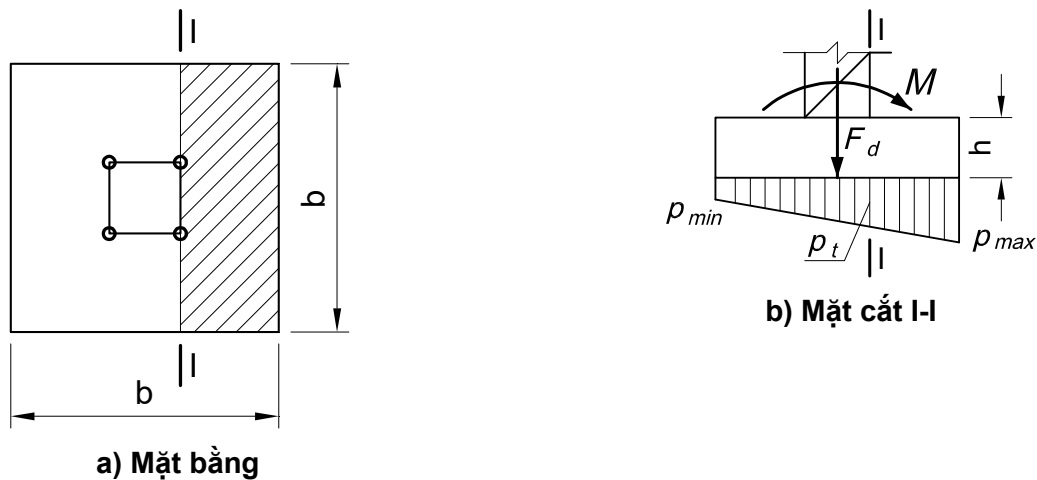
Phản lực tính toán dưới đáy móng được lấy bằng giá trị áp lực trung bình được xác định theo công thức sau:

$$p = \frac{p_{\max} + p_t}{2} \quad (17)$$

trong đó:

$p_{\max}$  là áp lực tính toán lớn nhất tại cạnh đáy móng, được xác định theo 5.1.3 hoặc 5.1.4 của tiêu chuẩn này;

$p_t$  là áp lực tính toán tại mép cột của cần trực tháp, được xác định theo 5.1 của tiêu chuẩn này.



Hình 5 - Áp lực đất đáy móng

## 5.5 Yêu cầu cấu tạo

**5.5.1** Chiều cao móng cần trực tháp cần tuân thủ yêu cầu chống lực kéo của các chi tiết chôn sẵn, không nên nhỏ hơn 1000 mm, không nên sử dụng móng có độ dốc hoặc móng có tiết diện hình bậc thang.

**5.5.2** Bê tông móng có cấp cường độ chịu nén không nhỏ hơn B15, cấp cường độ chịu nén của bê tông lót không thấp hơn B10, chiều dày lớp bê tông lót không nhỏ hơn 100 mm.

**5.5.3** Đường kính cốt thép dọc lớp trên và lớp dưới của móng không nhỏ hơn 12 mm và khoảng cách giữa các thanh không lớn hơn 200 mm. Cốt thép lớp trên và lớp dưới được liên kết bằng thanh thép đứng có khoảng cách không lớn hơn 500 mm. Diện tích tiết diện cốt thép chịu nén không nhỏ hơn một nửa diện tích cốt thép chịu kéo.

**5.5.4** Bu lông neo và chi tiết chôn sẵn trong móng cần tuân thủ các quy định theo chỉ dẫn của chỉ dẫn

kỹ thuật cần trực tháp, và cần bố trí các tấm cố định giữ neo.

## 6 Móng cọc

### 6.1 Quy định chung

**6.1.1** Khi nền đất là đất yếu và việc sử dụng móng nông không đáp ứng các yêu cầu về khả năng chịu lực, độ lún của móng cần trực tháp, móng cọc có thể sử dụng.

**6.1.2** Có thể sử dụng cọc bê tông đúc sẵn, cọc ống ứng lực trước, cọc ống thép hoặc cọc bê tông đổ tại chỗ.

**6.1.3** Mũi cọc nên được chống vào lớp đất có sức chịu tải cao như cát chặt, chặt vừa. Chiều sâu mũi cọc trong lớp chịu lực không nhỏ hơn  $2d$  đối với đất dính,  $1,5d$  đối với đất cát,  $1d$  đối với sỏi. Khi có lớp đất yếu dưới lớp đất chịu lực, chiều dày lớp chịu lực dưới mũi cọc không nhỏ hơn  $3d$ .

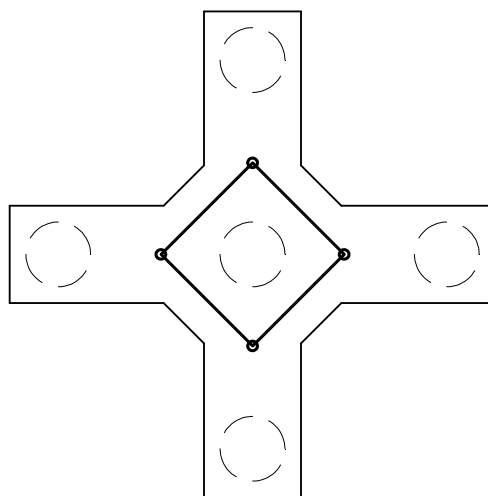
**6.1.4** Thiết kế móng cọc phải tính tải trọng tác động lên đầu cọc, sức chịu tải trọng nén và kéo của cọc và nhóm cọc, tính toán đài cọc ..., không cần tính độ lún của móng cọc khi mũi cọc được chống vào lớp đất có sức chịu tải cao như cát chặt, chặt vừa.

**6.1.5** Thiết kế móng cọc cần tuân theo tiêu chuẩn TCVN 10304: 2014.

### 6.2 Tính toán móng

#### 6.2.1 Tính toán cọc

**6.2.1.1** Tải trọng tác động lên đầu cọc, bao gồm tải trọng thẳng đứng, tải trọng ngang, mô men uốn theo hướng dọc đường chéo của đài cọc hình vuông (tức là hướng đường chéo của thân cần trực tháp) phải được tính toán. Khi sử dụng đài cọc hình chữ thập (Hình 6), mô men uốn và tải trọng ngang tác động phải được tính toán theo hướng dọc trục của bất kỳ dải móng nào, tải trọng thẳng đứng được tính toán cho toàn bộ cọc.



Hình 6 – Mặt bằng móng hình chữ thập

**6.2.1.2** Tải trọng tác dụng lên đầu cọc của móng cần được xác định theo công thức sau đây:

a) Trường hợp tải trọng đúng tâm:

$$N = \frac{F_d + G}{n} \quad (18)$$

b) Trường hợp tải trọng thẳng đứng lệch tâm:

$$N_j = \frac{F_d + G}{n} + \frac{(M_x + F_{ny} \times h) \times y_j}{\sum_{i=1}^n y_i^2} + \frac{(M_y + F_{nx} \times h) \times x_j}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (19)$$

**6.2.1.3** Lực dọc tính toán lên cọc cần tuân thủ công thức sau:

$$N \leq Q_a \quad (20)$$

$$N_{\max} \leq 1,2 \times Q_a \quad (21)$$

Đối với cọc chịu nén:

$$Q_a = \frac{\gamma_0}{\gamma_n \times \gamma_k} \times R_{c,d} \quad (22)$$

Đối với cọc chịu kéo:

$$Q_a = \frac{\gamma_0}{\gamma_n \times \gamma_k} \times R_{t,d} \quad (23)$$

trong đó:

$Q_a$  là sức chịu tải cho phép của cọc, được xác định theo 7.1.11 của tiêu chuẩn TCVN 10304: 2014;

$\gamma_0$  là hệ số điều kiện làm việc, được xác định theo 7.1.11 của tiêu chuẩn TCVN 10304: 2014;

$\gamma_n$  là hệ số tin cậy về tầm quan trọng công trình, lấy bằng 1;

$\gamma_k$  là hệ số tin cậy theo đất, được xác định theo 7.1.11 của tiêu chuẩn TCVN 10304: 2014;

$R_{c,d}$  là trị tính toán sức chịu tải trọng nén;

$R_{t,d}$  là trị tính toán sức chịu tải trọng kéo.

**6.2.1.4** Cọc bê tông cốt thép chịu kéo dọc trục cần được kiểm tra chống nứt với mức độ chống nứt cấp 3 theo tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018.

**6.2.1.5** Đối với cọc ứng lực trước chịu kéo, cần kiểm tra khả năng chịu kéo của cốt thép dọc.

## 6.2.2 Tính toán đài cọc

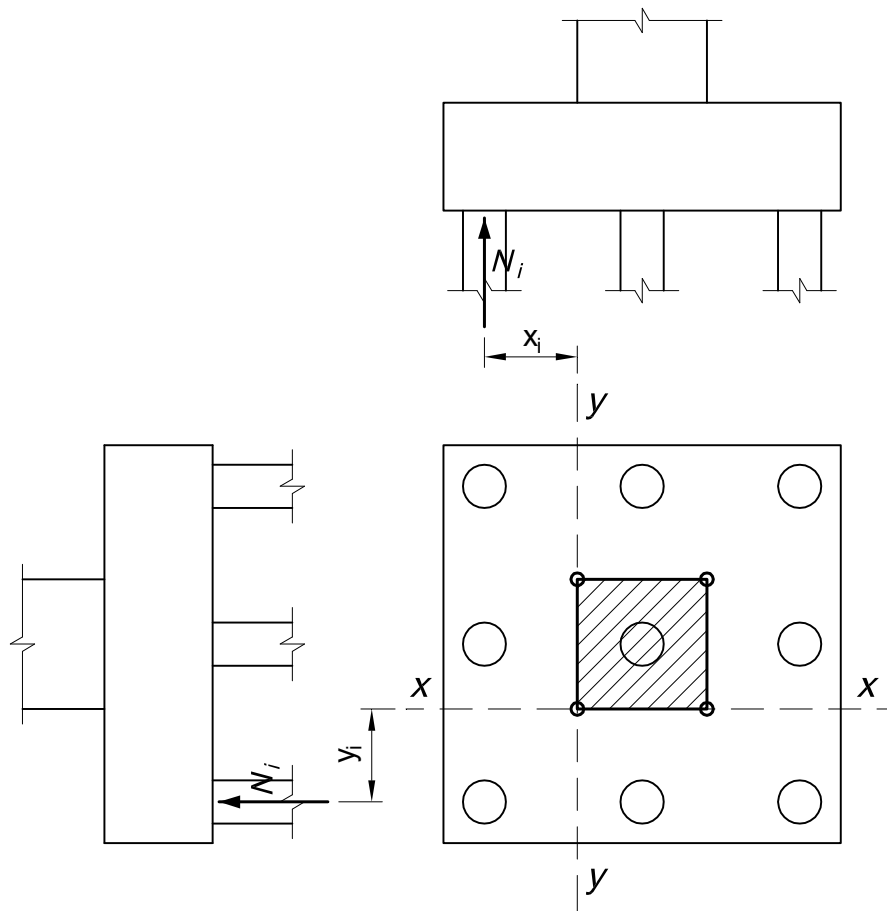
### 6.2.2.1 Tính toán chịu uốn và chịu cắt

**6.2.2.1.1** Đài cọc cần được tính toán chịu uốn và chịu cắt. Mô men uốn và lực cắt được xác định theo 6.2.2.1.2 và 6.2.2.1.3 của tiêu chuẩn này. Khả năng kháng uốn, kháng cắt, cốt thép được tính toán



theo tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018.

**6.2.2.1.2** Với đài cọc hình vuông có nhiều cọc, mô men uốn tại vị trí mép cột (phần tô bóng) (Hình 7) được xác định theo công thức sau:



**Hình 7 - Sơ đồ tính toán mô men uốn đài cọc**

$$M_{xd} = \sum N_i \times y_i \quad (24)$$

$$M_{yd} = \sum N_i \times x_i \quad (25)$$

trong đó:

$M_{xd}$ ,  $M_{yd}$  là mô men uốn tính toán tại mặt dưới đài cọc quanh trục x và y tương ứng;

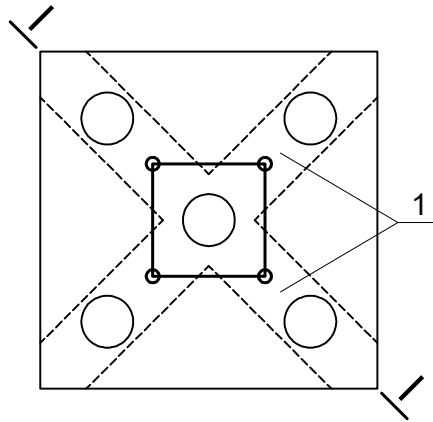
$x_i$ ,  $y_i$  là khoảng cách từ tâm cọc đến mặt cắt tính toán tương ứng theo hướng trục x và y tương ứng.

**6.2.2.1.3** Khả năng kháng cắt của đài cọc tại tiết diện được tính toán theo tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018.

**6.2.2.1.4** Khi dưới đài cọc, có 4 đến 5 cọc, nên bố trí dầm chìm nằm trên đầu cọc (Hình 8).

**6.2.2.1.5** Khi tính mô men uốn và lực cắt của dầm chìm đối với đài cọc hình chữ thập, cọc có thể xem như gối cố định và có thể tính toán như dầm đơn giản hoặc liên tục (Hình 8, Hình 9), mô men uốn tính toán  $M$  tác dụng theo hướng dọc trục của bất kỳ dầm nào, tải trọng thẳng đứng tính toán  $F_d$  tác dụng

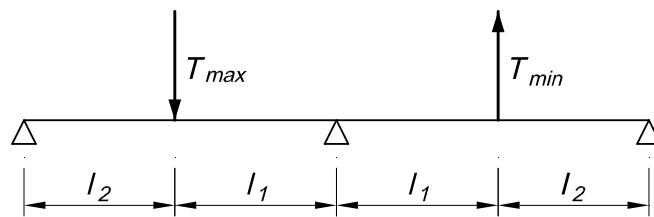
lên toàn bộ móng. Dầm liên tục bên trong nên bố trí cốt thép chịu mô men dương và âm đối xứng. Diện tích thép chịu nén của dầm đơn giản không nhỏ hơn một nửa diện tích thép chịu kéo. Chiều rộng tính toán mặt cắt dầm chìm không nhỏ hơn đường kính cọc.



CHÚ DẪN:

1 – Dầm chìm.

**Hình 8 - Bố trí dầm chìm đài cọc**



CHÚ DẪN:

- $l_1, l_2$  là khoảng cách từ tâm cọc đến tâm cột cần trục tháp liên tiếp theo hướng đường chéo của mặt cắt thân cần trục tháp.

**Hình 9 - Sơ đồ tính toán dầm chìm (theo mặt cắt 1-1 Hình 8).**

Giá trị tải trọng tập trung tính toán của hai cột trên đường chéo cần trục tháp (Hình 9) có thể được xác định theo công thức sau:

$$T_{\max} = \frac{F_d}{4} + \frac{M}{l_1} \quad (26)$$

$$T_{\min} = \frac{F_d}{4} - \frac{M}{l_1} \quad (27)$$

trong đó:

$l_1$  là một nửa khoảng cách giữa hai cột theo hướng đường chéo của mặt cắt thân cần trục tháp.

### 6.2.2.2 Tính toán nén thủng

Đài cọc cần được kiểm tra chống nén thủng do các cọc nằm ngoài tháp nén thủng gây ra tuân theo tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018. Khả năng chống nén thủng của đài cọc cần chú ý trường hợp phá hoại do cọc góc gây ra, trường hợp này có thể được tính toán theo Phụ lục B của tiêu chuẩn này.

### 6.3 Yêu cầu cấu tạo

**6.3.1** Kết cấu móng cọc cần tuân theo các tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018 và TCVN 10304: 2014. Các chi tiết chôn sẵn cần bố trí theo chỉ dẫn kỹ thuật cần trực tháp. Cấp cường độ chịu nén của bê tông đài cọc toàn khối không nhỏ hơn B20. Cấp cường độ chịu nén của bê tông cọc đúc sẵn, cọc khoan nhồi không nhỏ hơn B15, cọc đóng và ép ứng lực trước – không nhỏ hơn B20.

**6.3.2** Cọc cần được thiết kế theo yêu cầu về tính toán và thi công. Hàm lượng cốt thép dọc không nhỏ hơn từ 0,20 % đến 0,65 % cho cọc đổ tại chỗ (cọc có đường kính nhỏ lấy giá trị hàm lượng cốt thép lớn, cọc có đường kính lớn lấy giá trị hàm lượng cốt thép nhỏ), đối với cọc đúc sẵn không nhỏ hơn 0,80 %, đối với cọc ứng lực trước không nhỏ hơn 0,45 %. Cốt thép dọc được bố trí đều theo chu vi cọc, khoảng cách thông thủy giữa chúng không nhỏ hơn 60 mm, đối với cọc bê tông cốt thép không ứng lực trước, cốt thép dọc không nhỏ hơn 6Ø12. Cốt thép đai xoắn ốc với đường kính không nhỏ hơn 6 mm và khoảng cách nên từ 200 đến 300 mm. Trong phạm vi 5 lần đường kính từ đầu cọc, khoảng cách giữa các thép đai nên gần hơn và không lớn hơn 100 mm. Đối với cọc chịu nhỏ hay cọc chống, cần bố trí cốt thép dọc theo chiều dài với tiết diện thép không đổi hoặc theo tính toán. Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép của cọc đổ tại chỗ và cọc đúc sẵn không nhỏ hơn 35 mm, cọc đổ tại chỗ dưới nước không nhỏ hơn 50 mm.

**6.3.3** Đài cọc nên có bản hình vuông hoặc dải chữ thập với chiều cao tiết diện không thay đổi, chiều cao tiết diện không nhỏ hơn 1000 mm và tuân thủ các yêu cầu theo chỉ dẫn kỹ thuật cần trực tháp. Các cọc nên bố trí đều và đối xứng và không nên ít hơn 4 đối với cọc ép, đóng. Khoảng cách từ tâm cọc biên đến mép đài cọc không nhỏ hơn đường kính cọc hoặc cạnh cọc. Khoảng cách từ mép ngoài cọc đến mép đài cọc không nhỏ hơn 250 mm. Vị trí giao nhau của dải chữ thập cần được mở rộng rãnh.

**6.3.4** Có thể tận dụng các cọc sẵn có của công trình. Khi đó cần căn cứ vào vị trí, số lượng, sức chịu tải cọc để thiết kế đài cọc cho phù hợp. Đối với cọc khoan nhồi đường kính lớn hơn hoặc bằng 1 m, cho phép sử dụng 1 cọc, nhưng phải đảm bảo khả năng chịu lực, độ lún và độ lún lệch không vượt quá giới hạn cho phép. Khi đó, cọc được tính toán chịu tác dụng đồng thời của lực đứng, lực ngang và mô men (phương pháp tính toán có thể tham khảo tiêu chuẩn TCVN 10304: 2014). Để giảm lực ngang, mô men lên đầu cọc, có thể liên kết cọc với các đài cọc hoặc công trình xung quanh.

**6.3.5** Cốt thép đài cọc dạng bản được bố trí theo kết quả tính toán và yêu cầu cấu tạo. Đường kính cốt thép không nhỏ hơn 12 mm và khoảng cách không lớn hơn 200 mm, giữa cốt thép lớp trên và lớp dưới bố trí cốt thép gá. Nên bố trí dầm chìm theo phương đường chéo. Đài cọc hình chữ thập cần được bố trí cốt thép theo hai hướng riêng biệt của dải, thép dọc được thiết kế chịu mô men dương và âm. Đường kính thép đai không nhỏ hơn 8 mm và khoảng cách không lớn hơn 200 mm.

**6.3.6** Khi đường kính cọc nhỏ hơn 800 mm, chiều dài cọc ngàm trong đài cọc không nhỏ hơn 50 mm, khi đường kính cọc không nhỏ hơn 800 mm, chiều dài cọc ngàm trong đài cọc không nhỏ hơn 100 mm.

**6.3.7** Chiều dài neo cốt thép cọc trong đài cọc không nhỏ hơn  $35D$  ( $D$  là đường kính cốt thép cọc). Đối với cọc chịu kéo, chiều dài neo cốt thép cọc trong đài cọc tuân theo tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018. Đối

với cọc ống bê tông ứng lực trước, cọc ống thép nên sử dụng các cốt thép neo với số lượng không ít hơn  $6\phi 20$  liên kết lõi cọc vào đài cọc. Khi đó, chiều dài đoạn cốt thép neo liên kết lõi cọc vào đài cọc không nhỏ hơn 2 lần đường kính cọc và không nhỏ hơn 1000 mm, cấp cường độ chịu nén bê tông của phần neo cao hơn cấp cường độ chịu nén đài cọc.

## **7 Đài móng hỗn hợp**

### **7.1 Quy định chung**

**7.1.1** Khi cần trực tháp lắp đặt trong hố móng tầng hầm, căn cứ vào thiết kế kết cấu tầng hầm, bố trí kết cấu xung quanh, điều kiện địa chất công trình và sự thuận tiện trong thi công, móng cần trực tháp có thể bố trí giữa sàn và trần, hoặc trên sàn.

**7.1.2** Móng hỗn hợp có thể được cấu thành bởi bản bê tông hoặc bệ thép, cột thép tổ hợp rỗng hoặc cọc ống thép và cọc đỡ tại chỗ hoặc cọc ống thép (Hình 10).

**7.1.3** Đài móng và cọc được thiết kế theo các quy định được nêu tại chương 6 của tiêu chuẩn này.

**7.1.4** Thiết kế bệ thép cần tuân theo tiêu chuẩn hiện hành về kết cấu thép TCVN 5575: 2012. Bệ thép được tạo thành từ liên kết hàn hoặc bu lông giữa dầm phụ, dầm chính (thép hình) và tấm thép. Dầm chính (thép hình) nên được liên kết hàn với cột thép tổ hợp rỗng.

**7.1.5** Các cọc của cần trực tháp trong tầng hầm cần tránh dầm móng, đài móng, các dải đỡ sau hoặc dải cốt thép.

**7.1.6** Khi thi công đào đất theo từng tầng, cần kịp thời bố trí thanh chống xung quanh cột thép tổ hợp rỗng để liên kết toàn bộ cột thép tổ hợp rỗng (Hình 10). Diện tích mặt cắt ngang của thanh chống không nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang của thanh cánh thuộc cột thép tổ hợp rỗng. Chiều cao mỗi hàn liên kết thanh cánh của thanh chống với thanh bụng không nhỏ hơn 6 mm, chiều dài mỗi hàn góc xung quanh không nhỏ hơn 200 mm. Khi chiều dài tính toán của cột thép tổ hợp rỗng lớn hơn 8 m, phải bố trí cốt thép chống cắt (thanh bụng), khoảng cách theo phương đứng của các cốt thép chống cắt không lớn hơn 6m và có yêu cầu cấu tạo giống thanh chống đứng.

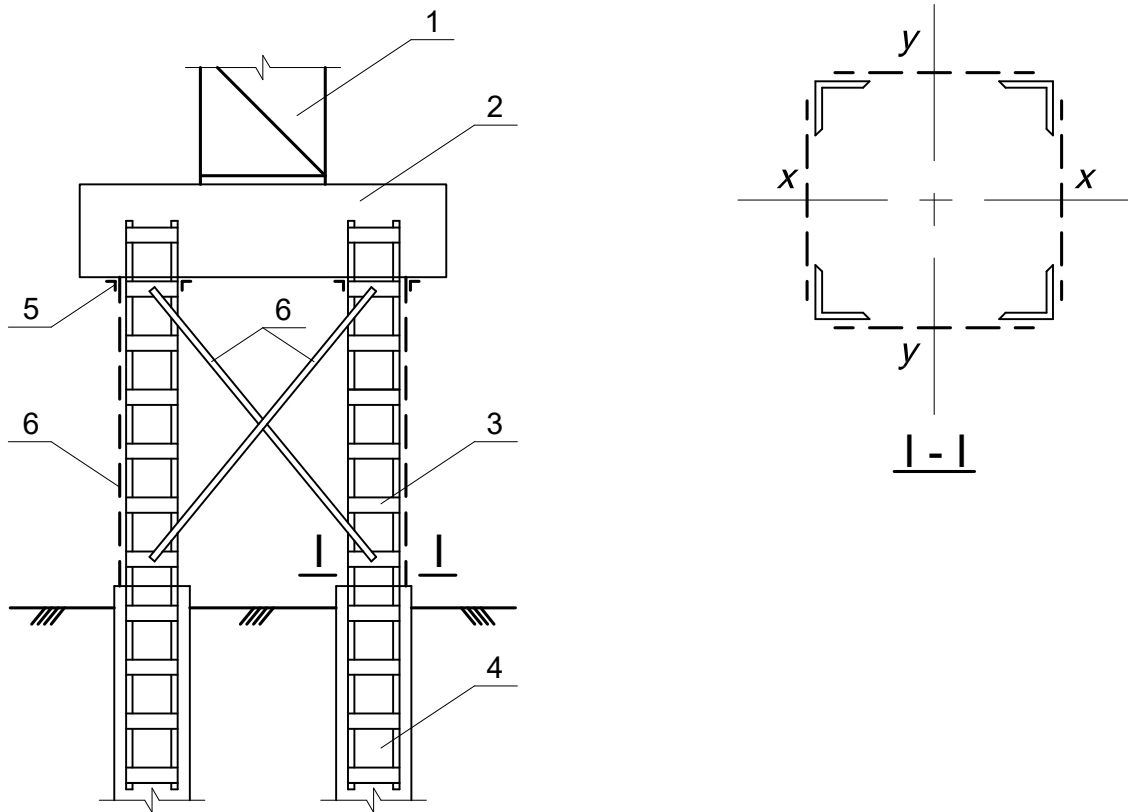
### **7.2 Tính toán đài móng hỗn hợp**

**7.2.1** Tính toán đài móng cần tuân thủ các quy định của tiêu chuẩn TCVN 10304: 2014 và TCVN 5574: 2018. Có thể xem cột thép tổ hợp rỗng như các cọc móng, sức kháng uốn và kháng cắt cần tính toán theo các quy định tại 6.2.2 của tiêu chuẩn này.

**7.2.2** Cột thép tổ hợp rỗng cần được thiết kế theo tiêu chuẩn TCVN 5575: 2012 như cột chịu nén dọc trục, cần lưu ý các nội dung sau đây:

- a) Ổn định tổng thể của cột thép tổ hợp rỗng chịu nén.
- b) Độ mảnh của cột thép tổ hợp rỗng.
- c) Độ mảnh của cấu kiện thuộc cột thép tổ hợp rỗng.

- d) Tính toán thanh bụng chịu lực dọc, lực cắt, mô men uốn.  
 e) Liên kết hàn của cột thép tổ hợp rỗng.



CHÚ DẪN:

- |                     |                        |                           |
|---------------------|------------------------|---------------------------|
| 1 – Cản trực tháp;  | 2 – Bê tông đài móng;  | 3 – Cột thép tổ hợp rỗng; |
| 4 – Cọc đỡ tại chỗ; | 5 – Thép góc chịu lực; | 6 – Giằng thép hình.      |

**Hình 10 - Mặt đứng đài móng hỗn hợp**

### 7.3 Yêu cầu cấu tạo

**7.3.1** Cấu tạo của đài móng bê tông cần tuân thủ các quy định tại 5.2.2 và 6.3 của tiêu chuẩn này, đồng thời phù hợp với chỉ dẫn kỹ thuật cản trực tháp và tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018. Khoảng cách từ mép cột thép tổ hợp rỗng đến mép đài móng (theo phương ngang) và khoảng cách từ đỉnh chân cột thép đến mép dưới đài móng (theo phương đứng) không nhỏ hơn 200 mm.

**7.3.2** Phần dưới của cột thép tổ hợp rỗng cần bố trí trùng với tâm cọc và cần sử dụng bốn thanh cánh hàn đối xứng, kích thước tiết diện ngang (của một cột thép tổ hợp rỗng) không nhỏ hơn 400 mm x 400 mm. Thanh cánh nên sử dụng thép góc đều cạnh và không nên nhỏ hơn L90 mm x 8 mm. Thanh bụng nên sử dụng thanh thép góc hoặc thép tấm. Chiều dài ngàm cột thép tổ hợp rỗng trong đài móng không nhỏ hơn một nửa chiều cao đài móng. Cấu tạo cột thép tổ hợp rỗng cần tuân theo các quy định của tiêu chuẩn TCVN 5575: 2012. Thanh bụng cột thép tổ hợp sử dụng thép góc hoặc thép tấm. Nên sử dụng thép tấm, thuận lợi khi đặt trong lồng cốt thép đai cọc đỡ tại chỗ, hơn nữa thi công đơn giản.

**7.3.3** Cấu tạo cọc đỡ tại chỗ cần tuân thủ các quy định của tiêu chuẩn hiện hành về móng cọc TCVN 10304: 2014, kích thước cọc phải đáp ứng các yêu cầu về việc đặt cột thép tổ hợp rỗng trong lồng cốt

thép đai cọc. Cốt thép đai của cọc đổ tại chỗ, trong phạm vi bao quanh cột thép tổ hợp rỗng, cần được đặt dày và khoảng cách không lớn hơn 100 mm.

**7.3.4** Chiều dài neo cột thép tổ hợp rỗng trong đài móng (phía trên) phải đáp ứng yêu cầu về sức kháng kéo, nên hàn thép góc đều cạnh tại chỗ tiếp giáp với đài móng (quy cách giống thanh cánh), chiều dài neo cột thép tổ hợp rỗng với cọc đổ tại chỗ (phía dưới) không nhỏ hơn 2 m và cần hàn với cốt thép dọc của cọc.

Liên kết đỉnh cột thép tổ hợp rỗng với đài móng có thể sử dụng thanh thép neo hàn vào thanh cánh. Chiều dài neo của thanh thép neo không nhỏ hơn  $30D$  ( $D$  là đường kính thanh thép neo). Thanh thép neo của cột thép tổ hợp rỗng không ít hơn  $4\text{Ø}25$ , hay là, thanh thép neo tại một cột không ít hơn  $1\text{Ø}25$ . Khuyến khích hàn thanh thép góc chống cắt và nén thùng nằm ngang liên kết giữa cột thép tổ hợp rỗng với đài móng.

## **8 Thi công**

**8.1** Trước khi thi công móng, công tác chuẩn bị cần thực hiện theo thiết kế và phương án thi công cần trực tháp. Nếu cần thiết, các hố móng cần được chống đỡ, thoát nước và có biện pháp ngăn nước.

**8.2** Sau khi lắp đặt cốt thép và chi tiết chôn sẵn, chúng cần được kiểm tra và nghiệm thu theo các yêu cầu của thiết kế. Trong quá trình đổ bê tông, không được làm xô dịch cốt thép hoặc chi tiết chôn sẵn. Sau khi đổ, bê tông cần được đảm bảo độ ẩm trong thời gian bảo dưỡng. Đất được lấp và đầm chặt xung quanh móng.

**8.3** Khi lắp đặt cần trực tháp, bê tông móng cần đạt trên 80 % cường độ thiết kế, khi vận hành sử dụng cần trực tháp bê tông móng cần đạt 100 % cường độ thiết kế.

**8.4** Trong quá trình thi công móng bê tông, bốn góc của móng cần được quan trắc. Quan trắc độ lún bốn góc và ghi giá trị ban đầu. Sau khi lắp đặt cần trực tháp, cần quan trắc và ghi chép định kỳ, độ lún và độ nghiêng không được lớn hơn quy định tại 5.1.3.4 của tiêu chuẩn này.

**8.5** Khi lắp đặt đài móng hỗn hợp của cột thép tổ hợp rỗng, độ thẳng đứng và độ lệch phần đầu trên không được lớn hơn giá trị cho phép được quy định tại Bảng 2 của tiêu chuẩn này. Các thanh cánh của cột thép tổ hợp rỗng cần được đặt bên trong lồng cốt thép đai của cọc đổ tại chỗ và cần hàn chắc chắn với cốt thép dọc của cọc đổ tại chỗ.

**8.6** Đối với móng hỗn hợp, việc đào đất trong hố móng, cấu tạo của cột thép tổ hợp rỗng khi lắp dựng cần đáp ứng các quy định tại 7.1.6 của tiêu chuẩn này.

**8.7** Trong quá trình đào hồ hố móng, cần phải bảo vệ các cột thép của móng tổ hợp. Khi đào đến cao độ thiết kế, cần lập tức đổ lớp bê tông lót (chiều dày không nhỏ hơn 200 mm) trong phạm vi đài móng (bản bê tông hoặc bản thép) và được trộn phụ gia đóng rắn nhanh. Khi cột thép nằm ở giữa sàn tầng hầm (dưới cùng), cần đặt tấm thép ngăn nước cho mỗi chân cột thép.

## **9 Kiểm tra và nghiệm thu**

### **9.1 Kiểm tra và nghiệm thu hố móng**

**9.1.1** Yêu cầu kiểm tra công tác đào đất móng cần tuân theo các quy định của tiêu chuẩn TCVN 4447: 2012.

**9.1.2** Sau khi đào móng cần trực tháp, cần tiến hành kiểm tra hố móng theo tiêu chuẩn TCVN 9361: 2012, đáy hố móng cần kiểm tra về chiều dài, chiều rộng, độ phẳng đáy hố, đặc điểm nền đất có đáp ứng yêu cầu thiết kế, điều kiện địa chất có phù hợp với báo cáo khảo sát địa chất công trình.

**9.1.3** Nền đất được gia cố cần được kiểm tra trước khi chính thức thi công, các thông số và ảnh hưởng của việc gia cố cần được chứng minh. Đối với thí nghiệm nén kiểm tra kết quả của việc gia cố, tải trọng thí nghiệm lớn nhất không nhỏ hơn 2 lần giá trị áp lực thiết kế yêu cầu. Phương pháp kiểm tra cần tuân theo các tiêu chuẩn tương ứng hiện hành. Ngoài việc tuân thủ các quy định của tiêu chuẩn này, việc kiểm tra nền đất gia cố còn tuân theo tiêu chuẩn TCVN 9361: 2012.

### **9.2 Kiểm tra và nghiệm thu móng, đài cọc**

**9.2.1** Các vật liệu như thép, xi măng, cát, đá khi đưa vào công trường, cần tiến hành nghiệm thu theo các tiêu chuẩn TCVN 4453: 1995 và các tiêu chuẩn hiện hành về chế tạo, lắp ráp kết cấu thép có liên quan.

**9.2.2** Sau khi cốt thép được lắp đặt, các bộ phận che khuất cần được nghiệm thu trước khi đổ bê tông. Các bộ phận che khuất bao gồm các cấu kiện chôn sẵn hoặc các chi tiết chôn sẵn của đài cọc cần trực tháp.

**9.2.3** Cường độ bê tông móng cần đáp ứng các yêu cầu của thiết kế. Mẫu thí nghiệm dùng để kiểm tra cường độ bê tông cần được lấy ngẫu nhiên khi đổ bê tông. Việc lấy mẫu kiểm tra và bảo dưỡng cần tuân theo tiêu chuẩn TCVN 4453: 1995.

**9.2.4** Bề ngoài của kết cấu móng không được có các khuyết tật nghiêm trọng. Đối với khuyết tật thông thường nếu có, cần tiến hành xử lý bằng các phương pháp có liên quan. Cần trực tháp được lắp đặt sau khi nghiệm thu lại.

**9.2.5** Dung sai cho phép về kích thước móng cần đáp ứng quy định của Bảng 1.

**9.2.6** Nghiệm thu móng ngoài việc cần đáp ứng các yêu cầu của mục này, cần tuân theo các yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 4453: 1995.

**9.2.7** Trong quá trình vận hành cần trực tháp, nếu phát hiện lún, nghiêng bất thường, cần tiến hành ngay quan trắc độ lún và độ lún lệch.

### **9.3 Kiểm tra và nghiệm thu cọc**

**9.3.1** Khi thi công cọc đúc sẵn (bao gồm cọc bê tông đúc sẵn, cọc bê tông ứng lực trước và cọc thép) cần tiến hành kiểm tra theo tiêu chuẩn TCVN 9394: 2012, lưu ý các nội dung sau đây:

- a) Kiểm tra độ thẳng đứng cọc (hoặc khung hạ cọc), điều kiện dừng hạ cọc (áp lực ép, chiều sâu hạ cọc).
- b) Chất lượng mỗi nối cọc, thời gian nối cọc, mức độ toàn vẹn đầu cọc.
- c) Số nhát búa trên mỗi mét cọc, số nhát búa ở 1 m cuối cùng, tổng số nhát búa, độ chối cho ba loại búa cuối cùng, cao độ đầu cọc.

**Bảng 1 - Dung sai cho phép và phương pháp kiểm tra móng cần trục tháp**

Nội dung		Dung sai cho phép mm	Phương pháp kiểm tra
Cao độ		± 20	Kiểm tra bằng thước thép, nivo nước hoặc dây néo
Kích thước ngoài mặt phẳng (chiều dài, chiều rộng, chiều cao)		± 20	Kiểm tra bằng thước thép
Độ nhám (phẳng) bề mặt		10 và $L / 1000$	Kiểm tra bằng thước thép, nivo nước hoặc dây néo
Kích thước lỗ chờ		± 20	Kiểm tra bằng thước thép
Bu lông neo chôn sẵn	Cao độ (phần đỉnh)	± 20	Kiểm tra bằng thước thép, nivo nước hoặc dây néo
	Khoảng cách giữa các tâm	± 2	Kiểm tra bằng thước thép
CHÚ THÍCH: Trong bảng $L$ là cạnh của móng hình vuông hoặc hình chữ thập.			

**9.3.2** Khi thi công cọc khoan nhồi cần tiến hành kiểm tra theo tiêu chuẩn TCVN 9395: 2012, lưu ý các nội dung sau đây:

- a) Trước khi đổ bê tông, cần kiểm tra vị trí tâm cọc, chiều sâu, đường kính, độ thẳng đứng, độ lún đáy lỗ theo tiêu chuẩn TCVN 9395: 2012.
- b) Kiểm tra vị trí đặt thực tế của lồng cốt thép đai và được ghi vào biên bản kiểm tra và nghiệm thu có liên quan.

**9.3.3** Cường độ bê tông của cọc đổ tại chỗ cần được kiểm tra theo tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu công tác bê tông và bê tông cốt thép hiện hành.

**9.3.4** Kiểm tra sai số vị trí cọc cho phép của cọc cần tuân theo tiêu chuẩn TCVN 9394: 2012 hoặc TCVN 9395: 2012.

**9.3.5** Cần kiểm tra chất lượng thân cọc và sức chịu tải cọc theo các tiêu chuẩn hiện hành có liên quan. Cho phép sử dụng kết quả thí nghiệm xác định sức chịu tải cọc của dự án nếu chúng có cùng điều kiện địa chất, giống nhau về loại và chiều dài cọc.

**9.3.6** Cấu tạo liên kết giữa cọc với đài cọc và chiều dài neo cần đáp ứng quy định của 6.3 tiêu chuẩn



này và tiêu chuẩn TCVN 9394: 2012 hoặc TCVN 9395: 2012.

#### 9.4 Kiểm tra và nghiệm thu cột thép tổ hợp rỗng

**9.4.1** Chủng loại, thông số kỹ thuật, đặc tính của thép và vật liệu hàn cần đáp ứng yêu cầu thiết kế và tiêu chuẩn hiện hành có liên quan. Sự phù hợp giữa que hàn hoặc các vật liệu hàn với kim loại cơ bản cần tuân theo các tiêu chuẩn hiện hành có liên quan.

Tính năng, quy cách, chủng loại của vật liệu hàn nối và vật liệu thép cần phù hợp với yêu cầu thiết kế và tiêu chuẩn sản phẩm. Sự phối hợp của kim loại cơ bản và vật liệu hàn nối như que hàn cần phù hợp với quy định của tiêu chuẩn hiện hành có liên quan và yêu cầu thiết kế.

**9.4.2** Công nhân hàn cần phải có chứng chỉ phù hợp.

**9.4.3** Chiều cao mối hàn cần đáp ứng các yêu cầu thiết kế, bề mặt mối hàn không được có các khuyết tật như vết nứt, lỗi hàn, bọt khí, tạp chất, vết nứt vòng cung, ...

**9.4.4** Dung sai liên kết của cột thép tổ hợp rỗng với các thanh bụng cần tuân theo các tiêu chuẩn hiện hành về chế tạo, lắp ráp kết cấu thép có liên quan.

**9.4.5** Dung sai về lắp đặt cột thép tổ hợp rỗng cần đáp ứng các quy định của Bảng 2.

**Bảng 2 - Dung sai cho phép khi lắp đặt cột thép tổ hợp rỗng**

Nội dung	Dung sai cho phép ( mm)	Phương pháp kiểm tra
Độ lệch của tâm cột	từ 0 đến 20	Kiểm tra bằng thước thép và dây néo
Cao độ cột	$\pm 10$	Kiểm tra bằng nivo nước
Độ thẳng đứng trục cột	$0,5H/100$ và $\leq 35$	Kiểm tra bằng máy kinh vĩ hoặc dây néo và thước thép
CHÚ THÍCH: <i>H</i> trong bảng là tổng chiều dài của cột thép tổ hợp rỗng.		

**Phụ lục A**  
(quy định)  
**Tính toán tải trọng gió<sup>2</sup>**

**A.1 Áp lực gió**

Áp lực gió được tính theo công thức:

$$q = 0,613 \times V_s^2 \quad (A1)$$

trong đó:

$q$  là áp lực của gió (N/m<sup>2</sup>);

$V_s$  là vận tốc gió thiết kế (m/s).

**A.2 Trạng thái gió**

Hai trạng thái gió thiết kế được xét đến trong tính toán tải trọng gió tác dụng lên thiết bị nâng.

**a) Trạng thái gió cho phép thiết bị nâng làm việc**

Đây là trạng thái gió lớn nhất mà thiết bị nâng được thiết kế để hoạt động. Các tải trọng gió được giả định tác dụng theo hướng bất lợi kết hợp với các tải trọng khác trong điều kiện làm việc. Các áp lực gió thiết kế cho phép thiết bị nâng hoạt động và các tốc độ gió tương ứng được cho trong Bảng A1. Chúng được giả định là không đổi trên cùng độ cao của thiết bị nâng.

**Bảng A1 - Áp lực gió thiết kế cho phép thiết bị nâng hoạt động**

Kiểu thiết bị nâng	Áp lực gió cho phép thiết bị nâng làm việc N/m <sup>2</sup>	Tốc độ gió cho phép thiết bị nâng làm việc m/s
Thiết bị nâng dễ dàng được bảo vệ để chống lại tác động của gió hoặc được thiết kế dành riêng cho sử dụng trong gió nhẹ. Thiết bị nâng dùng trong lắp dựng.	125	14
Tất cả các kiểu thiết bị nâng thông thường hoạt động ngoài trời.	250	20
Các thiết bị nâng phải liên tục hoạt động trong gió lớn.	500	28

CHÚ THÍCH: Thông thường chỗ lắp thiết bị đo tốc độ gió trên thiết bị nâng phải là chỗ cao nhất. Trong trường hợp tốc độ gió tại các độ cao khác nhau đáng kể đối với sự an toàn của thiết bị nâng, thì Nhà chế tạo sẽ phải định rõ độ cao lắp đặt thiết bị đo gió.

<sup>2</sup> Theo TCVN 4244: 2005

Giả thiết rằng các tốc độ hoạt động và các gia tốc định mức không cần thiết phải đạt đến khi có gió thổi mạnh.

**b) Trạng thái gió không cho phép thiết bị nâng làm việc**

Đây là gió mạnh nhất (bão) mà thiết bị nâng được thiết kế vẫn giữ được độ ổn định trong điều kiện không hoạt động, như Nhà thiết kế đã chỉ ra. Tốc độ gió biến đổi theo chiều cao của thiết bị nâng so với mặt đất, theo vị trí địa lý và mức độ chắn gió.

Đối với các thiết bị nâng sử dụng ngoài trời, áp lực gió lý thuyết quy định và tốc độ gió tương ứng đối với trạng thái thiết bị nâng không được phép hoạt động được cho trong Bảng A2.

**Bảng A2 - Áp lực gió thiết kế không cho phép thiết bị nâng hoạt động**

<b>Độ cao so với mặt đất</b> m	<b>Áp lực gió thiết kế không cho phép thiết bị nâng hoạt động</b> N/m <sup>2</sup>	<b>Tốc độ gió thiết kế tương ứng không cho phép thiết bị nâng hoạt động</b> m/s
0 tới 20	800	36
20 tới 100	1 100	42
> 100	1 300	46

Khi tính toán tải trọng gió trong điều kiện thiết bị nâng không được phép hoạt động, áp lực gió có thể lấy giá trị không đổi trong mỗi khoảng độ cao thẳng đứng như được cho trong Bảng A2. Nói cách khác, áp lực gió thiết kế tại điểm cao nhất của thiết bị nâng có thể được giả định là không đổi trên toàn độ cao của nó.

Nếu thiết bị nâng được lắp đặt cố định hoặc được sử dụng trong thời gian dài ở vùng mà có tốc độ gió đặc biệt lớn, thì các giá trị trên có thể được thay đổi bằng việc thỏa thuận giữa cơ quan có thẩm quyền và Nhà thiết kế theo các dữ liệu khí tượng tại vùng đó.

Đối với một số kiểu thiết bị nâng có cần mà cần của nó có thể hạ xuống một cách nhanh chóng (ví dụ như cần trục tháp có thể hạ xuống một cách dễ dàng bằng một cơ cấu được lắp trên nó), thì trạng thái gió thiết bị nâng không được phép hoạt động không cần xét đến với điều kiện thiết bị nâng phải được thiết kế để hạ cần sau mỗi ngày làm việc.

**A.3 Tính toán tải trọng gió**

Đối với hầu hết các cụm kết cấu, bộ phận kết cấu và các bộ phận riêng biệt được sử dụng trong kết cấu của thiết bị nâng, tải trọng gió được tính theo công thức:

$$F = A \times q \times C_r \tag{A1}$$

trong đó:

$F$  là tải trọng gió, N;

$A$  là diện tích chắn gió của bộ phận kết cấu đang xét,  $m^2$ ;

$q$  là áp lực gió tương ứng với điều kiện thiết kế,  $N/m^2$ ;

$C_r$  là hệ số hình dáng của bộ phận kết cấu đang xét theo hướng gió.

Tổng tải trọng gió tác dụng lên kết cấu được lấy bằng tổng của các tải trọng gió tác dụng lên các bộ phận cấu thành của nó.

#### **A.4 Các hệ số hình dạng**

##### **a) Các bộ phận riêng biệt, khung....**

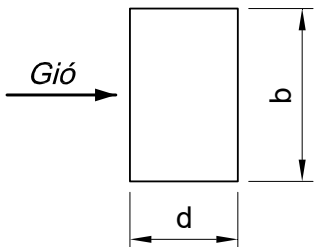
Các hệ số hình dạng đối với các bộ phận riêng biệt, khung dàn đơn và buồng máy được cho trong Bảng A3. Các giá trị  $C_r$  đối với các bộ phận riêng biệt thay đổi theo độ mảnh khí động học, độ lớn của tiết diện hộp và với tỷ lệ mặt cắt. Độ mảnh khí động học và tỷ lệ mặt cắt được cho trên Hình A1.

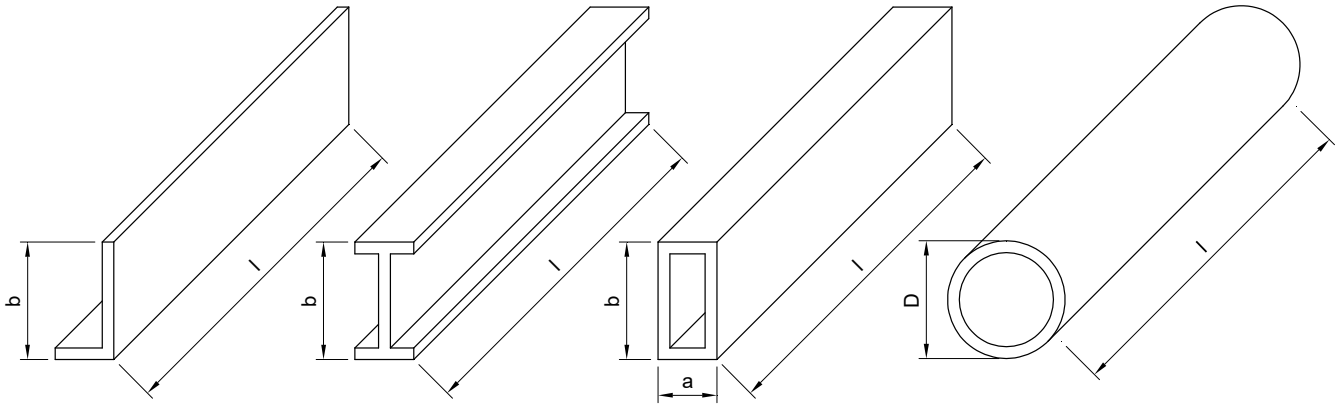
Tải trọng gió tác dụng lên các khung dàn đơn có thể được tính toán dựa trên các hệ số hình dạng đối với các bộ phận riêng biệt được cho ở phần trên của Bảng A3. Trong trường hợp này độ mảnh khí động học của mỗi một bộ phận sẽ phải xét đến. Có thể sử dụng hệ số hình dạng toàn bộ khung dàn được tổng hợp từ các tiết diện phẳng và tròn được cho trong phần giữa của bảng.

Nếu khung dàn được chế tạo từ các kết cấu có tiết diện phẳng và tròn, hoặc các tiết diện tròn cho cả hai chế độ gió thổi, thì các hệ số hình dạng thích hợp được áp dụng cho các mặt chắn gió tương ứng.

Nếu khung dàn sử dụng các tấm bản mã liên kết hàn có kích thước tiêu chuẩn thì không cần thiết phải xét đến phần diện tích này, với điều kiện chiều dài của các bộ phận riêng biệt được lấy giữa các tâm điểm của nút liên kết.

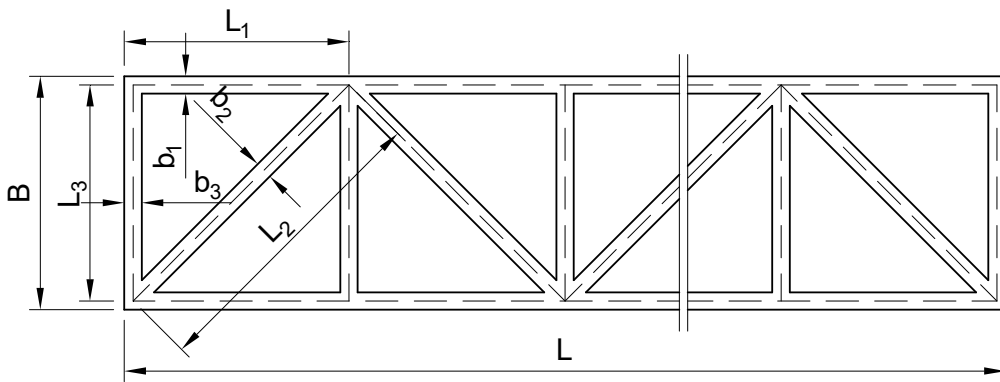
**Bảng A3 - Các hệ số hình dạng  $C_r$**

Kiểu	Đặc điểm	Độ mảnh khí động học $\frac{l}{b}$ hoặc $\frac{l}{D}$ <sup>(1)</sup>							
		≤ 5	10	20	30	40	50	> 50	
Các bộ phận kết cấu riêng biệt	Các tiết diện cân định hình L, U	1,15	1,15	1,3	1,4	1,45	1,5	1,6	
	Các tiết diện rỗng vuông tới 356 mm.	1,4	1,45	1,5	1,55	1,55	1,55	1,6	
	Và tiết diện chữ nhật tới 254 x 457 mm.	1,05	1,05	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	
	Các tiết diện khác	1,30	1,35	1,60	1,65	1,70	1,80	1,80	
	Các tiết diện tròn, trong đó:								
	$D \times V_s < 6 \text{ m}^2/\text{s}$	0,60	0,70	0,80	0,85	0,90	0,90	0,90	
	$D \times V_s \geq 6 \text{ m}^2/\text{s}$	0,60	0,65	0,70	0,70	0,75	0,80	0,80	
	Các tiết diện rỗng vuông lớn hơn 356 mm và tiết diện chữ nhật lớn hơn 254 x 457 mm. 	b/d							
		2	1,55	1,75	1,95	2,10	2,20		
		1	1,40	1,55	1,75	1,85	1,90		
0,5		1,0	1,20	1,30	1,35	1,40			
0,25		0,80	0,90	0,90	1,0	1,0			
Các khung dàn đơn	Các tiết diện phẳng	1,70							
	Các tiết diện tròn, trong đó:								
	$D \times V_s < 6 \text{ m}^2/\text{s}$	1,10							
	$D \times V_s \geq 6 \text{ m}^2/\text{s}$	0,80							
Buồng máy ...	Kết cấu chữ nhật trên nền cứng hoặc nền đất.	1,10							
CHÚ THÍCH: (1) Xem Hình A1 $D$ là đường kính ngoài của tiết diện; $V_s$ là vận tốc gió thiết kế.									



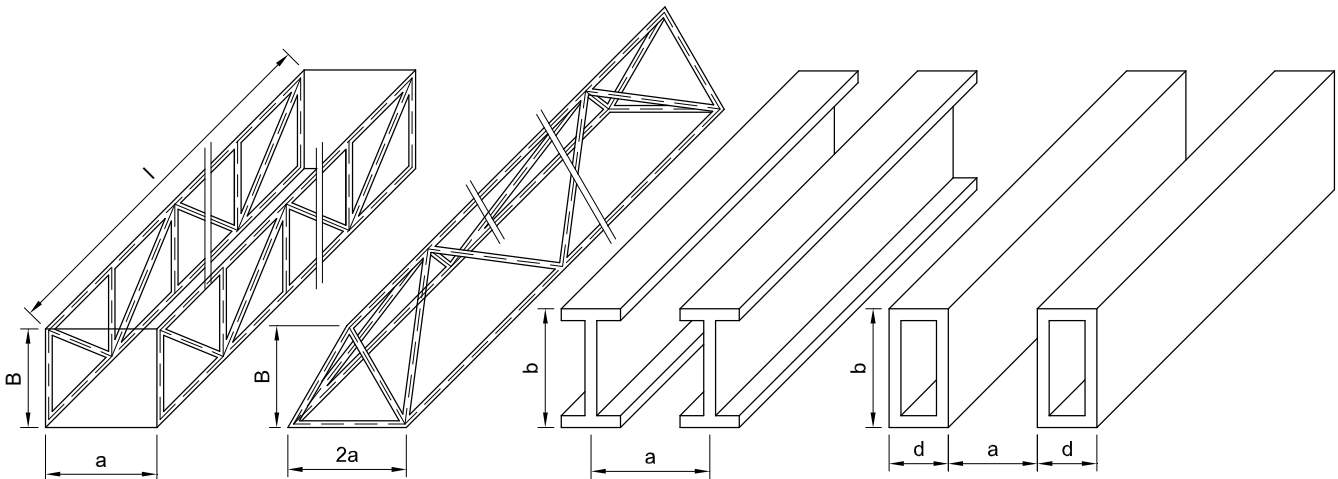
**Hình A1 – Xác định độ mảnh khí động học**

Trong kết cấu dàn, chiều dài của các bộ phận riêng biệt được lấy giữa các tâm của các nút liên kết kề nhau. Xem hình A2.



**Hình A2 – Xác định Tỷ lệ độ kín, tỷ lệ giãn cách và tỷ lệ tiết diện**

$$\text{Tỷ lệ độ kín} = \frac{\text{Diện tích các bộ phận kín}}{\text{Diện tích bao}} = \frac{A}{A_e} = \sum_i^n \frac{l_i \times b_i}{L \times B} \quad (\text{A3})$$



**Hình A3 – Xác định tỷ lệ giãn cách và tỷ lệ tiết diện**

$$\text{Tỷ lệ giãn cách} = \frac{\text{Khoảng cách giữa các mặt đối diện}}{\text{Chiều rộng của các bộ phận chắn gió}} = \frac{a}{b} \text{ hoặc } \frac{a}{B} \quad (\text{A4})$$

Đối với "a" lấy giá trị hình học nhỏ nhất của mặt chắn gió.

$$\text{Tỷ lệ tiết diện} = \frac{\text{Chiều rộng của tiết diện chắn gió}}{\text{Chiều sâu của tiết diện song song với hướng gió}} = \frac{b}{d} \quad (\text{A5})$$

**b) Các khung giàn phức tạp, hệ số chắn gió**

Sẽ có sự che chắn khi các khung hoặc bộ phận kết cấu được bố trí song song, các tải trọng gió tác dụng lên khung hoặc bộ phận phía có gió thổi và lên các bộ phận không bị chắn gió phía sau sẽ được tính toán bằng cách sử dụng các hệ số hình dáng thích hợp. Tải trọng gió tác dụng lên các bộ phận được che chắn được tính bằng cách nhân với hệ số chắn gió  $\eta$  được cho trong Bảng A4, giá trị của  $\eta$  thay đổi theo hệ số độ kín và giãn cách được cho trên Hình A1.

**Bảng A4 - Các hệ số chắn gió**

Hệ số giãn cách $\frac{a}{b}$	Hệ số độ kín $\frac{A}{A_e}$					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	$\geq 0,6$
0,5	0,75	0,40	0,32	0,21	0,15	0,10
1,0	0,92	0,75	0,59	0,43	0,25	0,10
2,0	0,95	0,80	0,63	0,50	0,33	0,20
4,0	1,0	0,88	0,76	0,66	0,55	0,45
5,0	1,0	0,95	0,88	0,81	0,75	0,68
6,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Khi một số khung hoặc bộ phận kết cấu giống nhau được đặt cách đều nhau, thì hệ số chắn gió được giả định là tăng dần cho tới khung thứ chín và giữ không đổi cho những khung tiếp sau. Các tải trọng gió được tính toán như sau:

Trên khung thứ nhất:  $F_1 = A \times q \times C_r(N)$  (A6)

Trên khung thứ hai:  $F_2 = \eta \times A \times q \times C_r(N)$  (A7)

Trên khung thứ n:  $F_n = \eta^{(n-1)} \times A \times q \times C_r(N)$  (A8)

(n có giá trị từ 3 tới 8)

Trên khung thứ 9 và các khung tiếp sau:  $F_9 = \eta^8 \times A \times q \times C_r(N)$  (A9)

Tổng tải trọng gió tác dụng bằng:

Khi có tới 9 khung:  $F_\Sigma = [1 + \eta + \eta^2 + \eta^3 + \dots + \eta^{(n-1)}] \times A \times q \times C_r = \frac{1 - \eta^n}{1 - \eta} \times A \times q \times C_r(N)$  (A10)

$$F_{\Sigma} = [1 + \eta + \eta^2 + \eta^3 + \dots + \eta^8 + (n-9) \times \eta^8] \times A \times q \times C_r$$

Khi có lớn hơn 9 khung:

$$= \left[ \frac{1-\eta^9}{1-\eta} + (n-9) \times \eta^8 \right] \times A \times q \times C_r \quad (N) \quad (A11)$$

CHÚ THÍCH: Số hạng  $\eta^x$  sử dụng trong công thức trên được giả định có giới hạn dưới là 0,10. Nó được lấy bằng 0,10 bất cứ khi nào  $\eta^x < 0,10$ .

### c) Tháp dàn

Trong tính toán tải trọng gió tác dụng lên tháp giàn vuông, khi không thể tính toán kỹ lưỡng thì phần diện tích kín của mặt chắn gió của tháp được nhân với hệ số lực toàn bộ được xác định như sau:

- Đối với tháp dàn tiết diện phẳng:  $1,7 \times (1 + \eta)$
- Đối với tháp dàn có tiết diện tròn:
  - + Khi  $D \times V_s < 6 \text{ m}^2/\text{s}$ :  $1,1 \times (1 + \eta)$
  - + Khi  $D \times V_s \geq 6 \text{ m}^2/\text{s}$ :  $1,4$

Giá trị của  $\eta$  được lấy trong Bảng A4 đối với  $\frac{a}{b} = 1$  và theo hệ số độ kín của mặt chắn gió.

Tải trọng gió lớn nhất tác dụng lên tháp dàn vuông xảy ra khi gió thổi vào góc tháp. Khi không thể tính toán cụ thể thì tải trọng này có thể được lấy bằng 1,2 lần tải trọng tác dụng lên một mặt tháp.

### d) Các bộ phận kết cấu xiên so với hướng gió

- Các bộ phận riêng biệt, các khung ...

Khi gió thổi xiên một góc so với trục dọc của bộ phận kết cấu hoặc bề mặt của khung, thì tải trọng gió theo hướng gió được tính bằng:

$$F = A \times q \times C_r \times \sin^2 \theta \quad (N) \quad (A12)$$

trong đó:  $\theta$  là góc tạo bởi hướng gió ( $\theta < 90^\circ$ ) với trục dọc hoặc bề mặt.

- Dàn và Tháp dàn

Khi gió thổi xiên một góc so với trục dọc của dàn hoặc tháp dàn, tải trọng gió theo hướng gió được tính bằng:

$$F = A \times q \times C_r \times K_2 \quad (N) \quad (A13)$$

trong đó:

$$K_2 = \frac{\theta}{50 \times (1,7 - \frac{S_P}{S})} \text{ không được nhỏ hơn } 0,35 \text{ và lớn hơn } 1.$$



trong đó:

$\theta$  là góc tạo bởi hướng gió với trục dọc của dàn hoặc tháp dàn, độ ( $\theta < 90^\circ$ ).

$S_p$  là diện tích của các thanh giằng trong dàn hoặc tháp dàn chiếu lên mặt phẳng chắn gió,  $m^2$ .

$S$  là diện tích của tất cả các thanh (thanh giằng và thanh chính) của dàn hoặc tháp dàn chiếu lên mặt phẳng chắn gió,  $m^2$ .

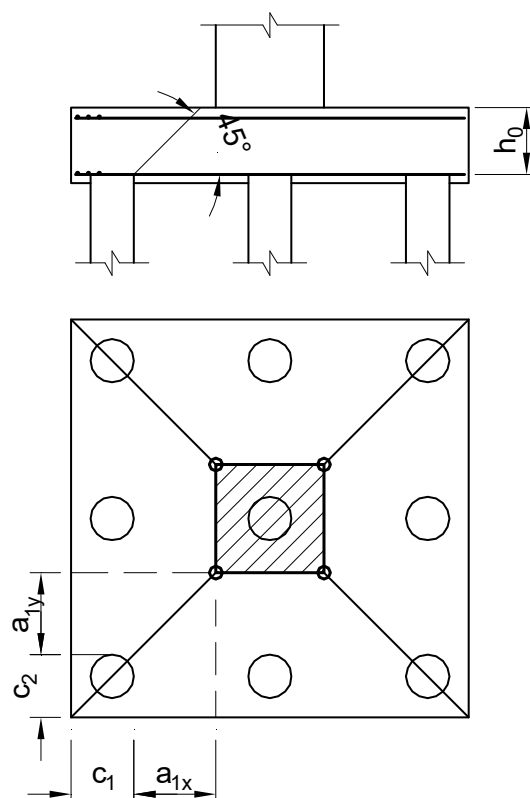
Giá trị của  $K_2$  được giả định có giới hạn dưới và giới hạn trên tương ứng là 0,35 và 1,0.  $K_2$  được lấy bằng 0,35 khi giá trị tính toán  $< 0,35$  và bằng 1,0 khi giá trị tính toán  $> 1,0$ .

## Phụ lục B

(tham khảo)

### Tính toán nén thủng đài cọc

Đối với cọc nằm ngoài tháp nén thủng (do thân tháp cần trục tháp gây ra), khả năng chống nén thủng của đài cọc có thể được xác định theo công thức sau (Hình B1):



Hình B1 - Sơ đồ tính toán nén thủng đài cọc

$$N_{goc} \leq \left[ \beta_{1x} \times \left( c_2 + \frac{a_{1y}}{2} \right) + \beta_{1y} \times \left( c_1 + \frac{a_{1x}}{2} \right) \right] \times \beta_{hp} \times R_{bt} \times h_0 \quad (B1)$$

$$\beta_{1x} = \frac{0,56}{\delta_{1x} + 0,2} \quad (B2)$$

$$\beta_{1y} = \frac{0,56}{\delta_{1y} + 0,2} \quad (B3)$$

trong đó:

$N_{goc}$  là lực dọc trục tính toán của cọc góc đài, không bao gồm trọng lượng bản thân của đài cọc và đất trên nó;

$\beta_{1x}$ ,  $\beta_{1y}$  là hệ số nén thủng cọc góc, được xác định theo công thức (D2, D3);

$a_{1x}$ ,  $a_{1y}$  là khoảng cách theo phương ngang giữa các điểm giao nhau của đường 45° từ mép trong đầu cọc góc đến mặt trên của đài cọc. Khi cạnh cột của cần trục tháp nằm trong đường 45°, thì đường hình từ nón nổi mép trong đầu cọc góc đến cạnh cột của cần trục tháp xem như

cạnh của tháp nén thùng;

$\beta_{hp}$  là hệ số ảnh hưởng của chiều cao tiết diện chịu lực cắt của đài cọc, khi  $h \leq 800$  mm,  $\beta_{hp}$  lấy 1,0; khi  $h \geq 2000$  mm thì  $\beta_{hp}$  lấy 0,9; khoảng giữa giá trị lấy theo phương pháp nội suy tuyến tính;

$\delta_{1x}$ ,  $\delta_{1y}$  là góc nghiêng,  $\delta_{1x} = \frac{a_{1x}}{h_0}$ ,  $\delta_{1y} = \frac{a_{1y}}{h_0}$ , giá trị phải nằm trong khoảng từ 0,25 đến 1,0.