

**TCVN XXX 1991-3:20XX**

Xuất bản lần 1

**TÁC ĐỘNG LÊN KẾT CẤU –  
PHẦN 3: TÁC ĐỘNG DO CẦU TRỤC VÀ MÁY MÓC**

*Actions on Structures – Part 3: Actions induced by cranes and machinery*

**DỰ THẢO**

## **Lời nói đầu**

**TCVN XXX 1991-3:20XX** được biên soạn trên cơ sở chấp nhận tiêu chuẩn EN 1991-3:2006 với những bổ sung và điều chỉnh phù hợp với thực tế Việt Nam, cụ thể như sau:

- Bổ sung Lời nói đầu của Việt Nam;
- Bổ sung Phụ lục quốc gia NA của Việt Nam. Phụ lục kiến nghị lựa chọn các thông số quốc gia được xác định cho điều kiện Việt Nam cũng như một số quy định phù hợp với đặc điểm, tình hình của nước ta.

**TCVN XXX 1991-3:20XX** 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.

Bộ tiêu chuẩn TCVN XXX 1991:20XX *Tác động lên kết cấu* gồm tám phần:

- TCVN XXX 1991-1-1:20XX, *Phần 1-1: Tác động chung – Khối lượng thể tích của vật liệu, trọng lượng bản thân và hoạt tải cho công trình.*
- TCVN XXX 1991-1-2:20XX, *Phần 1-2: Tác động chung – Tác động lên kết cấu khi tiếp xúc với lửa.*
- TCVN XXX 1991-1-4:20XX, *Phần 1-4: Tác động chung – Tác động gió.*
- TCVN XXX 1991-1-5:20XX, *Phần 1-5: Tác động chung – Tác động của nhiệt.*
- TCVN XXX 1991-3:20XX, *Phần 1-6: Tác động chung – Tác động trong quá trình thi công.*
- TCVN XXX 1991-1-7:20XX, *Phần 1-7: Tác động chung – Tác động bất thường.*
- TCVN XXX 1991-3:20XX, *Phần 3: Tác động do cầu trục và máy móc.*
- TCVN XXX 1991-4:20XX, *Phần 4: Si lô và bể chứa.*

**NỘI DUNG**

<b>Chương 1. Tổng quát</b> .....	<b>5</b>
1.1 Phạm vi áp dụng.....	5
1.2 Tài liệu viện dẫn .....	5
1.3 Sự phân biệt giữa Nguyên tắc và Quy định áp dụng.....	5
1.4 Thuật ngữ và các định nghĩa .....	6
1.5 Ký hiệu .....	9
<b>Chương 2. Tác động gây ra bởi hệ tời và cầu trục trên dầm đỡ cầu trục</b> .....	<b>12</b>
2.1 Phạm vi áp dụng.....	12
2.2 Phân loại các tác động .....	12
2.3 Các tình huống thiết kế.....	15
2.4 Đại diện của các tác động cầu trục .....	15
2.5 Bố trí tải trọng .....	15
2.6 Giá trị đặc trưng của tải trọng cầu trục theo phương đứng .....	19
2.7 Giá trị đặc trưng của tải trọng cầu trục theo phương ngang.....	21
2.8 Hệ quả của nhiệt độ.....	29
2.9 Tải trọng lên lối đi bộ, cầu thang, sàn công tác và lan can bảo vệ .....	29
2.10 Tải trọng thử .....	29
2.11 Tác động bất thường .....	30
2.12 Tải trọng mỗi.....	31
<b>Chương 3. Tác động do máy móc</b> .....	<b>35</b>
3.1 Phạm vi áp dụng.....	35
3.2 Phân loại tác động.....	35
3.3 Các tình huống thiết kế.....	36
3.4 Đại diện của tác động.....	36
3.5 Giá trị đặc trưng.....	37
3.6 Tiêu chí về trạng thái sử dụng .....	39
<b>Phụ lục A (Quy định) Cơ sở thiết kế – các điều khoản bổ sung theo TCVN XXX 1990 đối với dầm cầu trục</b> .....	<b>41</b>
<b>Phụ lục B (Tham khảo) Chỉ dẫn phân cấp cần trục khi tính toán mỗi .....</b>	<b>44</b>
<b>Phụ lục Quốc gia (Quy định) kèm theo TCVN XXX 1991-3:20XX Eurocode 1: Tác động lên kết cấu – Phần 3: Tác động do cầu trục và máy móc .....</b>	<b>46</b>



## Chương 1. Tổng quát

### 1.1 Phạm vi áp dụng

- (1) Phần 3 của TCVN XXX 1991 quy định các tải trọng (mô hình và giá trị đại diện) của cầu trục trên dầm đỡ cầu trục và các máy móc đặt cố định, bao gồm các hiệu ứng động, hãm, gia tốc và các lực đột ngột.
- (2) Chương 1 định nghĩa các thuật ngữ chung và các ký hiệu.
- (3) Chương 2 quy định các tác động gây ra bởi cầu trục trên đường chạy.
- (4) Chương 3 quy định các tác động gây ra bởi máy móc đặt cố định.

### 1.2 Tài liệu viện dẫn

Tiêu chuẩn này viện dẫn các tài liệu tham khảo có ghi năm công bố hoặc không ghi năm công bố và các quy định của các tài liệu khác (gọi chung là tài liệu viện dẫn). Các tài liệu viện dẫn này được trích dẫn tại các vị trí phù hợp trong phần chính văn của tiêu chuẩn và được liệt kê dưới đây. Đối với các tài liệu viện dẫn có 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 (kể cả các sửa đổi).

ISO 3898	Cơ sở thiết kế kết cấu – Các ký hiệu. Các ký hiệu chung
ISO 2394	Nguyên tắc chung về độ tin cậy của kết cấu
ISO 8930	Nguyên tắc chung về độ tin cậy của kết cấu. Danh sách các thuật ngữ tương đương
TCVN XXX 1090-2	Thi công các công trình kết cấu thép và kết cấu nhôm – Phần 2: Yêu cầu kỹ thuật cho kết cấu thép
TCVN XXX 1990	Eurocode: Cơ sở thiết kế kết cấu
EN 13001-1	Cầu trục – Thiết kế chung – Phần 1: Các nguyên tắc và yêu cầu chung
EN 13001-2	Cầu trục – Thiết kế chung – Phần 2: Các hệ quả của tải trọng
TCVN XXX 1993-1-9	Thiết kế kết cấu thép – Phần 1-9: Mối
TCVN XXX 1993-6	Thiết kế kết cấu thép – Phần 6: Kết cấu đỡ cầu trục

### 1.3 Sự phân biệt giữa Nguyên tắc và Quy định áp dụng

- (1) Phân biệt giữa Nguyên tắc và Quy định áp dụng trong TCVN XXX 1991-3 phụ thuộc vào đặc điểm của từng điều khoản.
- (2) Các Nguyên tắc gồm có:
  - các nội dung và định nghĩa chung mà không thể có lựa chọn khác;
  - các yêu cầu và mô hình phân tích không được phép thay thế trừ trường hợp riêng đặc biệt.
- (3) Các Nguyên tắc được ký hiệu bằng chữ P sau chỉ số của tiểu mục.

## TCVN XXX 1991-3:20XX

(4) Các Quy định áp dụng là các quy định được thống nhất thừa nhận, tuân thủ các Nguyên tắc và thoả mãn các yêu cầu của những nguyên tắc này.

(5) Cho phép sử dụng các quy định thiết kế thay thế khác với các Quy định áp dụng trong TCVN XXX 1990 đối với công trình xây dựng, với điều kiện các quy định thay thế này cần tuân thủ những Nguyên tắc liên quan và ít nhất cần tương đương về an toàn chịu lực, khả năng sử dụng và độ bền lâu của kết cấu so với khi áp dụng Eurocodes.

CHÚ THÍCH: Khi một quy định thiết kế thay thế được sử dụng thay vì một Quy định, bản thiết kế không thể được xem là hoàn toàn tuân thủ TCVN XXX 1991-3, mặc dù nó vẫn tuân thủ các Nguyên tắc của TCVN XXX 1991-3. Khi TCVN XXX 1991-3 được sử dụng phù hợp với một thuộc tính liệt kê trong Phụ lục Z của một tiêu chuẩn sản phẩm hoặc một ETAG, việc sử dụng một quy định thiết kế thay thế có thể không được chấp thuận dán nhãn CE.

(6) Trong TCVN XXX 1991-3, quy định áp dụng được viết bằng con số trong dấu ngoặc, ví dụ số (6) nằm trong ngoặc ở điều này.

### 1.4 Thuật ngữ và các định nghĩa

Các thuật ngữ và định nghĩa cho trong ISO 2394, ISO 3898, ISO 8390 và các thuật ngữ, định nghĩa dưới đây được áp dụng cho tiêu chuẩn này. Ngoài ra, danh mục các thuật ngữ và định nghĩa áp dụng cho tiêu chuẩn này được nêu trong 1.5 của TCVN XXX 1990.

#### 1.4.1 Thuật ngữ và định nghĩa riêng cho hệ tời và cầu trục trên dầm đỡ cầu trục

##### 1.4.1.1

#### Hệ số động (Dynamic factor)

Hệ số biểu diễn tỷ số giữa ứng xử động và tĩnh.

##### 1.4.1.2

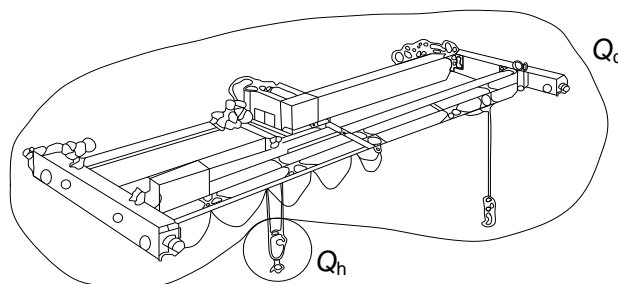
#### Trọng lượng bản thân $Q_c$ của cầu trục (Self-weight $Q_c$ of the crane)

Trọng lượng bản thân của tất cả các thiết bị di động và cố định bao gồm thiết bị cơ khí và thiết bị điện của kết cấu cầu trục, tuy nhiên không bao gồm các phụ kiện cầu và một phần dây cáp treo hoặc xích được di chuyển bởi kết cấu cầu trục, xem 1.4.1.3.

##### 1.4.1.3

#### Tải trọng cầu $Q_h$ (Hoist load $Q_h$ )

Tải trọng bao gồm trọng lượng vật cầu, các phụ kiện cầu và một phần dây cáp treo hoặc xích được di chuyển bởi kết cấu cầu trục, xem Hình 1.1.



Hình 1.1 – Tải trọng cầu và tải trọng bản thân của cầu trục

#### 1.4.1.4

##### **Xe con (Crab)**

Một phần của cầu trục, được liên kết với một hệ tời và có thể di chuyển trên đường ray đặt tại mặt trên của dầm cầu trục.

#### 1.4.1.5

##### **Dầm cầu trục (Crane bridge)**

Một phần của cầu trục, nối giữa các dầm đỡ cầu trục, đỡ xe con hoặc hệ tời treo.

#### 1.4.1.6

##### **Bộ dẫn hướng (Guidance means)**

Hệ thống dùng để định hướng cầu trục di chuyển thẳng hàng trên đường chạy, thông qua phản lực ngang giữa cầu trục và dầm đỡ cầu trục.

CHÚ THÍCH: Bộ dẫn hướng có thể bao gồm các mặt bích gắn vào bánh xe của cầu trục hoặc một hệ thống tách rời gồm các trục lăn chạy bên cạnh của thanh ray hoặc bên cạnh của dầm đỡ cầu trục.

#### 1.4.1.7

##### **Tời (Hoist)**

Thiết bị dùng để nâng, hạ các vật.

#### 1.4.1.8

##### **Hệ tời treo (Hoist block)**

Xe điện treo có gắn hệ tời, có thể di chuyển trên cánh dưới của dầm, hoặc trên đường chạy cố định (như ở Hình 1.2) hoặc phía dưới dầm cầu trục (như ở Hình 1.3 và 1.4)

#### 1.4.1.9

##### **Hệ tời treo một ray (Monorail hoist block)**

Hệ tời treo được gắn vào một đường ray cố định, xem Hình 1.2.

#### 1.4.1.10

##### **Dầm đỡ cầu trục (Crane runway beam)**

Dầm mà cầu trục chạy phía trên có thể di chuyển dọc theo nó.

#### 1.4.1.11

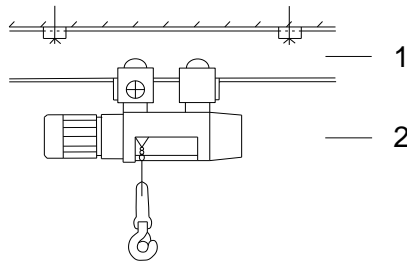
##### **Cầu trục (chạy phía trên) (Overhead travelling crane)**

Máy dùng để nâng và di chuyển các vật nặng, chuyển động trên các bánh xe dọc phía trên dầm đỡ cầu trục. Nó được liên kết với một hoặc nhiều hệ tời gắn trên xe con hoặc xe điện treo.

#### 1.4.1.12

##### **Dầm đỡ cho hệ tời treo (Runway beam for hoist block)**

Dầm đỡ hệ tời treo một ray di chuyển trên cánh dưới của dầm, xem Hình 1.2.



CHÚ DẪN:

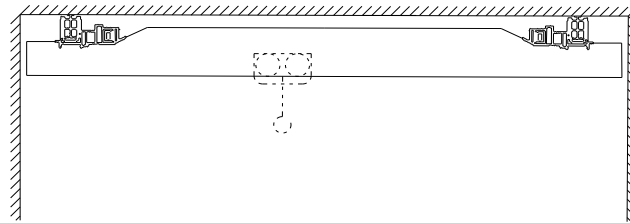
- 1 Dầm đỡ
- 2 Hệ tời treo

Hình 1.2 – Dầm đỡ với hệ tời treo

#### 1.4.1.13

#### Cầu trục treo (Underslung crane)

Cầu trục được được đỡ bởi cánh dưới các dầm đỡ cầu trục, xem Hình 1.3.



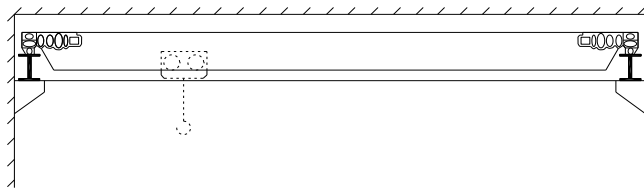
Hình 1.3 – Cầu trục treo với hệ tời treo

#### 1.4.1.14

#### Cầu trục đỡ (Top-mounted crane)

Cầu trục được đặt trên các dầm đỡ cầu trục.

CHÚ THÍCH: Cầu trục thường di chuyển trên ray, nhưng đôi khi nó cũng được đặt trực tiếp trên dầm đỡ cầu trục, xem Hình 1.4



Hình 1.4 – Cầu trục đỡ với hệ tời treo

### 1.4.2 Thuật ngữ và định nghĩa riêng cho tác động của máy móc

#### 1.4.2.1

#### Tần số dao động riêng (Natural frequency)

Tần số dao động tự do của hệ thống.

CHÚ THÍCH: Đối với hệ nhiều bậc tự do, các tần số dao động riêng là các tần số của các dạng dao động riêng.



**1.4.2.2****Dao động tự do (Free vibration)**

Dao động của hệ xuất hiện khi không có dao động cưỡng bức.

**1.4.2.3****Dao động cưỡng bức (Forced vibration)**

Dao động của hệ nếu ứng xử của hệ gây ra bởi kích thích.

**1.4.2.4****Cản (Damping)**

Sự tiêu tán năng lượng theo thời gian hoặc khoảng cách.

**1.4.2.5****Cộng hưởng (Resonance)**

Sự cộng hưởng của hệ dao động điều hòa cưỡng bức xảy ra khi bất cứ sự thay đổi dù nhỏ nào của tần số kích thích cũng dẫn đến sự suy giảm ứng xử của hệ.

**1.4.2.6****Dạng dao động (Mode of vibration)**

Đặc trưng dao động được giả thiết bằng một hệ chịu dao động trong đó sự chuyển động của mọi phần tử của hệ là điều hòa có cùng tần số.

CHÚ THÍCH: Hai hoặc nhiều dạng dao động có thể tồn tại đồng thời trong một hệ nhiều bậc tự do. Dạng dao động riêng là dạng dao động được tách riêng từ các dạng dao động khác của hệ.

**1.5 Ký hiệu**

(1) Các ký hiệu dưới đây được dùng cho tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH: Ký hiệu sử dụng dựa theo ISO 3898:1997.

(2) Danh sách các ký hiệu cơ bản được quy định trong 1.6 của TCVN XXX 1990 và các ký hiệu sau được áp dụng cho phần này của TCVN XXX 1991.

*Các ký hiệu bằng chữ Latin viết hoa*

$F_{\phi,k}$	giá trị đặc trưng của tác động cầu trục
$F_k$	giá trị đặc trưng của thành phần tĩnh của tác động cầu trục
$F_s$	lực quán tính của rô tơ
$F_w^*$	lực gây ra do gió khi hoạt động
$H_{B,1}$	lực đệm liên quan đến chuyển động của cầu trục
$H_{B,2}$	lực đệm liên quan đến chuyển động của xe con

## TCVN XXX 1991-3:20XX

$H_K$	lực ngang tác dụng lên ray bảo vệ
$H_L$	lực ngang theo phương dọc dầm đỡ cầu trực gây ra bởi sự tăng hoặc giảm tốc độ của cầu trực
$H_S$	lực ngang gây ra bởi sự lệch của cầu trực
$H_{T,1}; H_{T,2}$	lực ngang theo phương vuông góc với dầm đỡ cầu trực gây ra bởi sự tăng hoặc giảm tốc độ của cầu trực
$H_{T,3}$	lực ngang theo phương vuông góc với dầm đỡ cầu trực gây ra bởi sự tăng hoặc giảm tốc độ của xe con
$H_{TA}$	lực xô nghiêng
$K$	lực truyền động
$M_{k(t)}$	mô men do đoạn mạch
$Q_e$	tải trọng mỗi
$Q_c$	tải trọng bản thân của cầu trực
$Q_h$	tải trọng được cầu
$Q_T$	tải trọng thử
$Q_r$	tải trọng bánh xe
$S$	lực dẫn hướng

### *Các ký hiệu bằng chữ Latin viết thường*

$b_r$	bề rộng của đầu thanh ray (nám ray)
$e$	độ lệch tâm của tải trọng bánh xe
$e_M$	độ lệch tâm của khối lượng rô tơ
$h$	khoảng cách giữa điểm trượt tức thời và bộ dẫn hướng
$kQ$	hệ số phổ tải trọng
$l$	nhịp của dầm cầu trực
$m_c$	khối lượng của cầu trực
$m_w$	số bánh xe truyền động đơn

$m_r$	khối lượng của rô tơ
$n$	số cặp bánh xe
$n_r$	số dầm đỡ cầu trục

*Các ký hiệu bằng chữ Hy Lạp viết thường*

$\alpha$	góc lệch
$\zeta$	tỷ số cản
$\eta$	tỷ số của tải trọng cầu còn lại sau khi thả vật cầu, nhưng không bao gồm trọng lượng bản thân của cầu trục
$\lambda$	hệ số hư hại tương đương
$\lambda_s$	hệ số lực
$\mu$	hệ số ma sát
$\xi_b$	đặc trưng bộ đệm
$\varphi$	hệ số động
$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4,$ $\varphi_5, \varphi_6, \varphi_7$	hệ số động áp dụng cho các tác động gây ra bởi cầu trục
$\varphi_{fat}$	hệ số hư hại va chạm động tương đương
$\varphi_M$	hệ số động áp dụng cho các tác động gây ra bởi các máy móc
$\omega_e$	tần số dao động riêng của kết cấu
$\omega_r$	tần số vòng của rô tơ
$\omega_s$	tần số của lực kích thích

## Chương 2. Tác động gây ra bởi hệ tời và cầu trục trên dầm đỡ cầu trục

### 2.1 Phạm vi áp dụng

(1) Chương này quy định các tác động (mô hình và giá trị đại diện) gây ra bởi:

- Hệ tời treo một ray, xem 2.5.1;
- Cầu trục (chạy phía trên), xem 2.5.2.

(2) Các phương pháp quy định trong chương này tương thích với các điều khoản trong EN 13001-1 và EN 13001-2 nhằm thuận tiện cho việc trao đổi số liệu với các nhà cung cấp cầu trục.

CHÚ THÍCH: Nếu nhà cung cấp cầu trục được biết tại thời điểm thiết kế dầm đỡ cầu trục thì có thể áp dụng số liệu chính xác hơn cho các dự án riêng. Phụ lục Quốc gia có thể cung cấp thông tin về quy trình này.

### 2.2 Phân loại các tác động

#### 2.2.1 Tổng quát

(1)P Các tác động gây ra bởi cầu trục được phân thành tác động thay đổi và tác động bất thường, được đại diện bằng các mô hình khác nhau trình bày trong 2.2.2 và 2.2.3.

#### 2.2.2 Các tác động thay đổi

(1) Các tác động thay đổi của cầu trục trong điều kiện sử dụng bình thường xảy ra do sự biến thiên theo thời gian và vị trí. Các tác động này bao gồm: trọng lực (bao gồm cả tải trọng được cầu); lực quán tính gây ra bởi sự tăng/ giảm tốc độ hoặc bởi góc lệch hướng của cầu trục và các hiệu ứng động khác.

(2) Các tác động thay đổi của cầu trục gồm có:

- Các tác động thay đổi theo phương đứng của cầu trục gây ra bởi tải trọng bản thân của cầu trục và tải trọng được cầu;
- Các tác động thay đổi theo phương nằm ngang gây ra bởi sự tăng hoặc giảm tốc độ, bởi góc lệch hướng của cầu trục và các hiệu ứng động khác.

(3) Giá trị đại diện của các tác động thay đổi của cầu trục là các giá trị đặc trưng bao gồm thành phần tĩnh và thành phần động.

(4) Thông thường, các thành phần động do sự rung động gây ra bởi lực quán tính và lực cản được xét đến bằng cách nhân hệ số động  $\varphi$  với các giá trị của thành phần tĩnh.

$$F_{\varphi,k} = \varphi_i F_k \tag{2.1}$$

trong đó:

$F_{\varphi,k}$  là giá trị đặc trưng của tác động cầu trục;

$\varphi_i$  là hệ số động, xem Bảng 2.1;

$F_k$  là giá trị đặc trưng của thành phần tĩnh của tác động cầu trục.

(5) Các loại hệ số động và cách áp dụng của chúng được cho trong Bảng 2.1.

(6) Sự tác dụng đồng thời của các thành phần tải trọng cầu trục có thể được đưa vào tính toán như các nhóm tải trọng được quy định trong Bảng 2.2. Mỗi một nhóm tải trọng này được xem như một tác động cầu trục đặc trưng trong tổ hợp với các tải trọng khác (không do cầu trục gây ra).

CHÚ THÍCH: Việc phân nhóm cần đảm bảo tại một thời điểm chỉ xét đến một tác động theo phương ngang của cầu trục.

### 2.2.3 Tác động bất thường

(1) Cầu trục có thể gây ra các tác động bất thường do sự va chạm với bộ đệm (lực đệm) hoặc do sự va chạm của các vật nâng với các chướng ngại vật (lực xô nghiêng). Những tác động này cần được quan tâm trong quá trình thiết kế kết cấu khi không có sự bảo vệ phù hợp.

(2) Các tác động bất thường trong 2.11 liên quan tới các tình huống thông dụng. Chúng được đại diện bằng các mô hình lực khác nhau để xác định giá trị thiết kế (nghĩa là được sử dụng với  $\gamma_A = 1,0$ ) dưới dạng tải trọng tĩnh tương đương.

(3) Sự tác dụng đồng thời của các thành phần tải trọng cầu trục bất thường có thể được đưa vào tính toán như các nhóm tải trọng được quy định trong Bảng 2.2. Mỗi một nhóm tải trọng là một tác động cầu trục trong tổ hợp của các tải trọng khác (không do cầu trục gây ra).

**Bảng 2.1 – Các hệ số động  $\varphi_i$**

Các hệ số động	Các tác động được kể đến	Áp dụng cho
$\varphi_1$	- sự kích thích của kết cấu cầu trục do nâng tải trọng cầu khỏi nền	tải trọng bản thân của cầu trục
$\varphi_2$ hoặc $\varphi_3$	- tác động động của việc nâng tải trọng cầu từ nền lên cầu trục - tác động động do sự giải phóng đột ngột của tải trọng cầu nếu có, ví dụ cầu trục có sử dụng gầu ngoạm hoặc nam châm	tải trọng cầu
$\varphi_4$	- tác động động gây ra khi cầu trục di chuyển trên đường ray hoặc đường chạy	tải trọng bản thân của cầu trục và tải trọng cầu
$\varphi_5$	- tác động động gây ra do các lực truyền động	lực truyền động
$\varphi_6$	- tác động động của tải trọng thử di chuyển bằng động cơ như cách mà cầu trục sẽ sử dụng	tải trọng thử
$\varphi_7$	- tác động động đàn hồi của sự va chạm lên bộ đệm	tải trọng đệm

**Bảng 2.2 – Các nhóm tải trọng và các hệ số động được tính đến như một tác động cầu trực đặc trưng**

		Ký hiệu	Điều	Các nhóm tải trọng									
				Trạng thái giới hạn cực hạn							Tải trọng thừa	Bất thường	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Tải trọng bản thân của cầu trực	$Q_c$	2.6	$\varphi_1$	$\varphi_1$	1	$\varphi_4$	$\varphi_4$	$\varphi_4$	1	$\varphi_1$	1	1
2	Tải trọng cầu	$Q_h$	2.6	$\varphi_2$	$\varphi_3$	-	$\varphi_4$	$\varphi_4$	$\varphi_4$	$\eta^{1)}$	-	1	1
3	Tải trọng do gia tốc của dầm cầu trực	$H_L$ , $H_T$	2.7	$\varphi_5$	$\varphi_5$	$\varphi_5$	$\varphi_5$	-	-	-	$\varphi_5$	-	-
4	Tải trọng do sự lệch của dầm cầu trực	$H_S$	2.7	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
5	Tải trọng do sự tăng tốc hoặc hãm phanh của xe con hoặc hệ tời	$H_{T3}$	2.7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
6	Gió tại chỗ	$F_W^*$	Phụ lục A	1	1	1	1	1	-	-	1	-	-
7	Tải trọng thừa	$Q_T$	2.10	-	-	-	-	-	-	-	$\varphi_6$	-	-
8	Lực đệm	$H_B$	2.11	-	-	-	-	-	-	-	-	$\varphi_7$	-
9	Lực xô nghiêng	$H_{TA}$	2.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
CHÚ THÍCH: Trường hợp gió khi không hoạt động, xem Phụ lục A.													
<sup>1</sup> $\eta$ là phần tải trọng cầu còn lại khi tháo bỏ vật nâng, nhưng không bao gồm phần tải trọng bản thân của cầu trực.													

## 2.3 Các tình huống thiết kế

- (1)P Các tác động có liên quan gây ra bởi cầu trục phải được xác định cho mỗi tình huống thiết kế được xác định phù hợp với TCVN XXX 1990.
- (2)P Phải xem xét các tình huống thiết kế được lựa chọn và xác định các trường hợp tải trọng tới hạn (nguy hiểm). Phải xác định giá trị thiết kế của các hệ quả của tác động trong các tổ hợp đối với mỗi trường hợp tải trọng tới hạn (nguy hiểm).
- (3) Các quy định đối với các tác động của nhiều cầu trục được cho trong 2.5.3.
- (4) Các quy định tổ hợp tác động cầu trục với các tác động khác được cho trong Phụ lục A.
- (5) Đối với kiểm tra mỏi, các mô hình tải trọng mỏi được cho trong 2.12.
- (6) Khi tiến hành thí nghiệm để kiểm tra trạng thái giới hạn sử dụng của cầu trục trên kết cấu đỡ, các mô hình tải trọng thí nghiệm của cầu trục được quy định trong 2.10.

## 2.4 Đại diện của các tác động cầu trục

- (1) Các tác động được xét đến là các tác động lên dầm đỡ cầu trục do bánh xe, trục lăn hoặc bộ phận dẫn hướng khác gây ra.
- (2) Các lực theo phương ngang tác dụng lên kết cấu đỡ cầu trục gây ra bởi các chuyển động ngang của cầu trục dạng tời một ray và của hệ tời được xác định theo 2.5.1.2, 2.5.2.2 và 2.7.

## 2.5 Bố trí tải trọng

### 2.5.1 Hệ tời treo một ray dưới dầm đỡ cầu trục

#### 2.5.1.1 Tải trọng theo phương đứng

- (1) Trong điều kiện sử dụng bình thường, tải trọng theo phương đứng bao gồm tải trọng bản thân của hệ tời, tải trọng cầu và hệ số động, xem Bảng 2.1 và Bảng 2.2.

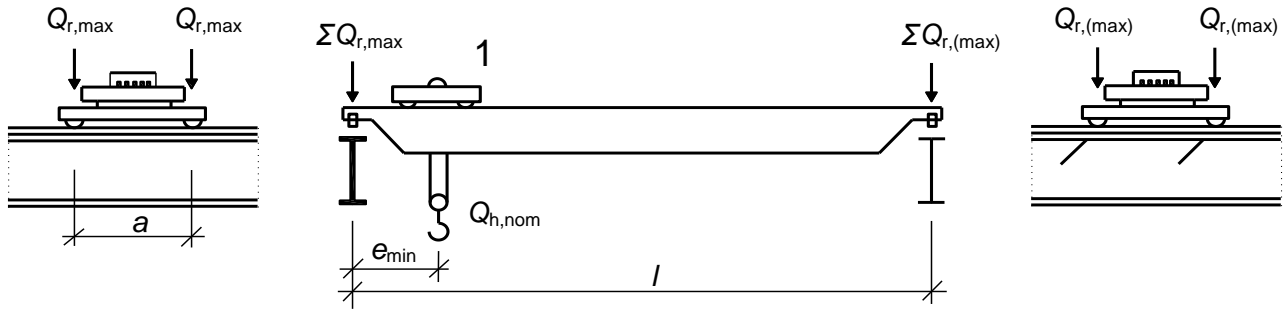
#### 2.5.1.2 Lực theo phương ngang

- (1) Đối với xe điện treo một ray trên dầm đỡ cầu trục cố định, khi không có giá trị chính xác hơn thì lực ngang hướng dọc dầm cầu trục được lấy bằng 5% giá trị lớn nhất theo phương đứng của tải trọng bánh xe, bỏ qua hệ số động.
- (2) Điều này cũng được áp dụng cho các tải trọng theo phương ngang trong trường hợp dầm đỡ cầu trục dạng treo.

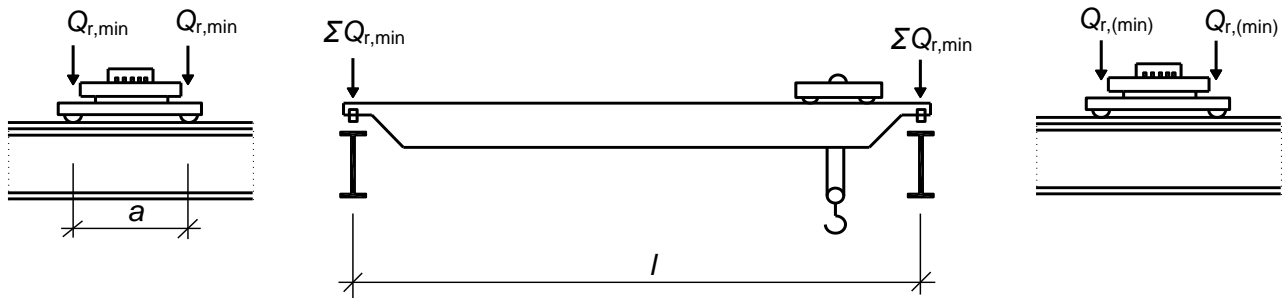
### 2.5.2 Cầu trục (chạy phía trên)

#### 2.5.2.1 Tải trọng theo phương đứng

- (1) Tải trọng bánh xe theo phương đứng tác dụng lên dầm đỡ cầu trục cần được xác định theo sự bố trí tải trọng trong Hình 2.1, sử dụng các giá trị đặc trưng cho trong 2.6.



a) Bố trí tải trọng của cầu trục có tải để được giá trị lớn nhất tác dụng lên dầm đỡ cầu trục



b) Bố trí tải trọng của cầu trục không tải để được giá trị nhỏ nhất tác dụng lên dầm đỡ cầu trục

trong đó

$Q_{r, \max}$  là tải trọng lớn nhất lên mỗi bánh xe của cầu trục có tải

$Q_{r, (max)}$  là tải trọng tương ứng lên mỗi bánh xe của cầu trục có tải

$\Sigma Q_{r, \max}$  là tổng tải trọng lớn nhất  $Q_{r, \max}$  lên mỗi đường chạy của cầu trục có tải

$\Sigma Q_{r, (max)}$  là tổng tải trọng lớn nhất  $Q_{r, (max)}$  tương ứng lên mỗi đường chạy của cầu trục có tải

$Q_{r, \min}$  là tải trọng nhỏ nhất lên mỗi bánh xe của cầu trục không tải

$Q_{r, (min)}$  là tải trọng tương ứng lên mỗi bánh xe của cầu trục không tải

$\Sigma Q_{r, \min}$  là tổng tải trọng nhỏ nhất  $Q_{r, \min}$  lên mỗi đường chạy của cầu trục không tải

$\Sigma Q_{r, (min)}$  là tổng tải trọng nhỏ nhất  $Q_{r, (min)}$  tương ứng lên mỗi đường chạy của cầu trục không tải

$Q_{h, nom}$  là giá trị danh định của tải trọng cầu

**Chú dẫn:**

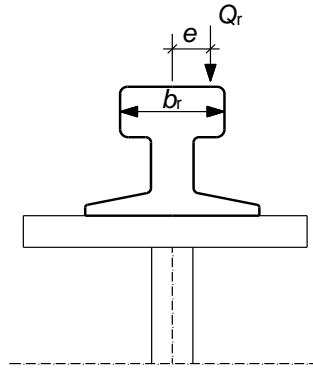
1 Xe con

**Hình 2.1 – Bố trí tải trọng để có được các tác động thẳng đứng cần thiết lên dầm đỡ cầu trục**

(2) Độ lệch tâm tính toán  $e$  của tải trọng bánh xe  $Q_r$  lên thanh ray được lấy bằng một phần bề rộng của đỉnh thanh ray  $b_r$ , xem Hình 2.2.

CHÚ THÍCH: Phụ lục Quốc gia có thể quy định giá trị của  $e$ . Giá trị khuyến nghị của  $e = 0,25 b_r$ .



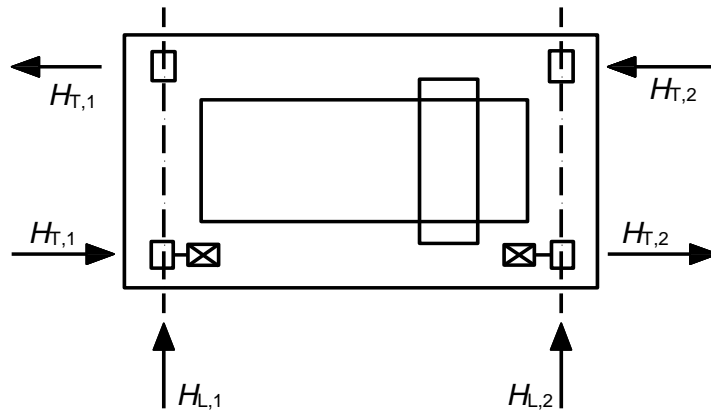


Hình 2.2 – Độ lệch tâm của tải trọng bánh xe

### 2.5.2.2 Lực theo phương ngang

- (1) Cần xét đến các dạng lực theo phương ngang của cầu trục sau đây:
  - a) lực tác dụng theo phương ngang gây ra bởi sự tăng hoặc giảm tốc độ của cầu trục liên quan đến chuyển động dọc theo dầm đỡ cầu trục của chúng, xem 2.7.2;
  - b) lực tác dụng theo phương ngang gây ra bởi sự tăng hoặc giảm tốc độ xe con hoặc xe điện treo liên quan đến chuyển động dọc theo dầm cầu trục của chúng, xem 2.7.5;
  - c) lực tác dụng theo phương ngang gây ra do sự lệch của cầu trục liên quan đến chuyển động dọc theo dầm đỡ cầu trục của chúng, xem 2.7.4;
  - d) lực đệm liên quan tới sự di chuyển của cầu trục, xem 2.11.1;
  - e) lực đệm liên quan tới sự di chuyển của xe con hoặc xe điện treo, xem 2.11.2.
- (2) Trừ khi có các quy định khác, chỉ một trong năm kiểu lực tác dụng theo phương ngang từ (a) đến (e) liệt kê trong (1) được xét đến trong cùng một nhóm các thành phần tải trọng cầu trục xảy ra đồng thời, xem Bảng 2.2.
- (3) Đối với cầu trục treo, lực tác dụng theo phương nằm ngang tại bề mặt tiếp xúc của bánh xe được lấy nhỏ nhất bằng 10% giá trị lớn nhất theo phương đứng của lực bánh xe không kể đến các thành phần động trừ khi có được giá trị chính xác hơn.
- (4) Trừ khi có các quy định khác, lực bánh xe nằm ngang hướng dọc theo dầm đỡ cầu trục  $H_{L,i}$  và lực bánh xe nằm ngang hướng vuông góc với dầm đỡ cầu trục  $H_{T,i}$  gây ra bởi sự tăng và giảm tốc của trọng lượng cầu trục hoặc xe con v.v..., cần được áp dụng như Hình 2.3. Các giá trị đặc trưng của các lực đó cho trong 2.7.2.

CHÚ THÍCH: Các lực nói trên không bao gồm hiệu ứng nghiêng của móc cầu do sự không thẳng hàng của trọng tải và xe con vì nói chung không cho phép sự nghiêng này. Các giá trị nhỏ của hiệu ứng không tránh được của sự nghiêng đã được bao gồm trong lực quán tính.

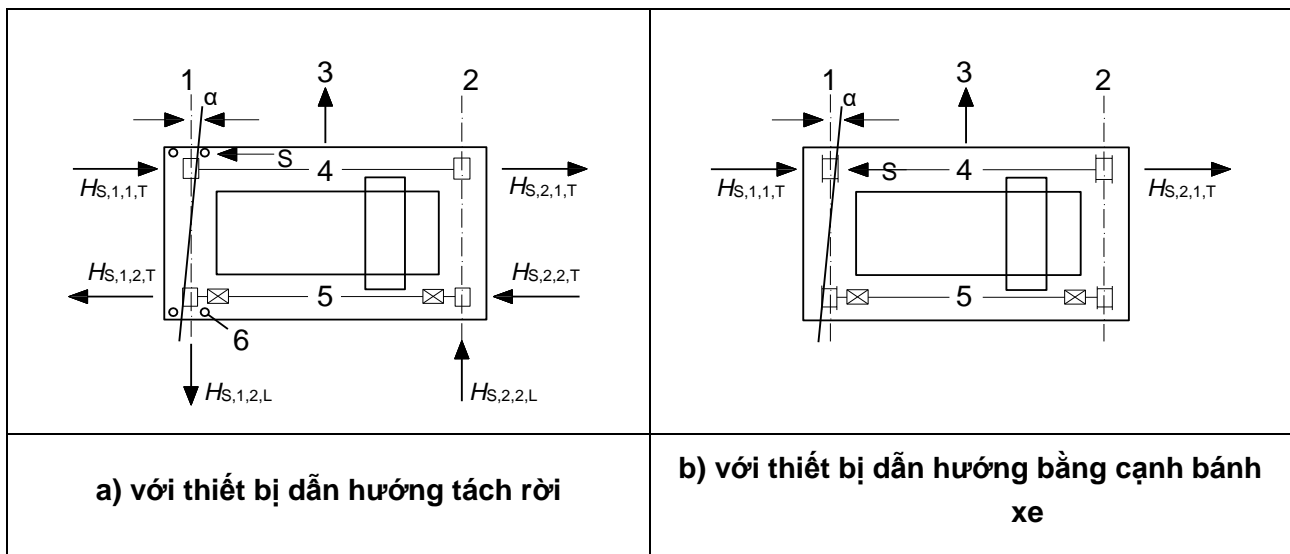


Chú dẫn:

- 1 Ray  $i = 1$
- 2 Ray  $i = 2$

**Hình 2.3 – Bố trí tải trọng bánh xe nằm ngang hướng dọc và nằm ngang hướng vuông góc dầm đỡ cầu trực gây ra bởi sự tăng và giảm tốc độ**

(5) Lực ngang của bánh xe theo hướng dọc và vuông góc với dầm đỡ cầu trực  $H_{S,i,j,k}$  và lực dẫn hướng  $S$  gây ra bởi sự lệch của cầu trực có thể xuất hiện tại các thiết bị dẫn hướng của cầu trực hoặc xe điện trong khi chúng di chuyển dọc hoặc ngang trong trạng thái chuyển động ổn định, xem Hình 2.4. Các lực này là do phản lực dẫn hướng (lực bắt buộc bánh xe đi lệch hướng với hướng di chuyển lăn tự do hoặc di chuyển ngang) gây ra. Các giá trị đặc trưng cho trong 2.7.4.



Chú dẫn:

- 1 Ray  $i = 1$
- 4 Cặp bánh xe  $j = 1$
- 2 Ray  $i = 2$
- 5 Cặp bánh xe  $j = 2$
- 3 Hướng chuyển động
- 6 Thiết bị dẫn hướng

CHÚ THÍCH 1: Hướng của lực tác dụng theo phương nằm ngang phụ thuộc vào kiểu thiết bị dẫn hướng, hướng chuyển động và kiểu bánh xe truyền động.

CHÚ THÍCH 2: Các lực  $H_{S,i,k}$  được định nghĩa trong 2.7.4(1).

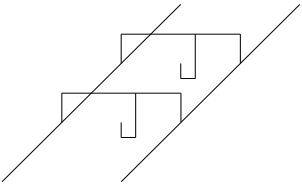
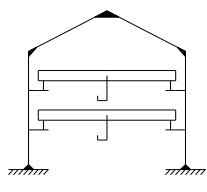
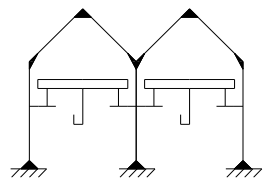
**Hình 2.4 – Bố trí tải trọng theo phương ngang của bánh xe theo hướng dọc và vuông góc dầm đỡ cầu trực gây ra bởi sự lệch của cầu trực**

### 2.5.3 Tác động của nhiều cầu trục

- (1)P Các cầu trục mà có yêu cầu hoạt động cùng nhau phải được coi như các tác động cầu trục đơn.
- (2) Nếu có một vài cầu trục hoạt động độc lập, số lượng lớn nhất của cầu trục được xét đến như các tác động đồng thời sẽ cần được quy định.

CHÚ THÍCH: Số lượng cầu trục được xét đến khi xác định vị trí bất lợi nhất có thể được quy định trong Phụ lục Quốc gia. Số lượng khuyến nghị cho trong Bảng 2.3.

**Bảng 2.3 – Số lượng cầu trục lớn nhất khuyến nghị khi xác định vị trí bất lợi nhất**

	Đối với dầm đỡ cầu trục	Đối với kết cấu đỡ cầu trục	
		Nhà một nhịp	Nhà nhiều nhịp
			
	3	4	6
Tác động cầu trục theo phương đứng		<p>CHÚ THÍCH:</p> <p>Vị trí bất lợi nhất của 4 cầu trục có thể là:</p> <p>a) 3 cầu trục sát nhau và 1 cầu trục trên đường chạy xa hơn;</p> <p>b) 2 cầu trục sát nhau và 2 cầu trục trên đường chạy xa hơn;</p> <p>c) 2 cầu trục sát nhau và 2 cầu trục (một ở trên và một ở dưới) trên các đường chạy xa hơn.</p>	<p>CHÚ THÍCH:</p> <p>Vị trí bất lợi nhất của 6 cầu trục có thể là:</p> <p>a) Vị trí cầu trục như đối với nhà một nhịp nhưng thêm 2 cầu trục trên nhịp khác;</p> <p>b) 6 cầu trục phân bố trên một số nhịp.</p>
Tác động cầu trục theo phương ngang	1	2	4
	<p>CHÚ THÍCH:</p> <p>Xem xét trường hợp 2 cầu trục nếu chúng hoạt động đồng thời để nâng vật nặng và nếu điều đó gây bất lợi hơn</p>	<p>CHÚ THÍCH:</p> <p>Hai cầu trục trên mỗi nhịp (một ở trên và một ở dưới)</p>	<p>CHÚ THÍCH:</p> <p>Dưới sự xem xét của các điều kiện như đối với dầm đỡ cầu trục và như đối với nhà một nhịp</p>

### 2.6 Giá trị đặc trưng của tải trọng cầu trục theo phương đứng

- (1) Giá trị đặc trưng của tải trọng theo phương đứng của cầu trục tác dụng lên kết cấu đỡ cầu trục được xác định theo chỉ dẫn trong Bảng 2.2.
- (2)P Đối với trọng lượng bản thân của cầu trục và của tải trọng cầu, các giá trị danh định quy định bởi nhà cung cấp cầu trục phải được xem là giá trị đặc trưng của tải trọng theo phương đứng.

Bảng 2.4 – Hệ số động  $\varphi_i$  của tải trọng theo phương đứng

	Giá trị của hệ số động
$\varphi_1$	$0,9 < \varphi_1 < 1,1$ Giá trị 1,1 và 0,9 tương ứng với giá trị cận trên và cận dưới của xung chấn động.
$\varphi_2$	$\varphi_2 = \varphi_{2,\min} + \beta_2 v_h$ $v_h$ – vận tốc cầu ổn định (m/s) $\varphi_{2,\min}$ và $\beta_2$ xem Bảng 2.5
$\varphi_3$	$\varphi_3 = 1 - \frac{\Delta m}{m} (1 + \beta_3)$ trong đó: $\Delta m$ là phần khối lượng cầu được giải phóng hoặc thả xuống $m$ là tổng khối lượng cầu $\beta_3 = 0,5$ đối với cầu trục có gầu ngoạm hoặc thiết bị thả chậm tương tự $\beta_3 = 1,0$ đối với cầu trục nam châm hoặc thiết bị thả nhanh tương tự
$\varphi_4$	$\varphi_4 = 1,0$ nếu dung sai chức năng Cấp 1 của đường ray thỏa mãn quy định của TCVN XXX 1090-2.
CHÚ THÍCH: Nếu dung sai chức năng cấp 1 của đường ray như quy định trong TCVN XXX 1090-2 không được thỏa mãn thì hệ số động $\varphi_4$ có thể xác định theo mô hình trong EN 13001-2.	

(3) Nếu các hệ số động  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  và  $\varphi_4$  quy định trong Bảng 2.1 không có trong tài liệu kỹ thuật của nhà cung cấp cầu trục thì có thể dùng chỉ dẫn trong Bảng 2.4.

(4) Đối với gió khi hoạt động, có thể xem trong Phụ lục A.

**Bảng 2.5 – Giá trị của  $\beta_2$  và  $\varphi_{2,\min}$** 

Cấp cầu của thiết bị	$\beta_2$	$\varphi_{2,\min}$
HC1	0,17	1,05
HC2	0,34	1,10
HC3	0,51	1,15
HC4	0,68	1,20

CHÚ THÍCH: Cầu trục được phân loại theo cấp cầu từ HC1 đến HC4 để xét đến ảnh hưởng động của việc truyền tải trọng từ mặt đất vào cầu trục. Sự lựa chọn phụ thuộc vào từng loại cầu trục riêng biệt, xem hướng dẫn trong Phụ lục B.

## 2.7 Giá trị đặc trưng của tải trọng cầu trục theo phương ngang

### 2.7.1 Tổng quát

(1)P Đối với hệ quả của gia tốc và hiệu ứng lệch, giá trị danh định quy định bởi nhà cung cấp cầu trục phải được xem là giá trị đặc trưng của tải trọng theo phương ngang.

(2) Giá trị đặc trưng của tải trọng theo phương ngang có thể do nhà cung cấp cầu trục quy định hoặc xác định theo các điều từ 2.7.2 đến 2.7.5.

### 2.7.2 Lực ngang hướng dọc dầm cầu trục $H_{L,i}$ và lực ngang vuông góc với dầm cầu trục $H_{T,i}$ gây ra bởi sự tăng, giảm tốc độ của cầu trục

(1) Lực ngang hướng dọc dầm cầu trục  $H_{L,i}$  do lực truyền động gây ra bởi sự tăng và giảm tốc độ cầu trục tại mặt tiếp xúc giữa ray và bánh xe truyền động, xem Hình 2.5.

(2) Lực ngang hướng dọc dầm cầu trục  $H_{L,i}$  tác dụng vào dầm cầu trục được xác định như sau:

$$H_{L,i} = \varphi_5 K \frac{1}{n_r} \quad (2.2)$$

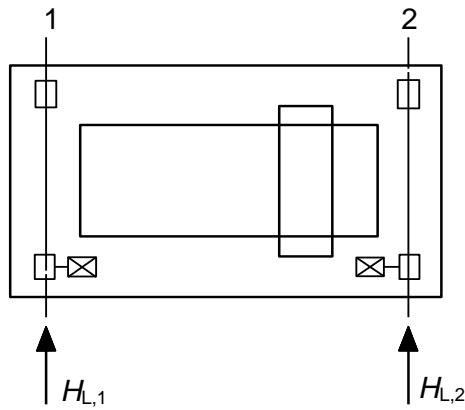
trong đó:

$n_r$  là số lượng dầm cầu trục;

$K$  là lực truyền động theo 2.7.3;

$\varphi_5$  là hệ số động, xem Bảng 2.6;

$i$  là số nguyên, đánh số dầm cầu trục ( $i=1, 2$ ).



Chú dẫn:

- 1 Ray  $i = 1$
- 2 Ray  $i = 2$

**Hình 2.5 – Lực ngang theo phương dọc  $H_{L,i}$**

(3) Mô men  $M$  có vị trí tác dụng tại tâm khối lượng do lực truyền động gây ra được thay thế bằng cặp lực nằm ngang theo phương vuông góc với dầm cầu trục  $H_{T,1}$  and  $H_{T,2}$ , xem Hình 2.6. Các lực theo phương ngang này được xác định theo công thức sau:

$$H_{T,1} = \varphi_5 \xi_2 \frac{M}{a} \tag{2.3}$$

$$H_{T,2} = \varphi_5 \xi_1 \frac{M}{a} \tag{2.4}$$

trong đó:

$$\xi_1 = \frac{\sum Q_{r,max}}{\sum Q_r};$$

$$\xi_2 = 1 - \xi_1;$$

$$\sum Q_r = \sum Q_{r,max} + \sum Q_{r,(max)};$$

$$\sum Q_{r,max} \text{ xem Hình 2.1;}$$

$$\sum Q_{r,(max)} \text{ xem Hình 2.1;}$$

$a$  là khoảng cách giữa trục lăn hoặc bánh có gờ dẫn hướng;

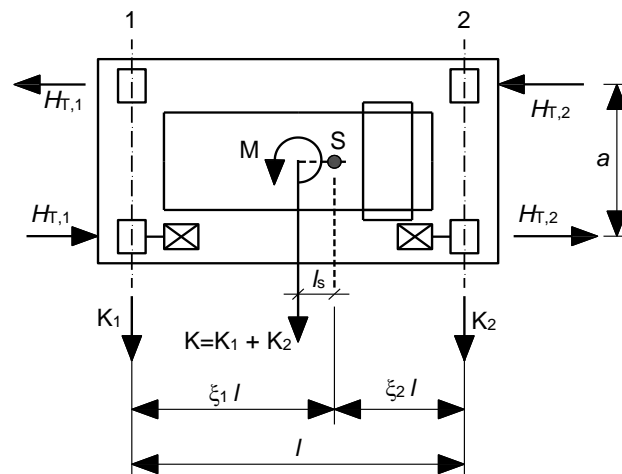
$$M = K l_s;$$

$$l_s = (\xi_1 - 0,5) l;$$

$l$  là nhịp của dầm cầu trục;

$\varphi_5$  là hệ số động, xem Bảng 2.6;

$K$  là lực truyền động, xem 2.7.3 và Hình 2.7.



Chú dẫn:

1 Ray  $i = 1$

2 Ray  $i = 2$

**Hình 2.6 – Lực ngang theo phương vuông góc với dầm cầu trục  $H_{T,i}$**

- (4) Lực ly tâm gây ra đối với dầm cầu trục dạng cong cần nhân với hệ số động  $\varphi_5$ .
- (5) Nếu hệ số động  $\varphi_5$  không có trong tài liệu kỹ thuật của nhà cung cấp cầu trục thì có thể dùng giá trị trong Bảng 2.6.

**Bảng 2.6 – Hệ số động  $\varphi_5$**

Giá trị của hệ số động $\varphi_5$	Đặc điểm sử dụng
$\varphi_5 = 1,0$	lực ly tâm
$1,0 \leq \varphi_5 \leq 1,5$	đối với hệ thống mà lực thay đổi đều đặn
$1,5 \leq \varphi_5 \leq 2,0$	đối với trường hợp có thể xuất hiện sự thay đổi đột ngột
$\varphi_5 = 3,0$	đối với bộ truyền động có xét đến sự giật lùi

### 2.7.3 Lực truyền động $K$

- (1) Lực truyền động  $K$  lên một bánh truyền động là lực tác động làm ngăn cản sự quay của bánh.
- (2) Lực truyền động  $K$  có thể được cung cấp từ nhà cung cấp cầu trục.
- (3) Khi không sử dụng hệ thống điều khiển bánh xe, lực truyền động  $K$  được tính theo công thức sau:

$$K = K_1 + K_2 = \mu \sum Q_{r,\min}^* \tag{2.5}$$

trong đó:

$\mu$  là hệ số ma sát;

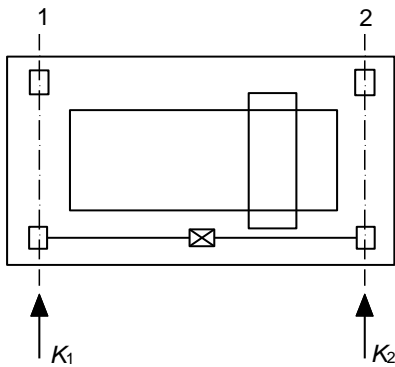
- Trường hợp truyền động bằng bánh đơn:  $\sum Q_{r,\min}^* = m_w Q_{r,\min}$ , trong đó  $m_w$  là số bánh xe truyền động đơn;
- Trường hợp truyền động bằng bánh trung tâm:  $\sum Q_{r,\min}^* = Q_{r,\min} + Q_{r,(\min)}$

CHÚ THÍCH 1: Cầu trục hiện đại thông thường không truyền động bằng bánh trung tâm.

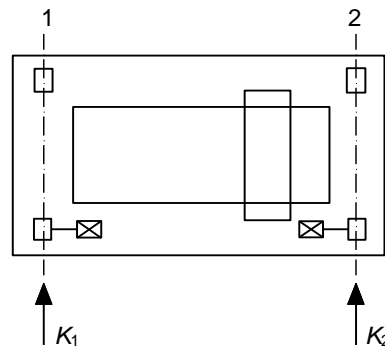
CHÚ THÍCH 2: Giá trị của hệ số ma sát được khuyến nghị lấy bằng:

$\mu = 0,2$  đối với thép - thép;

$\mu = 0,5$  đối với thép - cao su.



a) Truyền động bằng bánh trung tâm



b) Truyền động bằng bánh đơn

Chú dẫn:

1 Ray  $i = 1$

2 Ray  $i = 2$

Hình 2.7 – Xác định lực truyền động  $K$

### 2.7.4 Lực ngang $H_{s,i,j,k}$ và lực dẫn hướng $S$ gây ra do sự lệch của cầu trục

(1) Lực dẫn hướng  $S$  và lực ngang theo phương vuông góc với dầm cầu trục  $H_{s,i,j,k}$  gây ra do sự lệch của cầu trục được xác định như sau:

$$S = f \lambda_{s,j} \sum Q_r \tag{2.6}$$

$$H_{s,1,j,L} = f \lambda_{s,1,j,L} \sum Q_r \quad (j \text{ chỉ cặp bánh truyền động}) \tag{2.7}$$

$$H_{s,2,j,L} = f \lambda_{s,2,j,L} \sum Q_r \quad (j \text{ chỉ cặp bánh truyền động}) \tag{2.8}$$



$$H_{S,1,j,T} = f \lambda_{S,1,j,T} \sum Q_r \quad (2.9)$$

$$H_{S,2,j,T} = f \lambda_{S,2,j,T} \sum Q_r \quad (2.10)$$

trong đó:

$f$  là "hệ số không dương", xem (2);

$\lambda_{S,i,j,k}$  là hệ số lực, xem (4);

$i$  là ray  $i$ ;

$j$  là cặp bánh xe  $j$ ;

$k$  là phương của lực tác dụng (L = theo phương ngang hướng dọc dầm cầu trục, T = theo phương ngang hướng vuông góc với dầm cầu trục).

(2) "Hệ số không dương" xác định như sau:

$$f = 0,3(1 - e^{-250\alpha}) \leq 0,3 \quad (2.11)$$

trong đó:

$\alpha$  là góc lệch, xem (3).

(3) Cần lựa chọn góc lệch  $\alpha$  (xem Hình 2.8) có giá trị nhỏ hơn hoặc bằng 0,015 rad, để xét đến khoảng cách giữa bộ dẫn hướng và ray cũng như sự biến đổi kích thước hợp lý và độ mài mòn của thiết bị bánh xe và ray. Giá trị này được xác định như sau:

$$\alpha = \alpha_F + \alpha_V + \alpha_0 \leq 0,015 \text{ (rad)} \quad (2.12)$$

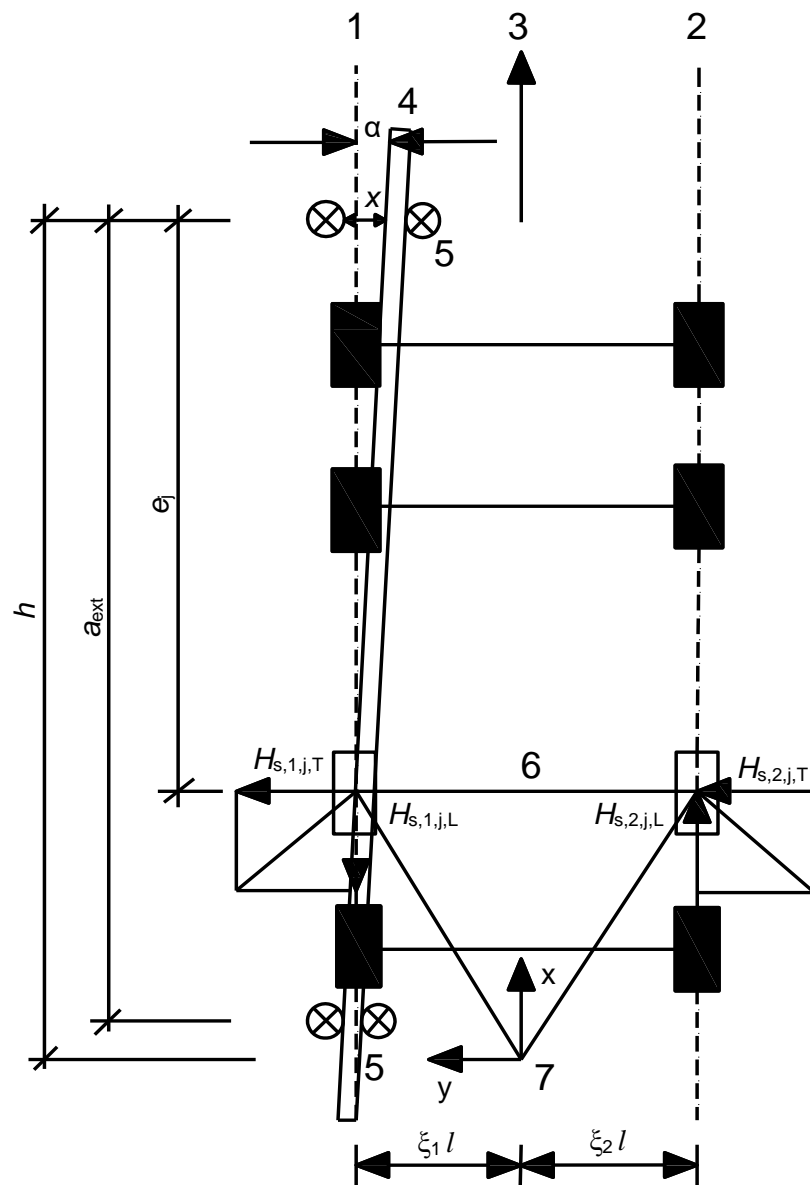
trong đó:

$\alpha_F$ ,  $\alpha_V$  và  $\alpha_0$  được xác định trong Bảng 2.7.

**Bảng 2.7 – Xác định  $\alpha_F, \alpha_V$  và  $\alpha_0$**

Góc $\alpha_i$	Giá trị nhỏ nhất của $\alpha_i$
$\alpha_F = \frac{0,75x}{a_{ext}}$	$0,75x \geq 5$ mm đối với trục lăn dẫn hướng
	$0,75x \geq 10$ mm đối với bánh có gờ dẫn hướng
$\alpha_V = \frac{y}{a_{ext}}$	$y \geq 0,03b$ mm đối với trục lăn dẫn hướng
	$y \geq 0,10b$ mm đối với bánh có gờ dẫn hướng
$\alpha_0$	$\alpha_0 = 0,001$
<p>trong đó:</p> <p><math>a_{ext}</math> là khoảng cách của bộ dẫn hướng bên ngoài hoặc bánh có gờ trên ray dẫn hướng;</p> <p><math>b</math> là chiều rộng của đỉnh thanh ray;</p> <p><math>x</math> là khoảng hở giữa ray và bộ dẫn hướng (trượt ngang);</p> <p><math>y</math> là độ mài mòn của ray và bộ dẫn hướng;</p> <p><math>\alpha_0</math> là dung sai giữa phương bánh và phương của ray.</p>	

(4) Hệ số lực  $\lambda_{S,i,j,k}$  phụ thuộc vào tổ hợp của các cặp bánh xe và khoảng cách  $h$  giữa tâm xoay tức thời và bộ dẫn hướng tương ứng, như bộ dẫn hướng đầu tiên theo phương chuyển động, xem Hình 2.8. Giá trị của khoảng cách  $h$  có thể lấy theo Bảng 2.8. Hệ số lực  $\lambda_{S,i,j,k}$  có thể xác định từ công thức cho trong Bảng 2.9.

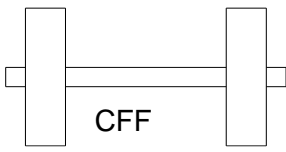
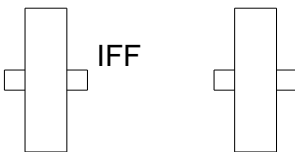
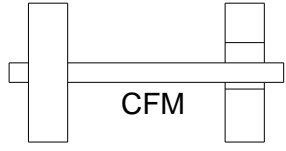
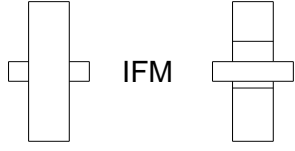


Chú dẫn:

- 1 Ray  $i = 1$
- 2 Ray  $i = 2$
- 3 Hướng dịch chuyển
- 4 Hướng của ray
- 5 Bộ dẫn hướng
- 6 Cặp bánh xe  $j$
- 7 Tâm quay tức thời

Hình 2.8 – Xác định góc  $\alpha$  và khoảng cách  $h$

**Bảng 2.8 – Xác định khoảng cách  $h$**

Bánh xe cố định theo dịch chuyển ngang	Tổ hợp cặp bánh xe		$h$
	Liên hợp (c)	Độc lập (i)	
Cố định/Cố định FF			$\frac{m\xi_1\xi_2l^2 + \sum e_j^2}{\sum e_j}$
Cố định/Dịch chuyển FM			$\frac{m\xi_1l^2 + \sum e_j^2}{\sum e_j}$

trong đó:

- $h$  là khoảng cách giữa tâm xoay tức thời và bộ dẫn hướng tương ứng;
- $m$  là số cặp bánh liên hợp ( $m = 0$  đối với cặp bánh độc lập);
- $\xi_1l$  là khoảng cách từ tâm xoay tức thời đến ray 1;
- $\xi_2l$  là khoảng cách từ tâm xoay tức thời đến ray 2;
- $l$  là nhịp của thiết bị;
- $e_j$  là khoảng cách từ cặp bánh thứ  $j$  đến bộ dẫn hướng tương ứng.

**Bảng 2.9 – Xác định giá trị  $\lambda_{S,i,j,k}$**

Hệ thống	$\lambda_{S,j}$	$\lambda_{S,1,j,L}$	$\lambda_{S,1,j,T}$	$\lambda_{S,2,j,L}$	$\lambda_{S,2,j,T}$
<b>CFF</b>	$1 - \frac{\sum e_j}{nh}$	$\frac{\xi_1\xi_2}{n} \frac{l}{h}$	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	$\frac{\xi_1\xi_2}{n} \frac{l}{h}$	$\frac{\xi_1}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$
<b>IFF</b>		0	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	0	$\frac{\xi_1}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$
<b>CFM</b>	$\xi_2 \left(1 - \frac{\sum e_j}{nh}\right)$	$\frac{\xi_1\xi_2}{n} \frac{l}{h}$	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	$\frac{\xi_1\xi_2}{n} \frac{l}{h}$	0
<b>IFM</b>		0	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	0	0

trong đó:

$n$  là số cặp bánh xe;

$\xi_1 l$  là khoảng cách từ tâm xoay tức thời đến ray 1;

$\xi_2 l$  là khoảng cách từ tâm xoay tức thời đến ray 2

$l$  là nhịp của thiết bị;

$e_j$  là khoảng cách từ cặp bánh thứ  $j$  đến bộ dẫn hướng tương ứng.

$h$  là khoảng cách giữa tâm xoay tức thời và bộ dẫn hướng tương ứng.

### 2.7.5 Lực ngang $H_{T,3}$ gây ra bởi sự tăng, giảm tốc độ của xe con

(1) Lực ngang  $H_{T,3}$  gây ra bởi sự tăng, giảm tốc độ của xe con hoặc xe điện có thể xem đã được bao gồm trong lực ngang  $H_{B,2}$  cho trong 2.11.2.

### 2.8 Hệ quả của nhiệt độ

(1)P Hệ quả của tác động lên dầm đỡ cầu trục do sự thay đổi của nhiệt độ phải được xem xét khi cần thiết. Thông thường, không cần xét đến trường hợp nhiệt độ phân bố không đều.

(2) Sự chênh lệch nhiệt độ của dầm đỡ cầu trục ngoài trời xem TCVN XXX 1991-1-5.

### 2.9 Tải trọng lên lối đi bộ, cầu thang, sàn công tác và lan can bảo vệ

#### 2.9.1 Tải trọng theo phương đứng

(1) Trừ khi có các quy định khác, lối đi bộ, cầu thang và sàn công tác có thể chịu tác dụng của lực theo phương đứng  $Q$  phân bố trên diện tích 0,3 m x 0,3 m.

(2) Tại nơi có khả năng chất đồng vật liệu, cần chất tải trọng theo phương đứng  $Q_k = 3$  kN.

(3) Nếu lối đi bộ, cầu thang và sàn công tác chỉ dùng để đi lại thì giá trị đặc trưng trong mục (2) có thể lấy giảm đi 1,5 kN.

(4) Có thể bỏ qua tải trọng theo phương đứng  $Q_k$  nếu tất cả cấu kiện chịu lực đang xét chịu các tác động cầu trục.

#### 2.9.2 Tải trọng theo phương ngang

(1) Trừ khi có các quy định khác, lan can bảo vệ có thể chịu tác dụng của một tải trọng theo phương ngang  $H_k = 0,3$  kN.

(2) Có thể bỏ qua tải trọng theo phương ngang  $H_k$  nếu cấu kiện chịu lực đang xét chịu tác động cầu trục.

### 2.10 Tải trọng thử

(1) Việc thử nghiệm được thực hiện sau khi lắp đặt cầu trục lên kết cấu đỡ, kết cấu đỡ cần được kiểm tra chịu điều kiện tải trọng thử.

(2) Khi cần thiết, kết cấu đỡ cầu trục cần được thiết kế đối với các tải trọng thử này.

(3)P Tải trọng cầu thử phải nhân với hệ số động  $\phi_6$ .

(4) Cần phân biệt các trường hợp sau khi xét đến các tải trọng thử:

**TCVN XXX 1991-3:20XX**

– Tải trọng thử động:

Tải trọng thử di chuyển bằng động cơ như cách mà cầu trực sẽ sử dụng. Giá trị của tải trọng thử nhỏ nhất bằng 110% tải trọng cầu danh định.

$$\varphi_6 = 0,5(1,0 + \varphi_2) \tag{2.13}$$

– Tải trọng thử tĩnh:

Tải trọng được chất tăng dần lên cầu trực khi không sử dụng động cơ. Giá trị của tải trọng thử nhỏ nhất bằng 125% tải trọng cầu danh định.

$$\varphi_6 = 1,0 \tag{2.14}$$

**2.11 Tác động bất thường**

**2.11.1 Lực đệm  $H_{B,1}$  liên quan đến chuyển động của cầu trực**

(1)P Khi sử dụng bộ đệm, lực tác dụng lên kết cấu đỡ cầu trực sinh ra do va chạm với bộ đệm phải được tính toán từ động năng của tất cả các phần liên quan của cầu trực di chuyển với vận tốc bằng 0,7 đến 1,0 lần vận tốc danh định.

(2) Lực đệm nhân với hệ số  $\varphi_7$  (xét đến hiệu ứng động) cho trong Bảng 2.10, có thể được tính toán bằng cách xét đến sự phân bố của các khối lượng liên quan và các đặc trưng bộ đệm, xem Hình 2.9b.

$$H_{B,1} = \varphi_7 v_1 \sqrt{m_c S_B} \tag{2.15}$$

trong đó:

$\varphi_7$  xem Bảng 2.10;

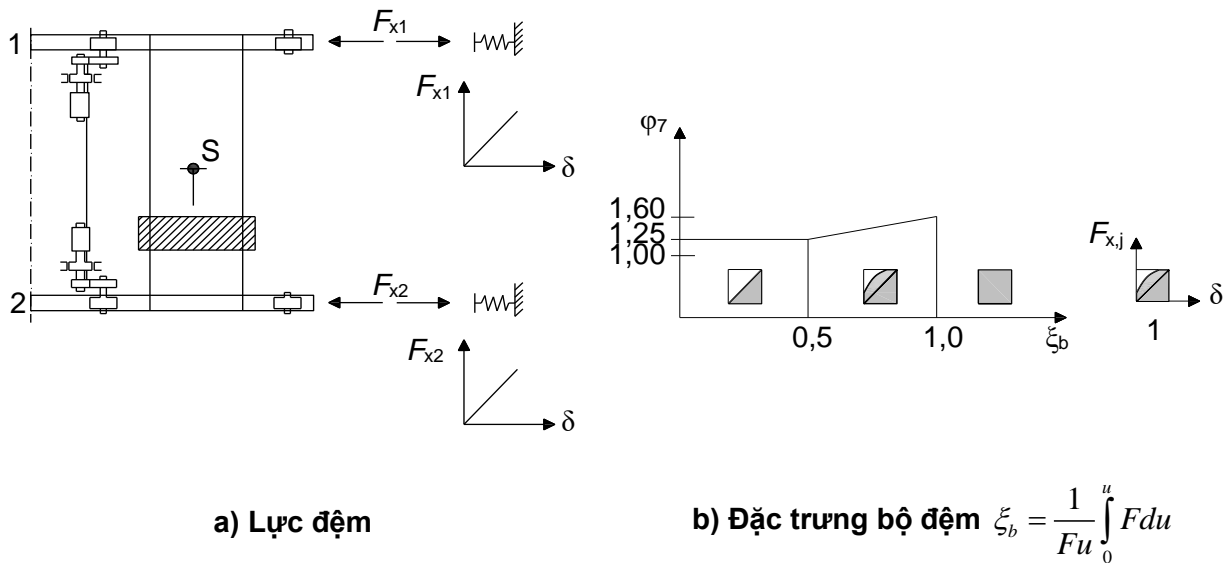
$v_1$  là 70% vận tốc di chuyển dọc (m/s);

$m_c$  là khối lượng của cầu trực và tải trọng cầu (kg);

$S_B$  là độ cứng lò xo bộ đệm (N/m).

**Bảng 2.10 – Hệ số động  $\varphi_7$**

Giá trị của hệ số động $\varphi_7$	Đặc trưng bộ đệm
$\varphi_7 = 1.25$	$0,0 \leq \xi_b \leq 0,5$
$\varphi_7 = 1.25 + 0,7(\xi_b - 0,5)$	$0,5 \leq \xi_b \leq 1,0$
CHÚ THÍCH: $\xi_b$ có thể xác định gần đúng theo Hình 2.9	



CHÚ DẪN:

1 Đặc trưng bộ đệm

CHÚ THÍCH: Các thông tin khác về đặc trưng bộ đệm xem EN 13001-2.

Hình 2.9 – Xác định lực đệm

### 2.11.2 Lực đệm $H_{B,2}$ liên quan đến chuyển động của xe con

(1) Lực ngang  $H_{B,2}$  là lực đệm do sự chuyển động của xe con hoặc tời điện có thể lấy bằng 10% tổng tải trọng cầu và trọng lượng của xe con hoặc tời điện trong trường hợp vật cầu được lắc tự do. Trong trường hợp khác, lực đệm được xác định như đối với chuyển động của cầu trục, xem 2.11.1.

### 2.11.3 Lực xô nghiêng

(1)P Đối với cầu trục bị ngăn cản chuyển vị ngang, phải xét đến tĩnh lực (lực xô nghiêng) gây ra khi chất tải hoặc do sự va chạm của các vật nâng với chướng ngại vật.

## 2.12 Tải trọng môi

### 2.12.1 Tác động cầu trục đơn

(1)P Tải trọng môi cần được xác định khi sự phân bố tải trọng cầu trục trong điều kiện vận hành và ảnh hưởng của sự thay đổi vị trí cầu trục đến độ bền môi được xem xét một cách thích đáng.

CHÚ THÍCH: Khi có đầy đủ thông tin về điều kiện vận hành, tải trọng môi có thể xác định theo phụ lục A của EN 13001 và TCVN XXX 1993-1-9. Khi không có đủ các thông tin này hoặc khi sử dụng phương pháp đơn giản thì áp dụng các quy định sau.

(2) Trong điều kiện làm việc bình thường của cầu trục, tải trọng môi có thể được biểu diễn dưới dạng tải trọng phá hoại môi tương đương  $Q_e$  được xem như là hằng số cho tất cả các vị trí của cầu trục để xác định ảnh hưởng của tải trọng môi.

CHÚ THÍCH: Quy trình này tương thích với EN 13001, tuy nhiên đây là phương pháp đơn giản đối với cổng trục trong trường hợp chưa có đủ thông tin trong giai đoạn thiết kế.

**TCVN XXX 1991-3:20XX**

(3) Tải trọng phá hoại môi tương đương  $Q_e$  có thể được xác định khi xét đến ảnh hưởng của lịch sử ứng suất phát sinh từ một trạng thái làm việc được quy định và tỉ số giữa số vòng lặp tải trọng trong suốt thời gian sử dụng của kết cấu và giá trị tham khảo  $N = 2,0 \times 10^6$ .

**Bảng 2.11 – Phân loại tác động môi của cầu trục theo EN 13001-1**

Cấp phổ tải trọng		$Q_0$	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	$Q_5$
		$kQ \leq 0,0313$	$0,0313 < kQ \leq 0,0625$	$0,0625 < kQ \leq 0,125$	$0,125 < kQ \leq 0,25$	$0,25 < kQ \leq 0,5$	$0,5 < kQ \leq 1,0$
Cấp tổng số vòng lặp							
$U_0$	$C \leq 1,6 \times 10^4$	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>
$U_1$	$1,6 \times 10^4 < C \leq 3,15 \times 10^4$	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>
$U_2$	$3,15 \times 10^4 < C \leq 6,30 \times 10^4$	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>
$U_3$	$6,30 \times 10^4 < C \leq 1,25 \times 10^5$	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
$U_4$	$1,25 \times 10^5 < C \leq 2,50 \times 10^5$	S <sub>0</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
$U_5$	$2,50 \times 10^5 < C \leq 5,00 \times 10^5$	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>
$U_6$	$5,00 \times 10^5 < C \leq 1,00 \times 10^6$	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>
$U_7$	$1,00 \times 10^6 < C \leq 2,00 \times 10^6$	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>
$U_8$	$2,00 \times 10^6 < C \leq 4,00 \times 10^6$	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
$U_9$	$4,00 \times 10^6 < C \leq 8,00 \times 10^6$	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>

trong đó:  
 $kQ$  là hệ số phổ tải trọng đối với tất cả các công tác của cầu trục;  
 $C$  là tổng số vòng lặp làm việc trong suốt thời hạn sử dụng của cầu trục.  
 CHÚ THÍCH: Cấp S<sub>i</sub> được phân loại theo tham số lịch sử ảnh hưởng ứng suất  $s$  trong EN 13001-1. Tham số này được định nghĩa như sau:  
 $s = v \times k$ , trong đó:  
 $k$  là hệ số phổ ứng suất;  
 $v$  là số vòng lặp ứng suất  $C$  liên quan đến số vòng lặp ứng suất  $2,0 \times 10^6$ .  
 Việc phân loại dựa trên tổng thời gian sử dụng là 25 năm.

(4) Tải trọng môi được xác định như sau:

$$Q_e = \varphi_{fat} \lambda_r Q_{max,i} \tag{2.16}$$

trong đó:

$Q_{max,i}$  là giá trị lớn nhất của tải trọng đặc trưng theo phương đứng của bánh xe  $i$ ;



$\lambda_i = \lambda_{1,i} \lambda_{2,i}$  là hệ số phá hoại tương đương, để xét đến phổ tải trọng mỗi chuẩn hoá liên quan và trị tuyệt đối của số vòng lặp tải trọng liên quan đến số vòng lặp  $N = 2,0 \times 10^6$ ;

$$\lambda_{1,i} = \sqrt[m]{kQ} = \left[ \sum_j \left( \left( \frac{\Delta Q_{i,j}}{\max \Delta Q_i} \right)^m \frac{n_{i,j}}{\sum n_{i,j}} \right) \right]^{1/m} \quad (2.17)$$

$$\lambda_{2,i} = \sqrt[m]{nv} = \left[ \frac{\sum_j n_{i,j}}{N} \right]^{1/m} \quad (2.18)$$

trong đó:

$\Delta Q_{i,j}$  là biên độ tải trọng của bánh xe thứ  $i$  ứng với vùng  $j$ :  $\Delta Q_{i,j} = Q_{i,j} - Q_{\min,i}$ ;

$\max \Delta Q_i$  là biên độ tải trọng lớn nhất của bánh xe thứ  $i$ :  $\max \Delta Q_i = Q_{\max,i} - Q_{\min,i}$ ;

$kQ, v$  là các hệ số phá hoại tương đương;

$m$  là độ dốc của đường cong độ bền mỏi;

$\varphi_{fat}$  là hệ số phá hoại va chạm động tương đương, xem (7);

$i$  là số bánh xe;

$N$  bằng  $2,0 \times 10^6$

CHÚ THÍCH: Giá trị của  $m$  xem TCVN XXX 1993-1-9 và Chú thích trong Bảng 2.12.

(5) Để xác định giá trị  $\lambda$  cần phân loại việc sử dụng cầu trục theo phổ tải trọng và tổng số vòng lặp tải trọng theo chỉ dẫn trong Bảng 2.11.

(6) Giá trị  $\lambda_i$  được xác định từ Bảng 2.12 dựa theo sự phân loại cầu trục.

**Bảng 2.12 – Giá trị  $\lambda_i$  theo phân cấp cầu trục**

Phân cấp S	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>
Ứng suất pháp	0,198	0,250	0,315	0,397	0,500	0,630	0,794	1,00	1,260	1,587
Ứng suất tiếp	0,379	0,436	0,500	0,575	0,660	0,758	0,871	1,00	1,149	1,320

CHÚ THÍCH 1: Khi xác định giá trị  $\lambda$  của phổ chuẩn hoá với sự phân bố Gauss của hệ quả tải trọng, quy luật Miner với độ dốc  $m=3$  đối với ứng suất pháp và  $m=5$  đối với ứng suất tiếp của đường cong độ bền mỏi N-S được sử dụng.

CHÚ THÍCH 2: Trường hợp phân cấp cầu trục không có trong tài liệu kỹ thuật của cầu trục thì tham khảo Phụ lục B.

(7) Trong điều kiện bình thường, hệ số phá hoại va chạm động tương đương  $\varphi_{fat}$  được xác định theo công thức sau:

$$\varphi_{fat,1} = \frac{1 + \varphi_1}{2} \text{ và } \varphi_{fat,2} = \frac{1 + \varphi_2}{2} \quad (2.19)$$

### 2.12.2 Các hệ quả của biên độ ứng suất do các tác động của nhiều bánh xe hoặc cầu trục

(1) Biên độ ứng suất do tải trọng phá hoại tương đương của bánh xe  $Q_e$  gây ra cần được xác định bằng cách đánh giá lịch sử ứng suất đến độ bền mỏi.

CHÚ THÍCH: Phương pháp đơn giản là sử dụng giá trị  $\lambda_i$  từ Bảng 2.12, xem TCVN XXX 1993-6, 9.4.2(3).

## Chương 3. Tác động do máy móc

### 3.1 Phạm vi áp dụng

(1) Chương này áp dụng cho kết cấu đỡ máy quay gây ra hiệu ứng động trong một hay nhiều mặt phẳng.

(2) Chương này giới thiệu các phương pháp xác định ứng xử động và các hệ quả của tác động để kiểm tra độ an toàn của kết cấu.

CHÚ THÍCH: Tuy không đặt ra một giới hạn chính xác, nhưng thông thường có thể giả thiết rằng đối với máy loại nhỏ chỉ có phần xoay và trọng lượng nhỏ hơn 5 kN hoặc công suất nhỏ hơn 50 kW, thì việc xét đến hệ quả của tác động bao gồm tải trọng tác dụng và các vấn đề riêng rẽ khác là không cần thiết. Trong những trường hợp này, việc sử dụng thiết bị giảm chấn dưới khung đỡ là đủ để bảo vệ máy và vùng phụ cận. Ví dụ như máy giặt và các thiết bị thông gió loại nhỏ.

### 3.2 Phân loại tác động

#### 3.2.1 Tổng quát

(1)P Tác động do máy móc gây ra được phân thành: tác động thường xuyên, tác động thay đổi và tác động bất thường, được đại diện bằng các mô hình khác nhau được trình bày trong các điều từ 3.2.2 đến 3.2.4.

#### 3.2.2 Tác động thường xuyên

(1) Các tác động thường xuyên trong quá trình sử dụng bao gồm trọng lượng bản thân của toàn bộ phần cố định và phần chuyển động và các tác động tĩnh khi sử dụng gồm:

- trọng lượng bản thân của rô tơ và vỏ máy (theo phương đứng);
- trọng lượng bản thân của bình ngưng có xét đến trường hợp chứa nước (theo phương đứng);
- các tác động của tua bin chân không, bình ngưng nối với vỏ máy qua bộ bù (theo phương đứng và phương ngang);
- mô men quay truyền động của máy truyền xuống móng qua vỏ máy (các lực theo phương đứng);
- lực ma sát tại đế do sự nở vì nhiệt của vỏ máy (theo phương ngang);
- các tác động do trọng lượng bản thân, lực và mô men từ đường ống do sự nở nhiệt, tác động do gas; dòng chảy và áp lực gas (theo phương đứng và phương ngang);
- các hệ quả của nhiệt độ do máy và đường ống, ví dụ sự chênh lệch nhiệt độ giữa máy, đường ống và móng.

(2) Tác động thường xuyên trong giai đoạn tạm thời, ngắn hạn (lắp đặt, bảo dưỡng hoặc sửa chữa) là các tác động do trọng lượng bản thân của thiết bị cầu, giàn giáo hoặc các máy móc phụ trợ gây ra.

#### 3.2.3 Tác động thay đổi

(1) Tác động thay đổi trong quá trình vận hành bình thường do máy gây ra là các tác động động do khối xoay có gia tốc, như:

- lực đỡ theo chu kỳ gây ra do sự lệch tâm của khối xoay theo các phương (chủ yếu vuông góc với trục của rô tơ);

## **TCVN XXX 1991-3:20XX**

- lực quán tính hoặc khối lượng quán tính;
- các tác động theo chu kỳ khi vận hành phụ thuộc vào loại máy được truyền qua vỏ máy hoặc đế máy xuống móng ;
- lực hoặc mô men gây ra do việc bật hoặc tắt hoặc các chu trình tức thời khác như chu trình đồng bộ hóa.

### **3.2.4 Tác động bất thường**

- (1) Tác động bất thường có thể sinh ra do:
- sự tăng đột ngột độ lệch tâm của khối lượng (ví dụ do gãy phanh hoặc biến dạng đột ngột hoặc gãy trục của các phần động);
  - đoản mạch hoặc vì sự đồng bộ của máy phát điện và máy;
  - ảnh hưởng va đập khi đóng các đường ống.

### **3.3 Các tình huống thiết kế**

(1)P Các tác động liên quan do máy móc gây ra phải được xác định theo từng tình huống thiết kế được chỉ ra theo TCVN XXX 1990.

(2)P Trong trường hợp đặc biệt, tình huống thiết kế được lựa chọn phải thỏa mãn:

- điều kiện vận hành của máy tuân theo các yêu cầu sử dụng và không có hư hỏng nào đối với kết cấu đỡ máy và móng của kết cấu này do tác động bất thường có thể ảnh hưởng đến sự làm việc tiếp sau này của kết cấu;
- sự va đập đối với vùng lân cận, ví dụ sự nhiễu loạn của các thiết bị nhạy cảm nằm trong giới hạn cho phép;
- không xảy ra trạng thái giới hạn cực hạn đối với kết cấu;
- không xảy ra trạng thái giới hạn mỗi đối với kết cấu.

CHÚ THÍCH: Trừ khi có quy định khác, các yêu cầu về sử dụng cần được định rõ đối với các dự án riêng.

### **3.4 Đại diện của tác động**

#### **3.4.1 Bản chất của tải trọng**

(1)P Khi xác định ảnh hưởng của các tác động phải phân biệt giữa các hệ quả của tác động tĩnh và tác động động.

(2)P Tác động tĩnh gồm cả các tác động do máy móc và các tác động do kết cấu gây ra.

CHÚ THÍCH: Tác động tĩnh do máy gây ra là tác động thường xuyên được xác định trong 3.2.2. Các tác động này dùng để xác định các hệ quả của tải biến hoặc kiểm tra biến dạng tĩnh không vượt qua giới hạn cho trước.

(3)P Tác động động phải được xác định có kể đến sự tương tác giữa sự kích thích từ máy và kết cấu.

CHÚ THÍCH: Tác động động do máy gây ra là các tác động thay đổi được xác định trong 3.2.3.

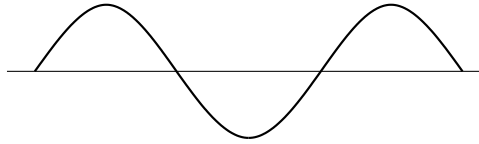
(4)P Ảnh hưởng tác động động phải được xác định bằng tính toán động với mô hình hóa hệ thống dao động và tác động động một cách thích hợp, xem 3.4.2.

(5) Có thể bỏ qua ảnh hưởng động tại vị trí không liên quan.

### 3.4.2 Mô hình hóa của các tác động động

(1) Tác động động của máy chỉ có phần quay (ví dụ như máy nén xoay, tua bin, máy phát điện và thiết bị thông gió) gồm các lực biến đổi theo chu kỳ có thể được định nghĩa dưới dạng hàm điều hòa, xem Hình 3.1.

(2) Mô men do đoạn mạch  $M_k(t)$  có thể được đại diện bằng tổ hợp của các biểu đồ mô men hình sin theo thời gian, thể hiện sự làm việc giữa rô tơ và vỏ máy.



Hình 3.1 – Lực điều hòa

### 3.4.3 Mô hình hoá của tương tác máy – kết cấu

(1)P Hệ thống dao động bao gồm máy và kết cấu có thể được mô hình hóa bằng các lực kích thích, số lượng khối lượng, tính chất độ cứng và sự cản phải được tính toán đầy đủ để xác định được các ứng xử động thực tế.

(2) Mô hình là đàn hồi tuyến tính với khối lượng tập trung hoặc phân bố liên kết với nhau bằng lò xo và được đỡ bằng lò xo.

(3) Trọng tâm chung của hệ thống (ví dụ của móng và máy) càng gần với đường thẳng đứng đứng đi qua tâm của phần diện tích móng tiếp xúc với nền càng tốt. Trong mọi trường hợp, độ lệch tâm của sự phân bố khối lượng không được vượt quá 5% chiều dài cạnh của diện tích tiếp xúc. Ngoài ra, trọng tâm của máy và của móng nếu có thể nên nằm phía dưới mặt trên của khối móng.

(4) Cần xét đến ba bậc tự do chuyển vị ngang và ba bậc tự do chuyển vị xoay; tuy nhiên thường không cần sử dụng mô hình không gian.

(5) Các tính chất của phần đỡ trung gian của kết cấu móng cần được chuyển thành bộ phận của mô hình (lò xo, hệ số cản .v.v). Các tính chất yêu cầu gồm:

- đối với đất: mô đun kháng cắt động  $G$  và hệ số cản;
- đối với cọc: độ cứng động của lò xo theo phương đứng và theo phương ngang;
- đối với lò xo: độ cứng của lò xo theo phương ngang và phương đứng và số liệu cản của lò xo cao su.

### 3.5 Giá trị đặc trưng

(1) Cần có các số liệu khảo sát chi tiết đối với lực tĩnh và lực động cho các trường hợp thiết kế được lấy từ nhà cung cấp máy và các số liệu khác như bản vẽ tổng thể, trọng lượng của thành phần tĩnh và thành phần động, vận tốc, đối trọng .v.v.

(2) Các số liệu sau cần được cung cấp bởi nhà cung cấp máy:

- sơ đồ tải trọng của máy, trong đó chỉ rõ vị trí, độ lớn và phương của tất cả các lực (gồm cả lực động);
- vận tốc máy;

## TCVN XXX 1991-3:20XX

- vận tốc tới hạn của máy;
- kích thước bên ngoài của móng;
- mô men quán tính khối lượng của các bộ phận máy;
- chi tiết của vật gài vào, đóng vào;
- bố trí của đường ống và chi tiết đỡ ống;
- nhiệt độ của các vùng trong quá trình vận hành;
- chuyển vị cho phép của các điểm đỡ máy trong quá trình vận hành bình thường.

(3) Trong trường hợp đơn giản, lực động (lực quán tính) của phần máy xoay có thể được xác định như sau:

$$F_s = m_R \omega_r^2 e_M = m_R \omega_r (\omega_r e_M) \quad (3.1)$$

trong đó:

$F_s$  là lực quán tính của rô tơ;

$m_R$  là khối lượng của rô tơ;

$\omega_r$  là tần số vòng của rô tơ (rad/s);

$e_M$  là độ lệch tâm của khối lượng rô tơ;

$\omega_r e$  là độ cân bằng của rô tơ, thể hiện ở biên độ của vận tốc.

(4) Đối với độ cân bằng, cần xét đến các tình huống sau:

- Tình huống lâu dài:

sự cân bằng của máy là tốt. Tuy nhiên, sự cân bằng của máy sẽ giảm theo thời gian đến một mức độ có thể chấp nhận cho việc vận hành bình thường. Hệ thống cảnh báo của máy đảm bảo việc cảnh báo trong trường hợp vượt quá một giới hạn nào đó. Cho đến trạng thái cân bằng đó, không xảy ra dao động hư hại đối với kết cấu và vùng phụ cận và các yêu cầu liên quan đến cấp dao động vẫn được thỏa mãn.

- Tình huống bất thường:

sự cân bằng bị nhiễu loạn hoàn toàn do sự cố: hệ thống giám sát đảm bảo việc tắt máy. Kết cấu đủ cứng để chịu lực động tác dụng.

(5) Trong trường hợp đơn giản, ảnh hưởng tương tác của sự kích thích của máy có khối lượng xoay và ứng xử động của kết cấu có thể biểu thị bằng lực tĩnh tương đương:

$$F_{eq} = F_s \varphi_M \quad (3.2)$$

trong đó:

$F_s$  là lực quán tính của rô tơ;

$\varphi_M$  là hệ số động phụ thuộc vào tỉ số của tần số dao động riêng  $n_e$  (hoặc  $\omega_e$ ) của kết cấu với tần số của lực kích thích  $n_s$  (hoặc  $\omega_s$ ) và hệ số cản  $\zeta$ .

(6) Đối với lực biến thiên điều hòa (lực quán tính của thiết bị xoay), hệ số phóng đại có thể được xác định theo công thức sau:

a) trường hợp cản bé hoặc cách xa vùng cộng hưởng

$$\varphi_M = \frac{\omega_e^2}{\omega_e^2 - \omega_s^2} \quad (3.3)$$

b) trường hợp cộng hưởng  $\omega_e = \omega_s$  và tỉ số cản  $\zeta$

$$\varphi_M = \left[ \left( 1 - \frac{\omega_s^2}{\omega_e^2} \right)^2 + \left( 2\zeta \frac{\omega_s}{\omega_e} \right)^2 \right]^{-1/2} \quad (3.4)$$

(7) Nếu nhà sản xuất không cung cấp biểu đồ biến thiên theo thời gian của mô men do đoạn mạch  $M_k(t)$ , thì sử dụng công thức sau:

$$M_k(t) = 10M_o \left( e_m^{0,4} \sin \Omega_N t - \frac{1}{2} e_m^{0,4} \sin 2\Omega_N t \right) - M_o \left( 1 - e_m^{0,15} \right) \quad (3.5)$$

trong đó:

$M_o$  là mô men danh định gây ra do công suất hữu hiệu;

$\Omega_N$  là tần số góc của mạch điện (rad/s);

$t$  là thời gian (s).

(8) Đối với tần số dao động riêng trong khoảng  $0,95\Omega_N$  đến  $1,05\Omega_N$  tần số tính toán của mạch điện cần giống với những tần số dao động riêng này.

(9) Để đơn giản, mô men tính tương đương có thể được xác định theo công thức sau:

$$M_{k,eq} = 1,7M_{k,max} \quad (3.6)$$

trong đó:

$M_{k,max}$  là giá trị lớn nhất của mô men do đoạn mạch  $M_k(t)$ .

(10) Nếu giá trị  $M_{k,max}$  không được cho bởi nhà sản xuất thì có thể sử dụng giá trị sau:

$$M_{k,max} = 12M_o \quad (3.7)$$

### 3.6 Tiêu chí về trạng thái sử dụng

(1) Thông thường, tiêu chí về trạng thái sử dụng liên quan đến dao động của:

- a) trục và đế máy;
- b) điểm nguy hiểm của kết cấu và máy.

(2) Đặc trưng của chuyển động gồm:

### TCVN XXX 1991-3:20XX

- biên độ dịch chuyển  $A$  ;
- biên độ vận tốc  $\omega_s A$  ;
- biên độ gia tốc  $\omega_s^2 A$  .

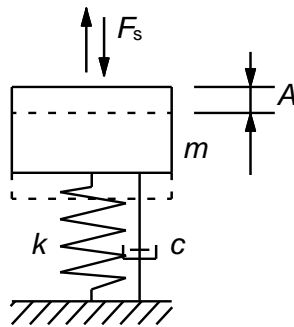
(3)P Khi tính toán biên độ của hệ thống, phải xét đến dao động theo phương ngang cũng như dao động xoay gây ra bởi lực và mô men động và phạm vi đặc trưng độ cứng của móng và phần đỡ trung gian (đất, cọc).

(4) Trong trường hợp đơn giản của hệ lò xo có một khối lượng, xem Hình 3.2, thì biên độ dịch chuyển có thể được tính như sau:

$$A = \frac{F_{eq}}{k} \quad (3.8)$$

trong đó:

$k$  là độ cứng lò xo của hệ.



Hình 3.2 – Hệ lò xo quả nặng



## Phụ lục A

(Quy định)

### Cơ sở thiết kế – các điều khoản bổ sung theo TCVN XXX 1990 đối với dầm đỡ cầu trục

#### A.1 Tổng quát

- (1) Phụ lục này đưa ra quy định về các hệ số riêng của tác động (hệ số  $\gamma$ ), tổ hợp của các tải trọng cầu trục (như tác động thường xuyên, gió tựa tĩnh, tuyết và tác động nhiệt độ) lên dầm đỡ cầu trục và các hệ số  $\psi$  tương ứng.
- (2) Nếu cần xét đến các tác động khác (ví dụ sự sụt mố) thì cần bổ sung các tổ hợp để xét đến các tác động này. Các tổ hợp cũng cần bổ sung và thích ứng giai đoạn thi công.
- (3) Khi tổ hợp một nhóm tải trọng cầu trục với các tác động khác thì nhóm tải trọng cầu trục được xem như một tác động đơn.
- (4) Khi xét tổ hợp của các tác động do tải trọng cầu trục với các tác động khác cần chú ý các trường hợp sau:
  - đường chạy nằm ngoài nhà;
  - đường chạy nằm trong nhà mà các tác động khí hậu sẽ do công trình chịu và các cấu kiện kết cấu của công trình chịu tác động của tải trọng cầu trục trực tiếp hoặc gián tiếp.
- (5) Đối với đường chạy nằm ngoài nhà, đặc trưng của tác động gió lên kết cấu cầu trục và lên hệ tời có thể được xác định dựa theo TCVN XXX 1991-1-4 như một lực đặc trưng  $F_{wk}$ .
- (6) Khi xét tổ hợp của tải trọng cầu với tải trọng gió, cần xét đến lực gió lớn nhất tương thích với sự làm việc của cầu trục. Lực  $F_w^*$  tương ứng với vận tốc gió bằng 20 m/s. Diện tích đón gió  $A_{ref,x}$  của tải trọng cầu cần xác định theo từng trường hợp cụ thể.
- (7) Đối với đường chạy nằm trong nhà thì có thể bỏ qua tác động của gió và tải trọng tuyết; tuy nhiên, cần xem xét các tổ hợp thích hợp đối với phần kết cấu của công trình chịu tải trọng gió, tuyết và cầu trục.

#### A.2 Các trạng thái giới hạn cực hạn

##### A.2.1 Tổ hợp của các tác động

- (1) Đối với mỗi trường hợp tải trọng cực hạn, nguy hiểm, giá trị thiết kế của các hệ quả tác động cần được xác định bằng cách tổ hợp những giá trị của tác động xuất hiện đồng thời theo TCVN XXX 1990.
- (2) Nếu xét đến một tác động bất thường thì không xét đến sự xuất hiện đồng thời của các tác động bất thường khác, cũng như tác động của gió hoặc tuyết.

##### A.2.2 Hệ số riêng

- (1) Việc kiểm tra theo trạng thái giới hạn cực hạn phụ thuộc vào cường độ của vật liệu kết cấu hoặc cường độ đất nền, cần xác định các hệ số riêng của các tác động đối với trạng thái giới hạn cực hạn đối với các tình huống thiết kế lâu dài, tạm thời và bất thường. Đối với trường hợp EQU, xem khoản (2) dưới đây.

**TCVN XXX 1991-3:20XX**

CHÚ THÍCH: Giá trị  $\gamma$  có thể được xác định trong Phụ lục Quốc gia. Giá trị  $\gamma$  cho trong Bảng A.1 là giá trị khuyến nghị khi thiết kế dầm cầu trục. Các giá trị này bao trùm trường hợp STR và GEO đối với công trình nhà cửa cho trong 6.1.4(1) TCVN XXX 1990.

**Bảng A.1 – Giá trị kiến nghị của hệ số  $\gamma$**

Tác động	Ký hiệu	Trường hợp	
		P/T	A
<b>Tác động thường xuyên của cầu trục</b>			
– Bất lợi	$\gamma_{Gsup}$	1,35	1,00
– Có lợi	$\gamma_{Ginf}$	1,00	1,00
<b>Tác động thay đổi của cầu trục</b>			
– Bất lợi	$\gamma_{Qsup}$	1,35	1,00
– Có lợi	$\gamma_{Qinf}$		
Khi có cầu trục		1,00	1,00
Khi không có cầu trục		0,00	0,00
<b>Các tác động thay đổi khác</b>	$\gamma_Q$		
– Bất lợi		1,50	1,00
– Có lợi		0,00	0,00
<b>Tác động bất thường</b>	$\gamma_A$		1,00

P – Trường hợp lâu dài; T – Trường hợp tạm thời; A – Trường hợp bất thường

(2) Khi kiểm tra sự mất cân bằng tĩnh EQU và khả năng chống lật, cần xem xét phần tác động bất lợi và có lợi của cầu trục như các tác động độc lập. Trừ khi có các quy định khác (xem trong các tiêu chuẩn thiết kế Eurocodes liên quan) phần bất lợi và có lợi của tác động thường xuyên lần lượt tương ứng với  $\gamma_{Gsup}$  và  $\gamma_{Ginf}$ .

CHÚ THÍCH: Giá trị của hệ số  $\gamma$  có thể được xác định trong Phụ lục quốc gia. Giá trị khuyến nghị của hệ số  $\gamma$  là:

$$\gamma_{Gsup} = 1,05$$

$$\gamma_{Ginf} = 0,95$$

Các hệ số  $\gamma$  khác của tác động (đặc biệt đối với tác động thay đổi) giống như trong khoản (1).

**A.2.3 Hệ số  $\psi$  đối với tải trọng cầu trục**

(1) Hệ số  $\psi$  đối với tải trọng cầu trục cho trong Bảng A.2.

**Bảng A.2 – Hệ số  $\psi$  đối với tải trọng cầu trục**

Tác động	Ký hiệu	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Tải trọng cầu trục đơn hoặc nhóm tải trọng do cầu trục gây ra	$Q_r$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$

CHÚ THÍCH: Hệ số  $\psi$  có thể được xác định trong Phụ lục quốc gia. Giá trị khuyến nghị của hệ số  $\psi$  là:

## **TCVN XXX 1991-3:20XX**

$$\psi_0 = 1,0$$

$$\psi_1 = 0,9$$

$\psi_2$  = tỉ số giữa tác động thường xuyên của cầu trục và tổng tác động cầu trục.

### **A.3 Các trạng thái giới hạn sử dụng**

#### **A.3.1 Tổ hợp tác động**

- (1) Các tổ hợp dùng để kiểm tra trạng thái giới hạn sử dụng lấy từ TCVN XXX 1990.
- (2) Khi thực hiện việc thử cầu trục, tải trọng thử của cầu trục, xem 2.10, được xem như tác động cầu trục.

#### **3.7 A.3.2 Hệ số riêng**

- (1) Trừ khi có các quy định khác, hệ số riêng của các tác động lên kết cấu đỡ cầu trục trong các trạng thái giới hạn sử dụng được lấy bằng 1,0.

#### **A.3.3 Hệ số $\psi$ cho tải trọng cầu trục**

- (1) Hệ số  $\psi$  cho trong Bảng A.2.

### **A.4 Mọi**

- (1) Các quy định kiểm tra về mọi phụ thuộc vào mô hình tải trọng mọi sử dụng và được chỉ rõ trong các tiêu chuẩn thiết kế Eurocodes.

## Phụ lục B

(Tham khảo)

## Chỉ dẫn phân cấp cần trục khi tính toán môi

Bảng B.1 – Cấp tải trọng kiến nghị

TT	Loại cần trục	Cấp cầu	Cấp S
1	Cần trục thủ công	HC1	S0, S1
2	Cần trục dùng để lắp ráp	HC1, HC2	S0, S1
3	Cần trục trong nhà máy điện	HC1	S1, S2
4	Cần trục kho chứa với hoạt động không liên tục	HC2	S4
5	Cần trục nhà kho, cần trục ngang của máy rải, cần trục kho phế liệu – với sự hoạt động liên tục	HC3, HC4	S6, S7
6	Cần trục trong phân xưởng	HC2, HC3	S3, S4
7	Cần trục, cần trục pít tông – hoạt động với gầu ngoạm hoặc nam châm	HC3, HC4	S6, S7
8	Cần trục trong xưởng đúc	HC2, HC3	S6, S7
9	Cần trục kho ướt	HC3, HC4	S7, S8
10	Cần trục dỡ liệu, nhập liệu	HC4	S8, S9
11	Cần trục trong xưởng luyện kim	HC4	S6, S7
12	Cần trục có dạng như cầu (thường bắc qua vùng nước rộng), bán cổng trục, cổng trục với cầu treo hoặc cần trục xoay hoạt động với móc cầu	HC2	S4, S5
13	Cần trục có dạng như cầu (thường bắc qua vùng nước rộng), bán cổng trục, cổng trục với cầu treo hoặc cần trục xoay hoạt động với gầu ngoạm hoặc nam châm	HC3, HC4	S6, S7
14	Băng chuyền dạng cầu	HC1	S3, S4
15	Cần trục trong xưởng đóng tàu, trong bờ trượt, cần trục dành cho việc trang bị hoàn thiện sản phẩm (thường nói đến tàu thuyền) trước khi chạy thử lần đầu – hoạt động với móc cầu	HC2	S3, S4

**TCVN XXX 1991-3:20XX**

16	Cần trục hoạt động ở cầu tàu, cần trục xoay, cần trục nổi, cần trục cổng dạng xoay – hoạt động với móc cầu	HC2	S4, S5
17	Cần trục hoạt động ở cầu tàu, cần trục xoay, cần trục nổi, cần trục cổng dạng xoay – hoạt động với gầu ngoạm hoặc nam châm	HC3, HC4	S6, S7
18	Cần trục nổi hạng nặng, dàn cần cầu	HC1	S1, S2
19	Cần trục trên tàu thủy chở hàng – hoạt động với móc cầu	HC2	S3, S4
20	Cần trục trên tàu thủy chở hàng – hoạt động với gầu ngoạm hoặc nam châm	HC3, HC4	S4, S5
21	Cần trục tháp xoay sử dụng trong xây dựng công nghiệp	HC1	S2, S3
22	Cần trục xây dựng, cần trục lớn – hoạt động với móc cầu	HC1, HC2	S1, S2
23	Cần trục xoay chạy trên ray – hoạt động với móc cầu	HC2	S3, S4
24	Cần trục xoay chạy trên ray – hoạt động với gầu ngoạm hoặc nam châm	HC3, HC4	S4, S5
25	Cần trục chạy trên ray cho phép đặt trên tàu	HC2	S4
26	Cần trục trên xe tải, cần trục di chuyển – hoạt động với móc cầu	HC2	S3, S4
27	Cần trục trên xe tải, cần trục di chuyển – hoạt động với gầu ngoạm hoặc nam châm	HC3, HC4	S4, S5
28	Cần trục xe tải hạng nặng, cần trục di chuyển hạng nặng	HC1	S1, S2

**Phụ lục Quốc gia**

**(Quy định)**

**kèm theo TCVN XXX 1991-3:20XX**

**Tác động lên kết cấu – Phần 3: Tác động do cầu trục và máy móc**

**NA.1 Phạm vi**

a) Phụ lục này đưa ra các lựa chọn Thông số quốc gia áp dụng cho điều kiện Việt Nam được mô tả trong các điều khoản sau của TCVN XXX 1991-3:20XX:

– 2.1(2)

– 2.5.2.1(2)

– 2.5.3(2)

– 2.7.3(2)

– A2.2(1)

– A2.2(2)

– A2.3(1)

b) Phụ lục này đưa ra tình trạng áp dụng của các Phụ lục trong TCVN XXX 1991-3:20XX.

**NA.2 Lựa chọn các thông số quốc gia áp dụng cho điều kiện Việt Nam**

**NA.2.1 Quy trình khi các tác động được đưa ra bởi nhà cung cấp cầu trục [TCVN XXX 1991-3:20XX, 2.1(2)]**

Không có thông tin bổ sung đối với quy định khi các tác động được đưa ra bởi nhà cung cấp cầu trục.

**NA.2.2 Độ lệch tâm của tải trọng bánh xe [TCVN XXX 1991-3:20XX, 2.5.2.1(2)]**

Có thể sử dụng giá trị độ lệch tâm của tải trọng bánh xe được khuyến nghị:  $e = 0,25 b_r$ .

**NA.2.3 Số lượng cầu trục lớn nhất khi xét đến vị trí bất lợi nhất [TCVN XXX 1991-3:20XX, 2.5.3(2)]**

Số lượng cầu trục lớn nhất khi xét đến vị trí bất lợi nhất nói chung có thể như khuyến nghị trong TCVN XXX 1991-3:20XX, Bảng 2.3. Tuy nhiên, khi có 2 hoặc nhiều cầu trục dự định làm việc kết hợp cùng nhau thì chúng có thể được tính là một khi áp dụng bảng này.

**NA.2.4 Giá trị hệ số ma sát [TCVN XXX 1991-3:20XX, 2.7.3(2)]**

Có thể sử dụng các giá trị hệ số ma sát được khuyến nghị.

**NA.2.5 Xác định giá trị của hệ số  $\gamma$  đối với trường hợp STR và GEO [TCVN XXX 1991-3:20XX, A2.2(1)]**

## **TCVN XXX 1991-3:20XX**

Có thể sử dụng các giá trị hệ số  $\gamma$  đối với trường hợp STR và GEO được khuyến nghị trong TCVN XXX 1991-3:20XX, Bảng A.1.

### **NA.2.6 Xác định giá trị của hệ số $\gamma$ đối với trường hợp EQU [TCVN XXX 1991-3:20XX, A2.2(2)]**

Không sử dụng các giá trị hệ số  $\gamma$  đối với trường hợp EQU khuyến nghị trong Chú thích của TCVN XXX 1991-2:2002, A.2.2(2).

Các giá trị này được lấy trong Bảng NA.A1.2(A), Phụ lục Quốc gia kèm theo TCVN TCVN XXX 1990:20XX, bao gồm cả các kiểm tra kết hợp thay thế trong Chú thích của bảng này.

### **NA.2.7 Xác định giá trị của hệ số $\psi$ [TCVN XXX 1991-3:20XX, A2.3(1)]**

Có thể sử dụng các giá trị của hệ số  $\psi$  đối với tải trọng cầu trục được khuyến nghị.

## **NA.3 Tình trạng áp dụng của các Phụ lục trong TCVN XXX 1991-3:20XX**

### **NA.3.1 Cơ sở thiết kế – các điều khoản bổ sung theo TCVN XXX 1990 đối với dầm cầu trục [TCVN XXX 1991-3:20XX, Phụ lục A]**

Phụ lục A, TCVN XXX 1991-3:20XX bắt buộc sử dụng.

### **NA.3.2 Chỉ dẫn phân cấp cần trục khi tính toán mỏi [TCVN XXX 1991-3:20XX, Phụ lục B]**

Phụ lục B, TCVN XXX 1991-3:20XX có thể được tham khảo sử dụng.

**Thư mục tài liệu tham khảo**

Phụ lục Quốc gia kèm theo TCVN XXX 1990:20XX Eurocode: Cơ sở thiết kế kết cấu

UK National Annex to Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-6: General actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings

---