

## Công trình biển cố định - Phần 3 : Tải trọng thiết kế

### *Fixed offshore platforms - Part 3 : Design Loads*

#### 1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các loại tải trọng và các tổ hợp tải trọng cần xem xét khi tính toán sức bền của các công trình biển cố định.

Tiêu chuẩn này cũng quy định các hệ số tải trọng và tổ hợp tải trọng tương ứng dùng để thiết kế theo phương pháp hệ số riêng phần (mục 8) và quy định các tổ hợp tải trọng tương ứng để thiết kế theo phương pháp ứng suất cho phép (mục 9).

#### 2. Tiêu chuẩn trích dẫn

TCVN 6170-1 : 1996 Công trình biển cố định - Phần 1 : Quy định chung.

TCVN 6170-2 : 1998 Công trình biển cố định - Phần 2 : Điều kiện môi trường

#### 3. Quy định chung

##### 3.1. Các giả định

Tất cả các tải trọng có ảnh hưởng đến an toàn của kết cấu hoặc một phần của kết cấu từ lúc bắt đầu xây dựng đến khi khai thác thường xuyên phải được xem xét khi thiết kế.

##### 3.2. Thuật ngữ định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này các thuật ngữ định nghĩa được hiểu như sau :

- Giá trị kì vọng là mômen thống kê bậc nhất của hàm phân bố mật độ xác suất của đại lượng được xem xét trong một khoảng thời gian nhất định ;

*Chú thích - Trong thực tế giá trị kì vọng thông thường được lấy bằng giá trị trung bình hoặc giá trị ước lượng tốt nhất trong thời gian đang xét.*

- Giá trị xác định là giá trị cực đại hoặc cực tiểu trong khoảng thời gian xem xét. Căn cứ vào yêu cầu, các giới hạn và các biện pháp khai thác, giá trị này được lấy sao cho đảm bảo độ an toàn cần thiết của công trình ;

- Quá trình tải trọng kì vọng là diễn biến tải trọng kì vọng trong một khoảng thời gian nhất định bao gồm số chu trình tải trọng và mức tải trọng trong mỗi chu trình ;

- Hiệu ứng của tải trọng bất thường là hiệu ứng tải trọng với xác suất bị vượt hàng năm bằng hoặc nhỏ hơn  $10^{-4}$ .

##### 3.3. Xem xét chung về tải trọng

3.3.1. Các tải trọng đặc trưng phải được coi là các tải trọng tham chiếu trong thiết kế theo phương pháp hệ số riêng phần và phương pháp ứng suất cho phép. Nếu trong tiêu chuẩn không quy định các trường hợp đặc biệt, các tải trọng đặc trưng cho ở bảng 1 và bảng 2 áp dụng tương ứng cho các điều kiện thiết kế cực trị và bình thường.

- 3.3.2. Có thể không cần xét tải trọng và hiệu ứng tải trọng nếu với giá trị ước lượng tốt nhất, xác suất vượt hàng năm nhỏ hơn  $10^{-4}$ .
- 3.3.3. Ở những nơi mà tải trọng biến dạng, tải trọng môi trường và tải trọng sự cố có thể tác dụng đồng thời, giá trị đặc trưng có thể được xác định dựa trên sự phân bố xác suất đồng thời của chúng.

*Chú thích - Nếu giá trị đặc trưng được tính cho một trong các loại tải trọng : tải trọng biến dạng (D), tải trọng môi trường (E) hoặc tải trọng sự cố (A) với xác suất vượt hàng năm là  $10^{-4}$  thì không cần xét đến giá trị đặc trưng của hai trong số ba tải trọng còn lại (trừ trường hợp tải trọng biến dạng (D) đã được quy định).*

**Bảng 1 - Cơ sở để lựa chọn các tải trọng đặc trưng cho điều kiện thiết kế cực trị**

Loại tải trọng	Các trạng thái giới hạn - điều kiện thiết kế cực trị				
	ULS	FLS	PLS		SLS
			Kết cấu nguyên vẹn	Kết cấu có hư hỏng	
Thường xuyên (P)	Giá trị kì vọng	Giá trị kì vọng	Giá trị kì vọng	Giá trị kì vọng	Giá trị kì vọng
Hoạt tải (L)	Giá trị xác định	Giá trị xác định	Giá trị xác định	Giá trị xác định	Giá trị xác định
Biến dạng (D)	Giá trị xác định	Giá trị xác định	Giá trị xác định	Giá trị xác định	Giá trị xác định
Môi trường (E)	Giá trị xác định	Quá trình tải trong kì vọng	Giá trị xác định	Giá trị xác định	Giá trị xác định
Sự cố (A)	Không áp dụng	Không áp dụng	Không áp dụng	Không áp dụng	Không áp dụng

**Bảng 2 - Cơ sở để lựa chọn các tải trọng đặc trưng cho điều kiện thiết kế bình thường**

Loại tải trọng	Các trạng thái giới hạn - điều kiện thiết kế cực trị bình thường				
	ULS	FLS	PLS		SLS
			Kết cấu nguyên vẹn	Kết cấu có hư hỏng	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Thường xuyên (P)	Giá trị kì vọng	Giá trị kì vọng	Giá trị kì vọng	Giá trị kì vọng	Giá trị kì vọng
Hoạt tải (L)	Giá trị xác định	Giá trị xác định	Giá trị xác định	Giá trị xác định	Giá trị xác định
Biến dạng (D)	Giá trị xác định hoặc như giá trị đã cho đối với tải trọng môi trường	Giá trị xác định hoặc như giá trị đã cho đối với tải trọng môi trường	Giá trị xác định hoặc như giá trị đã cho đối với tải trọng môi trường <sup>2)</sup>	Giá trị xác định hoặc như giá trị đã cho đối với tải trọng môi trường	Giá trị xác định hoặc như giá trị đã cho đối với tải trọng môi trường

1	2	3	4	5	6
Môi trường (E)	Xác suất vượt hàng năm <sup>1)</sup> bằng $10^{-2}$	Quá trình tải trọng kì vọng	Xác suất vượt hàng năm <sup>1)2)</sup> bằng $10^{-4}$	Xác suất vượt hàng năm <sup>1)</sup> bằng $10^{-1}$	Giá trị xác định
Sự cố (A)	Không áp dụng	Không áp dụng	Xác suất vượt hàng năm <sup>2)</sup> bằng $10^{-4}$	Không áp dụng	Không áp dụng

**Chú thích**

1) Xác suất vượt sử dụng như đã nêu ở TCVN 6170-2 : 1998

2) Xác suất vượt đồng thời của các loại tải trọng tổ hợp, không bắt buộc nhỏ hơn  $10^{-4}$

**4. Các loại tải trọng và các giá trị tải trọng đặc trưng****4.1. Tải trọng thường xuyên**

4.1.1. Tải trọng thường xuyên là tải trọng không thay đổi về độ lớn, điểm đặt và phương trong khoảng thời gian đang xét, ví dụ :

- Khối lượng kết cấu ;
- Khối lượng của các vật dẫn và thiết bị thường xuyên ;
- Áp lực thủy tĩnh ngoài thường xuyên ;
- Lực căng ban đầu của các dây neo/buộc thường xuyên.

4.1.2. Giá trị đặc trưng của tải trọng thường xuyên được xác định là giá trị kì vọng dựa trên các dữ liệu chính xác về khối lượng riêng của vật liệu và thể tích.

**4.2. Hoạt tải (L)**

4.2.1. Hoạt tải là tải trọng có thể thay đổi độ lớn, điểm đặt và phương trong khoảng thời gian đang xét khi công trình đang hoạt động bình thường. Ví dụ :

- Người ;
- Vật liệu, thiết bị, khí dự trữ, chất lỏng và áp suất của chất lỏng ;
- Tải trọng làm việc của cần cẩu ;
- Máy bay trực thăng ;
- Tải trọng của đệm chống va và dây buộc ;
- Tải trọng do vận hành thiết bị ;
- Tải trọng do khoan ;
- Tải trọng do sự thay đổi của các vật dẫn và thiết bị.

4.2.2. Giá trị đặc trưng của hoạt tải là giá trị cực đại (hoặc cực tiểu) của các giá trị xác định gây nên hiệu ứng tải trọng bất lợi nhất cho kết cấu đang xét.

Các giá trị xác định được lấy trên cơ sở của các quy định kĩ thuật liên quan. Quá trình tải trọng xác định phải được sử dụng khi tính toán trạng thái giới hạn mới (FLS).

**4.3. Tải trọng biến dạng (D)**

4.3.1. Tải trọng biến dạng là tải trọng do sự biến dạng của kết cấu gây ra. Tải trọng biến dạng có thể do chức năng hoạt động của kết cấu và/hoặc do điều kiện môi trường xung quanh. Ví dụ về tải trọng biến dạng do :

- Sự tạo ứng suất trước ;
- Nhiệt độ (bao gồm nhiệt độ nước biển và nhiệt độ không khí) ;

- Sự rão và chùng ;
- Sự co ngót ;
- Sự hấp thụ ;
- Sự lún không đều ;
- Sự không bằng phẳng của đáy biển.

4.3.2. Giá trị đặc trưng của tải trọng biến dạng là giá trị gây ra hiệu ứng tải trọng bất lợi nhất cho kết cấu đang xét. Tải trọng biến dạng do hiện tượng môi trường phải được tính với xác suất vượt tương tự như đối với tải trọng môi trường. Đối với các tải trọng biến dạng khác thì giá trị đặc trưng được lấy bằng giá trị xác định. Giá trị xác định hoặc quá trình tải trọng kì vọng phải được sử dụng trong trạng thái giới hạn môi (FLS).

#### 4.4. Tải trọng môi trường (E)

4.4.1. Tải trọng môi trường là tải trọng do các yếu tố môi trường gây ra (xem TCVN 6170-2 : 1998).

4.4.2. Giá trị đặc trưng của tải trọng môi trường là giá trị cực đại hoặc cực tiểu (lấy các giá trị nào bất lợi nhất) tương ứng với hiệu ứng tải trọng có xác suất vượt cho trước. Cần tính đến thông tin về xác suất đồng thời của các tải trọng môi trường khác nhau nếu có sẵn thông tin đó và phải thuyết minh đầy đủ (xem TCVN 6170-2 : 1998).

4.4.3. Các giá trị đặc trưng cho các nhóm trạng thái giới hạn khác nhau trong điều kiện thiết kế bình thường phải dựa vào các trường hợp sau :

- Đối với tổ hợp tải trọng a) và b) trong ULS (xem 8.2 hoặc 9.2) giá trị đặc trưng tương ứng với một hiệu ứng tải trọng có xác suất hàng năm bằng hoặc nhỏ hơn  $10^{-2}$  ;
- Đối với tổ hợp tải trọng c) trong PLS (xem 8.3 hoặc 9.3) giá trị đặc trưng tương ứng với hiệu ứng tải trọng với xác suất vượt hàng năm bằng hoặc nhỏ hơn  $10^{-4}$  ;
- Đối với tổ hợp tải trọng d) trong PLS (xem 8.3 hoặc 9.3) giá trị đặc trưng tương ứng với một hiệu ứng tải trọng có xác suất vượt hàng năm bằng hoặc nhỏ hơn  $10^{-1}$  ;
- Đối với FLS, giá trị đặc trưng được định nghĩa là giá trị của quá trình tải trọng kì vọng ;
- Đối với SLS, giá trị đặc trưng là giá trị xác định phụ thuộc vào yêu cầu vận hành.

4.4.4. Đối với các điều kiện thiết kế cực trị, giá trị đặc trưng phải dựa trên các giá trị xác định được chọn theo các biện pháp để đạt được mức an toàn cần thiết. Giá trị này có thể được xác định theo vị trí xây dựng, mùa trong năm, các dự báo thời tiết và hậu quả của sự cố. Mức an toàn trong điều kiện thiết kế cực trị này không thấp hơn mức an toàn đối với điều kiện thiết kế bình thường.

#### 4.5. Tải trọng sự cố (A)

4.5.1. Tải trọng sự cố là tải trọng liên quan đến sự hoạt động bất thường hoặc đến các hư hỏng kĩ thuật.

Ví dụ các tải trọng sự cố do :

- Các vật rơi ;
- Cháy, nổ ;

- Thay đổi của sự chênh lệch áp suất ;
- Sự va chạm của tàu, máy bay trực thăng hoặc các vật khác ;
- Thay đổi ngoài dự định sự phân bố các vật dẫn.

4.5.2. Giá trị đặc trưng của tải trọng sự cố tương ứng với hiệu ứng tải trọng có xác suất vượt hàng năm bằng hoặc nhỏ hơn  $10^{-4}$ , trừ trường hợp chứng minh được việc lấy xác suất vượt khác đúng hơn.

*Chú thích - Thông thường giá trị này tương ứng với sự cố có độ lớn và tần suất đã được chọn trước, và giá trị này có thể chọn sao cho có thể dùng trực tiếp như là một giá trị thiết kế.*

4.5.3. Đối với các điều kiện, thiết kế cực trị, giá trị đặc trưng có thể là một giá trị xác định theo các yêu cầu thực tế. Mức an toàn liên quan đến điều kiện thiết kế cực trị phải không thấp hơn mức an toàn yêu cầu đối với điều kiện thiết kế bình thường.

4.5.4. Có thể bỏ qua tải trọng và hiệu ứng trong tính toán nếu, với ước lượng tốt nhất, xác suất vượt hàng năm nhỏ hơn  $10^{-4}$ .

## 5. Xác định tải trọng môi trường

### 5.1. Quy định chung

5.1.1. Tải trọng môi trường phải được xác định dựa trên các số liệu về môi trường đối với khu vực xây dựng công trình, xem TCVN 6170-2 : 1998.

### 5.2. Tải trọng sóng và dòng chảy

5.2.1. Tải trọng sóng và dòng chảy phải được xác định bằng các phương pháp thích hợp với khu vực xây dựng công trình có tính đến chiều sâu nước, hà biển, loại kết cấu, kích thước, hình dạng và các đặc trưng của phản ứng.

5.2.2. Đối với kết cấu phức tạp mà việc xác định tải trọng sóng và dòng chảy bằng giải tích cho kết quả không tin cậy hoặc phương pháp tính tải trọng không thích hợp, thì tải trọng phải được xác định bằng việc thử nghiệm mô hình.

5.2.3. Tải trọng sóng có thể được xác định dựa trên việc mô tả sóng tiến định hoặc ngẫu nhiên.

5.2.4. Hai phương pháp thích hợp để tính toán gần đúng lực sóng và dòng chảy là lý thuyết nhiễu xạ và phương trình Morison. Khi áp dụng các quy trình tính toán này phải chú ý đầy đủ đến tính gần đúng và các hạn chế của chúng.

#### *Chú thích*

##### *Lý thuyết nhiễu xạ*

*Theo lý thuyết nhiễu xạ ba chiều (3-D) thì các lực sóng/dòng chảy được tính bằng cách tính toán phân trường áp lực của nước tác dụng lên vật thể. Phương pháp này thích hợp cho các vật thể có kích thước tương đối lớn so với biên độ chuyển động của nước để lực cản nhớt là bé so với lực quán tính của chất lỏng và vì vật đủ lớn so với chiều dài sóng nên sự nhiễu xạ và phản xạ sẽ làm thay đổi trường sóng. Lý thuyết nhiễu xạ được áp dụng thích hợp khi  $\lambda/D < 5,0$ , trong đó ( $\lambda$ ) là chiều dài sóng và ( $D$ ) là đường kính của phần tử.*

##### *Phương trình Morison*

*Khi phần tử tương đối mảnh hoặc có cạnh sắc, lực cản nhớt có thể lớn và lực do dòng chảy hoặc do sóng có thể biểu thị bằng tổng của lực cản và lực quán tính.*

*Phương trình Morison là công thức thực nghiệm dùng để tính lực tác dụng lên một phần tử vật thể khi biết tốc độ và gia tốc của phần tử nước. Nó dựa trên giả thiết là sự tồn tại của phần tử không làm thay đổi đáng kể dạng sóng.*

Lực trên một đơn vị dài của phần tử ( $F$ ) được tính bằng véc tơ lực trên một đơn vị dài tác dụng vuông góc với trục của phần tử, theo công thức :

$$F = F_D + F_I$$

Trong đó

$F_D$  là véc tơ lực cản ;

$F_I$  là véc tơ lực quán tính.

Khi tính đến vận tốc và gia tốc của phần tử (kết cấu) thì các véc tơ lực cản và lực quán tính có thể viết dưới dạng :

$$F_D = 0,5\phi C_D D |v - \dot{r}| (v - \dot{r})$$

$$F_I = \phi A (C_I \ddot{v} - C_A \ddot{r})$$

Trong đó :

$\phi$  - là khối lượng riêng của nước ;

$D$  - là kích thước mặt cắt ngang đặc trưng của phần tử ;

$A$  - là diện tích mặt cắt ngang của phần tử ;

$C_D$  - là hệ số cản ;

$C_A$  - là hệ số khối lượng nước kèm ;

$C_I$  - là hệ số quán tính ( $C_I = 1 + C_A$ ) ;

$v$  - là vận tốc phần tử nước vuông góc với trục phần tử ;

$\dot{v}$  - là gia tốc phần tử nước vuông góc tới trục phần tử ;

$\dot{r}$  - là vận tốc của phần tử vuông góc với trục của nó ;

$\ddot{r}$  - là gia tốc của phần tử vuông góc với trục của nó.

Ảnh hưởng đồng thời của lực cản và lực quán tính được tính bằng cách cộng véc tơ.

5.2.5. Hệ số cản và hệ số quán tính sử dụng trong phương trình Morison là các hệ số thực nghiệm, chúng phải phù hợp với một lý thuyết động học của sóng. Như vậy, các hệ số cản và hệ số quán tính phải được sử dụng theo cùng một lý thuyết.

5.2.6. Hệ số cản ( $C_D$ ) có thể được xem như một hàm của số Reynold ( $R_e$ ), số Keulegan - Carpenter ( $K_c$ ) và độ nhám ( $R$ ).

Đối với phần tử tròn trong nước biển với dòng chảy ổn định, hệ số cản có thể lấy theo hình 1.

Chú thích

1) Số Keulegan - Carpenter được xác định bằng :

$$K_c = \frac{vT}{D}$$

Trong đó

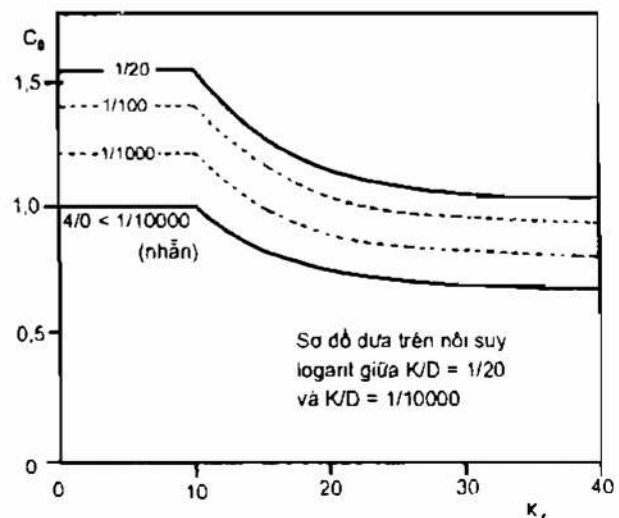
$v$  - là vận tốc phần tử nước vuông góc với trục phần tử ;

$D$  - là đường kính của phần tử ;

$T$  - là chu kỳ sóng.

2) Số Reynold được xác định bằng

$$R_e = \frac{Dv}{\nu}$$



Hình 1 : Hệ số cản ( $C_D$ ) phụ thuộc vào ( $K_c$ ) đối với phần tử trụ trong sóng ( $R_e > 5.10^5$ ).

Trong đó :

$v$  - là vận tốc phần tử nước vuông góc với trục phần tử ;

$D$  - là đường kính của phần tử ;

$\nu$  - là độ nhớt động học của nước.

3) Đối với riêng dòng chảy (dòng dừng), hệ số cản đối với phần tử trụ có thể lấy từ hình 1 với  $K_c = 40$ .

Trường hợp sóng cùng với dòng chảy, sự giảm dần của  $C_D$  từ giá trị  $C_D$  của sóng (hình 1) đến giá trị  $C_D$  của dòng dừng có thể giả thiết là tuyến tính.

Có thể dùng hệ số  $C_D$  của dòng dừng khi vận tốc dòng chảy vượt vận tốc cực đại của phần tử nước do sóng gây ra.

5.2.7. Khi phân tích tổng thể tải trọng sóng tiến định, hệ số cản đối với phần tử trụ tròn không nhỏ hơn :

- Ở những nơi không có hoặc có ít hà biển :

$$C_D = 0,6$$

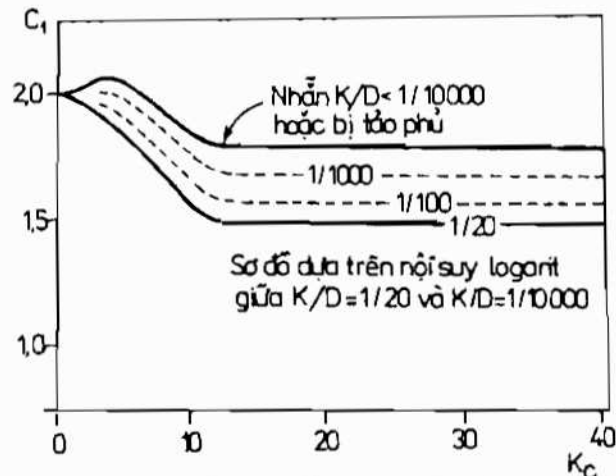
- Ở những nơi có tính đến hà biển :

$$C_D = 0,7$$

Khi thiết kế các phần tử riêng lẻ hoặc sử dụng việc phân tích tải trọng sóng ngẫu nhiên trong tính toán tổng thể công trình, hệ số cản phải được chọn theo điều 5.2.6.

5.2.8. Hệ số quán tính ( $C_I$ ) có thể xác định chính xác bằng cách thử mô hình thích hợp.

Thay cho các kết quả thử mô hình, hệ số quán tính  $C_I$  đối với các phần tử trụ tròn trong sóng có thể lấy theo hình 2.



Hình 2 : Hệ số quán tính ( $C_I$ ) phụ thuộc vào ( $K_c$ ) đối với phần tử trụ trong sóng ( $Re > 5.10^5$ ).

Chú thích - Ảnh hưởng của dòng chảy có thể bỏ qua khi xác định các hệ số quán tính ; lúc đó  $C_I$  được coi là không phụ thuộc vào dòng chảy.

5.2.9. Cần tính đến hiệu ứng dày đặc trong trường hợp các phần tử nằm cạnh nhau trong mặt phẳng vuông góc với phương của sóng.

5.2.10. Cần tính đến hiệu ứng che khuất nếu có thể chứng minh đầy đủ rằng việc tính đến hiệu ứng này là đúng.

5.2.11. Nếu cần, phải xét đến tải trọng va đập của sóng và dòng chảy bằng cách sử dụng các phương pháp lý thuyết đã được thừa nhận hoặc theo các số liệu thích hợp từ thử nghiệm mô hình hoặc từ các phép đo thực tế. Cần xem xét đến hệ số động lực của phản ứng.

- 5.2.12. Cần xét đến sự mất ổn định thủy động cục bộ khi cần thiết. Ví dụ sự mất ổn định đó là :
- Tác dụng của tách xoáy lên phần tử mảnh ;
  - Chuyển động do rớt của tấm (diaphrag) nằm song song với dòng chảy trung bình ;
  - Các hiệu ứng "galloping" đối với các phần tử mảnh không tròn.

### 5.3. Tải trọng gió

- 5.3.1. Tải trọng gió phải được xác định bằng các phương pháp giải tích và/hoặc thử mô hình thích hợp.
- 5.3.2. Hiệu ứng động lực của gió phải được xem xét đối với kết cấu hoặc các bộ phận của kết cấu nhạy cảm với tải trọng động của gió.
- 5.3.3. Lực gió hoặc thành phần của lực gió ở trạng thái dừng tác động theo phương vuông góc với trục hoặc mặt của phần tử được tính bằng.

$$F_w = 0,5\phi C_s AU_{iz}^2$$

Trong đó

- $\phi$  - là khối lượng riêng của không khí ( $= 1,225\text{kg/m}^3$  đối với không khí khô) ;
- $C_s$  - là hệ số hình dạng cho dòng khí vuông góc với trục phần tử ;
- A - là diện tích chiếu của phần tử lên mặt phẳng vuông góc với trục của phần tử ;
- $U_{iz}$  - là thành phần của vận tốc gió theo phương vuông góc với trục hoặc mặt của phần tử, lấy trung bình trong khoảng thời gian  $t$  ở độ cao  $z$  (m) trên mức nước trung bình (xem TCVN 6170-2 : 1998).
- 5.3.4. Hệ số hình dạng ( $C_s$ ) phải được xác định theo các tài liệu thích hợp đã được thừa nhận.
- Nếu hệ số hình dạng ( $C_s$ ) nhận được từ các số liệu đo đạc ở các ống khí động thì cần sử dụng một cách thận trọng các hệ số  $F_w$ ,  $C_s$ ,  $U_{iz}$  và A giống như cách để nhận được các kết quả thử nghiệm.
- 5.3.5. Cần tính đến hiệu ứng dày đặc trong trường hợp các phần tử nằm cạnh nhau trong mặt phẳng vuông góc với phương của gió.
- 5.3.6. Cần tính đến hiệu ứng che khuất nếu có thể chứng minh đầy đủ rằng việc tính đến hiệu ứng này là đúng.
- 5.3.7. Đối với kết cấu nhạy cảm với lực động của gió thì các lực đó phải tính đến một cách thích đáng. Lực động của gió có thể tính theo miền thời gian hoặc miền tần số. Hiệu ứng khí động học có thể được tính đến nếu thích hợp. Đặc biệt lưu ý đến phản ứng xoắn có thể xảy ra do các hiệu ứng khí động ở những nơi cần thiết.
- 5.3.8. Cần xét đến sự mất ổn định khí động cục bộ khi cần thiết. Ví dụ sự mất ổn định đó là :
- Tác dụng của tách xoáy lên phần tử mảnh ;
  - Chuyển động do rớt của tấm nằm song song với dòng chảy trung bình ;
  - Các hiệu ứng "galloping" đối với các phần tử mảnh không tròn.



## 5.4. Tải trọng động đất

5.4.1. Tải trọng động đất thiết kế và các quá trình tải trọng có thể được mô tả theo phổ phản ứng hoặc theo diễn biến thời gian.

5.4.2. Khi sử dụng phương pháp phổ phản ứng cần tính đến tất cả các dạng dao động có tác dụng đáng kể đến phản ứng của kết cấu. Cần tính đến hiệu ứng tương quan khi tổ hợp các giá trị cực đại của các dạng phản ứng.

*Chú thích - Thông thường các hệ số tương quan nhỏ nhất sau đây được sử dụng ;*

- 100% theo phương ngang (tức là phương trục chính) bất lợi nhất đối với kết cấu ;
- 67% theo phương ngang vuông góc ;
- 50% theo phương thẳng đứng.

5.4.3. Khi phân tích động đất theo diễn biến thời gian thì phản ứng của hệ kết cấu nền móng phải được tính đến đối với một số diễn biến thời gian đại diện. Khi xét phản ứng động lực chính của kết cấu các diễn biến thời gian như vậy phải được chọn và lấy tỉ lệ để phù hợp nhất với các chuyển động động đất trong dải tần số.

5.4.4. Các đặc trưng động lực của kết cấu và nền móng phải được xác định bằng mô hình phân tích 3 chiều. Có thể sử dụng mô hình 2 chiều hoặc đối xứng trục khi phân tích sự tương tác giữa đất/kết cấu, nếu đảm bảo phù hợp với mô hình kết cấu 3 chiều.

Thông thường cần nghiên cứu sự nhạy cảm thông số của đất nền, của sự giảm chấn và các thông số mô hình khác mà chúng có tính bất định lớn.

5.4.5. Cần xét đến khả năng động đất ở các vùng cục bộ có thể gây nên các hiệu ứng khác như đất trượt, tăng áp suất lỗ rỗng tới hạn trong đất hoặc các biến dạng lớn của đất có tác động đến các dầm móng, cọc, gờ móng và các ống dẫn.

## 6. Xác định lực và áp suất cục bộ

## 6.1. Quy định chung

6.1.1. Khi phân tích lực và áp suất cục bộ phải tính đến cả hai thành phần tĩnh và động của các lực và áp suất đó.

6.1.2. Khi thiết kế tấm gia cường hoặc các tấm sàn, hoặc tải (L) tác dụng lên sàn không được lấy nhỏ hơn giá trị cho trong bảng 3.

Bảng 3 - Hoạt tải (L) trên sàn

Khu vực sàn	kN/m <sup>2</sup>
Khu vực không chịu tải trọng chức năng	2,5 <sup>1)</sup>
Khu vực có người làm việc, đường đi lại, vận chuyển chung...	4,5 <sup>1)</sup>
Khu vực làm việc	9,0 <sup>1)</sup>
Kho chứa chung	13,0 <sup>1)</sup>
Kho xi măng, bùn ướt hoặc khô...	$\rho g_0 H_{\min}$ 13,0

$\rho$  - là khối lượng riêng của vật liệu (t/m<sup>3</sup>)

$g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$

H - là chiều cao của kho chứa, tính bằng mét.

1) Bao gồm khối lượng bản thân của sàn (sàn thép)

## 7. Xác định tải trọng sự cố

### 7.1. Quy định chung

#### 7.1.1. Xác định tải trọng do sự cố thường phải dựa trên sự phân tích về an toàn.

Thay cho sự phân tích an toàn hoặc thiết kế sơ bộ, các khuyến cáo tương ứng trong các điều 7.2 và 7.3 có thể dùng để tính tải trọng sự cố do va chạm của tàu vào kết cấu và do các vật rơi (thiết kế theo PLS).

### 7.2. Năng lượng do sự cố va chạm của tàu

#### 7.2.1. Động năng do sự cố va chạm của tàu tính bằng kJ, được xác định bằng :

$$E = \frac{1}{2} (M + a) v^2$$

Trong đó

M - là lượng choán nước của tàu, tính bằng tấn ;

a - là khối lượng nước kèm của tàu, thường được lấy bằng 0,4M đối với va chạm mạn tàu và bằng 0,1M đối với va chạm ở mũi tàu hoặc đuôi tàu ;

v - là vận tốc độ va chạm, tính bằng m/s.

#### 7.2.2. Lượng choán nước của tàu phải được lấy bằng khối lượng của các tàu tiêu biểu phục vụ cho công trình. Kích thước của các tàu khác bên cạnh cần được xem xét nếu thấy thích hợp.

#### 7.2.3. Tốc độ va chạm của tàu có thể được đánh giá với giả thiết là sự cố va chạm do một trong các nguyên nhân sau :

a) Tàu bị trôi, trong đó vận tốc va chạm tính bằng m/s, được giả thiết gây ra bởi chuyển động của tàu do sóng và có thể lấy tương ứng bằng :

$$v = 0,5H_s$$

trong đó  $H_s$  là chiều cao sóng đáng kể cực đại lúc tàu hoạt động sát công trình, tính bằng mét ;

b) Sự thao tác sai của tàu lúc hoạt động ngay sát công trình. Trong trường hợp này vận tốc va chạm có thể giả thiết lấy từ 1m/s đến 2m/s, phụ thuộc vào loại tàu...

#### 7.2.4. Sự va chạm do sự cố của tàu phải được xét đối với tất cả các phần tử của công trình bị va chạm với mạn hoặc với mũi và đuôi tàu. Phạm vi theo phương thẳng đứng của vùng va chạm phải dựa vào độ sâu và mớn nước của tàu, sự thay đổi mức nước và sự chuyển động tương đối giữa tàu và công trình. Phải tính đến các đặc trưng về hình dạng và biến dạng của tàu do va chạm với kết cấu.

*Chú thích - Các đặc trưng biến dạng điển hình của các loại tàu dịch vụ khác nhau có thể được các cơ quan chức năng cung cấp theo yêu cầu.*

### 7.3. Các vật rơi

#### 7.3.1. Khối lượng của các vật rơi dùng trong thiết kế thường lấy theo tải trọng của móc cầu trên công trình.

Năng lượng va chạm được tính theo kJ bằng :

$$E = mg_0 h$$

Trong đó :

m - là khối lượng của vật rơi, tính bằng tấn ;

h - là chiều cao rơi trong không khí, tính bằng mét.

Năng lượng va chạm ở mức nước biển thường không lấy nhỏ hơn 5MJ đối với cầu có sức nâng tối đa trên 30 tấn. Có thể giảm năng lượng va chạm đối với cầu nhỏ hơn hoặc đối với cầu có mục đích đặc biệt.

Năng lượng va chạm ở dưới mức nước biển được giả thiết bằng năng lượng va chạm ở ngay mức nước biển, ngoại trừ có thể có chứng minh khác.

7.3.2. Vùng giới hạn của các vật rơi được xác định trên cơ sở chuyển động thực của các tải trọng giả thiết hướng rơi nghiêng một góc so với hướng thẳng đứng là :

- 10° trong không khí đối với các công trình nổi ;
- 5° trong không khí đối với các công trình gắn cứng ở đáy biển ;
- 15° trong nước.

## 8. Các hệ số và tổ hợp tải trọng trong thiết kế theo phương pháp hệ số riêng phần

### 8.1. Quy định chung

8.1.1. Phương pháp hệ số riêng phần được khuyến cáo sử dụng trong tiêu chuẩn này để thiết kế kết cấu công trình biển mà tải trọng môi trường chi phối được dựa trên sự mô tả ngẫu nhiên của các điều kiện môi trường liên quan.

*Chú thích - Nếu phương pháp hệ số riêng phần áp dụng cho trường hợp khi tải trọng môi trường (chi phối) dựa trên sự mô tả tiên định của các yếu tố môi trường liên quan thì có thể nhận được các kết quả lớn hơn kết quả truyền thống.*

*(Su mô tả theo cách tiên định của các điều kiện môi trường được đặc trưng bởi các giả thiết truyền thống sau đây :*

- Sóng đơn hướng ;
- Chuyển động của phần tử nước được tính theo lý thuyết sóng điều hòa.
- Các giá trị cực trị độc lập của điều kiện môi trường được tổ hợp với nhau).

### 8.2. Các hệ số và tổ hợp tải trọng trong ULS

8.2.1. Khi tổ hợp tải trọng thiết kế sử dụng hai nhóm hệ số tải trọng cho trong bảng 4 để tính toán theo trạng thái giới hạn cực đại (ULS).

Các tổ hợp được kí hiệu là a) và b) phải được xem xét trong hai điều kiện thiết kế : bình thường và cực trị.

**Bảng 4 - Các hệ số tải trọng trong trạng thái giới hạn cực đại (ULS).**

Tổ hợp tải trọng thiết kế	Loại tải trọng				
	P	L	D	E	A
1	2	3	4	5	6
a)	1,3	1,3	1,0	0,7	0
b)	1,0	1,0	1,0	1,3	0

*Các loại tải trọng bao gồm :*

*P là tải trọng thường xuyên ;*

*E là tải trọng môi trường ;*

*L là hoạt tải ;*

*A là tải trọng do sự cố.*

*D là tải trọng biến dạng ;*

*Để mô tả các loại tải trọng, xem mục 4.*

- 8.2.2. Để xác định đúng các hiệu ứng của tải trọng thường xuyên (P) và hoạt tải (L), trong tổ hợp a) có thể giảm hệ số này xuống còn 1,2.
- 8.2.3. Nếu tải trọng thường xuyên (P) gây nên hiệu ứng có lợi thì trong tổ hợp a) hệ số tải trọng được lấy bằng 1,0.
- 8.2.4. Trong trường hợp hiệu ứng tải trọng là kết quả của các áp lực thủy tĩnh lớn độc lập và ngược chiều, hệ số tải trọng thích hợp được áp dụng cho sự chênh áp. Sự chênh áp không được lấy nhỏ hơn 1/10 áp lực lớn hơn, trừ khi áp lực luôn luôn được cân bằng một cách tự nhiên nhờ dòng chảy.
- 8.2.5. Đối với tác dụng trực tiếp từ ứng suất trước, hệ số tải trọng của tải trọng biến dạng (D) được lấy bằng 1,1 trong tổ hợp a) và bằng 1,0 trong tổ hợp b). Tuy nhiên hệ số 0,9 phải được dùng cho cả hai tổ hợp nếu điều đó là bất lợi hơn.
- 8.2.6. Đối với kết cấu không có người vận hành trong điều kiện bão, các hệ số tải trọng đối với tải trọng gió, sóng và dòng chảy có thể giảm đến 1,15 trong tổ hợp b), với điều kiện là có thể chứng minh được rằng sự phá hủy kết cấu không gây ra :
- Nguy hiểm hay tổn thất đến con người ;
  - Các thiệt hại vật chất đáng kể ;
  - Ô nhiễm môi trường đáng kể.

### 8.3. Các hệ số và tổ hợp tải trọng trong PLS

- 8.3.1. Để tính toán theo trạng thái giới hạn phá hủy lũy tiến (PLS) hai tổ hợp tải trọng thiết kế phải được xét như định trong bảng 5. Đó là :
- c) Kết cấu nguyên vẹn, tổ hợp tải trọng thiết kế bao gồm các tải trọng sự cố hoặc tải trọng môi trường bất thường dẫn đến hiệu ứng tải trọng thiết kế bất thường (xem mục 4) ;
- d) Kết cấu có hư hỏng, tổ hợp tải trọng thiết kế không kể đến các tải trọng sự cố nhưng kể đến các tải trọng môi trường với xác suất vượt đồng thời hàng năm bằng  $10^{-1}$ .
- 8.3.2. Việc kiểm tra theo PLS có thể bỏ qua với điều kiện chỉ ra một cách hợp lý rằng sự tích lũy phá hủy không gây nên nguy hiểm hay tổn thất đến con người, thiệt hại vật chất hay ô nhiễm môi trường đáng kể.
- 8.3.3. Việc kiểm tra theo PLS, tổ hợp d) (kết cấu có hư hỏng) có thể bỏ qua với điều kiện chỉ ra một cách hợp lý rằng, đối với tổ hợp c) (kết cấu nguyên vẹn) không có hư hỏng hoặc chỉ có hư hỏng không đáng kể.

**Bảng 5- Các hệ số tải trọng trong trạng thái giới hạn phá hủy lũy tiến (PLS)**

Tổ hợp tải trọng thiết kế			Loại tải trọng <sup>3)</sup>				
			P	L	D	E	A
c)	Kết cấu nguyên vẹn	Tải trọng sự cố	1,0	1,0	1,0 <sup>1)</sup>	1,0 <sup>1)</sup>	1,0
		Tải trọng môi trường bất thường	1,0	1,0	1,0	1,0	0
d)	Kết cấu có hư hỏng		1,0	1,0	1,0	1,0	0

1) Các tải trọng đặc trưng được sử dụng là các giá trị khi tổ hợp với tải trọng sự cố, các xác suất quy định được thỏa mãn, xem mục 4.5.

2) Đối với tổ hợp các tải trọng môi trường bất thường với các tải trọng môi trường khác, các giá trị đặc trưng phải tương ứng với hiệu ứng tải trọng thỏa mãn các xác suất quy định, xem 4.4.

3) Các loại tải trọng, xem bảng 4.

#### 8.4. Các hệ số và tổ hợp tải trọng trong FLS

8.4.1. Kết cấu phải có khả năng chịu tải trọng môi trong các điều kiện cực trị hoặc bình thường.

Khi các tải trọng có tính chu trình lớn có thể xảy ra trong các giai đoạn khác, ví dụ tác dụng của gió khi chế tạo kết cấu, thì các tải trọng có tính chu trình đó cần được đưa vào trong đánh giá tải trọng môi.

8.4.2. Các hệ số tải trọng trong trạng thái giới hạn môi (FLS) được lấy bằng 1,0 cho tất cả các loại tải trọng.

#### 8.5. Các hệ số và tổ hợp tải trọng trong SLS.

8.5.1. Khi tính toán theo trạng thái giới hạn khả năng làm việc (SLS) hệ số tải trọng phải lấy bằng 1,0 đối với tất cả các loại tải trọng, cả điều kiện thiết kế cực trị và bình thường.

### 9. Các tổ hợp tải trọng để thiết kế theo phương pháp ứng suất cho phép

#### 9.1. Quy định chung

9.1.1. Phương pháp ứng suất cho phép được khuyến cáo trong tiêu chuẩn này để thiết kế các kết cấu công trình biển khi tải trọng môi trường (chi phối) được tính dựa trên việc mô tả tiên định các điều kiện môi trường liên quan.

Nếu phương pháp ứng suất cho phép được áp dụng cho các trường hợp mà tải trọng môi trường chi phối được tính dựa trên việc mô tả ngẫu nhiên các điều kiện môi trường liên quan (xem 3.1) thì cần đưa vào các hệ số tải trọng bổ sung để đạt mức an toàn có thể chấp nhận được trong các trường hợp đó. Các hệ số tải trọng như vậy cần phải đệ trình và phê chuẩn trong mỗi trường hợp.

#### 9.2. Các tổ hợp tải trọng trong ULS

9.2.1. Khi tính toán theo trạng thái giới hạn cực đại (ULS) phải xem xét hai nhóm tải trọng ghi trong bảng 6. Các tổ hợp kí hiệu bằng a) và b) tương ứng được xem xét trong các điều kiện thiết kế cực trị và bình thường.

## 9.2.2. Cần sử dụng tổ hợp bất lợi nhất của các loại tải trọng

**Bảng 6 – Các hệ số tải trọng trong trạng thái giới hạn cực đại (ULS) khi thiết kế theo phương pháp ứng suất cho phép**

Tổ hợp tải trọng thiết kế	Loại tải trọng				
	P	L	D	E	A
a)	1,0	1,0	1,0	0	0
b)	1,0	1,0	1,0	1,0 <sup>1)</sup>	0

1) Hệ số lớn hơn 1,0 có thể yêu cầu như mô tả trong điều 9.1.1.

Các loại tải trọng bao gồm :

P là tải trọng thường xuyên ;

E là tải trọng môi trường ;

L là hoạt tải ;

A là tải trọng sự cố.

D là tải trọng biến dạng ;

Mô tả các loại tải trọng, xem mục 4.

## 9.3. Các tổ hợp tải trọng trong PLS

9.3.1. Khi tính toán theo trạng thái phá hủy lũy tiến (PLS) phải xem xét hai tổ hợp tải trọng thiết kế cho trong bảng 7, đó là :

- c) Kết cấu nguyên vẹn, tổ hợp tải trọng thiết kế bao gồm các tải trọng sự cố hoặc tải trọng môi trường bất thường dẫn đến hiệu ứng tải trọng thiết kế bất thường (xem mục 4) ;
- d) Kết cấu có hư hỏng, tổ hợp tải trọng thiết kế không kể đến các tải trọng sự cố nhưng kể đến các tải trọng môi trường với xác suất vượt đồng thời hàng năm bằng  $10^{-1}$ .

**Bảng 7: Các tổ hợp tải trọng trong trạng thái giới hạn phá hủy lũy tiến (PLS)**

Tổ hợp tải trọng thiết kế			Các loại tải trọng <sup>3)</sup>				
			P	L	D	E	A
c)	Kết cấu nguyên vẹn	Tải trọng sự cố	1,0	1,0	1,0 <sup>1)</sup>	1,0 <sup>1)</sup>	1,0
		Tải trọng môi trường bất thường	1,0	1,0	1,0	1,0 <sup>2)</sup>	0
d)	Kết cấu có hư hỏng		1,0	1,0	1,0	1,0	0

1) Các tải trọng đặc trưng được sử dụng là các giá trị khi tổ hợp với tải trọng sự cố, các xác suất quy định được thỏa mãn, xem mục 4.5.

2) Đối với tổ hợp các tải trọng môi trường bất thường cùng với các tải trọng môi trường khác, các giá trị đặc trưng tương ứng với các hiệu ứng tải trọng thỏa mãn các xác suất quy định, xem 4.4.

3) Các loại tải trọng, xem bảng 4.

- 9.3.2. Việc kiểm tra theo PLS có thể bỏ qua với điều kiện chỉ ra một cách hợp lí rằng sự tích lũy phá hủy không gây nên nguy hiểm hay tổn thất đến con người, thiệt hại vật chất hay ô nhiễm môi trường đáng kể.
- 9.3.3. Việc kiểm tra theo PLS, tổ hợp d) (kết cấu có hư hỏng) có thể bỏ qua với điều kiện chỉ ra một cách hợp lí rằng, đối với tổ hợp c) (kết cấu nguyên vẹn) không có hư hỏng hoặc chỉ có hư hỏng không đáng kể.
- 9.4. Các tổ hợp tải trọng trong FLS
- 9.4.1. Kết cấu phải có khả năng chịu tải trọng mỗi trong các điều kiện thiết kế cực trị và bình thường.  
Khi tải trọng có tính chu trình lớn có thể xảy ra trong các giai đoạn khác, ví dụ tác dụng của gió khi chế tạo kết cấu, thì các tải trọng chu trình đó cần được đưa vào trong đánh giá tải trọng mỗi.
- 9.4.2. Các hệ số tải trọng trong trạng thái giới hạn mỗi (FLS) phải lấy bằng 1,0 cho tất cả các loại tải trọng.
- 9.5. Các tổ hợp tải trọng trong SLS
- 9.5.1. Khi tính toán theo trạng thái giới hạn khả năng làm việc (SLS) các tổ hợp tải trọng liên quan phải được xem xét cho cả hai điều kiện thiết kế cực trị và bình thường. Hệ số tải trọng lấy bằng 1,0 cho tất cả các loại tải trọng.
-