

**TCVN XXXX:202x**

Xuất bản lần 1

**MÓNG MÁY CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG**

*Foundations for machines with dynamic loads*



## Mục lục

Trang

Lời nói đầu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	8
4 Ký hiệu.....	9
5 Quy định chung.....	12
6 Thiết kế móng máy.....	14
6.1 Số liệu đầu vào để thiết kế móng.....	14
6.2 Yêu cầu chung về thiết kế móng.....	15
6.3 Yêu cầu riêng đối với thiết kế móng cọc.....	21
7 Tính toán dao động móng máy.....	22
7.1 Chỉ dẫn chung về tính toán dao động móng máy.....	22
7.2 Tính toán dao động móng máy chịu tải trọng chu kỳ.....	27
7.3 Tính toán dao động móng máy chịu tải trọng xung.....	35
7.4 Tính toán dao động móng máy chịu tải trọng động ngẫu nhiên.....	36
7.5 Tính toán dao động của móng khối và móng hộp khi có kích thích động học.....	38
7.6 Yêu cầu đối với tính toán móng cọc.....	39
8 Yêu cầu riêng đối với tính toán và thiết kế móng các loại máy khác nhau.....	44
8.1 Móng máy có các bộ phận quay.....	44
8.2 Móng máy có các cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền.....	47
8.3 Móng máy búa rền.....	49
8.4 Móng máy đúc tạo hình.....	52
8.5 Móng máy tạo hình để sản xuất bê tông cốt thép lắp ghép.....	55
8.6 Móng thiết bị của bãi đập phế liệu kim loại.....	58
8.7 Móng máy đập.....	59
8.8 Móng máy nghiền.....	61
8.9 Móng máy ép.....	62
8.10 Móng thiết bị cán.....	64
8.11 Móng máy cắt gọt kim loại.....	66
8.12 Móng lò quay.....	68

Phụ lục A (tham khảo) Tính toán dao động móng khối và móng hộp với sự phụ thuộc bất kỳ của tải trọng theo thời gian ..... 71

Phụ lục B (tham khảo) Tính toán biến dạng móng máy có các bộ phận quay..... 73

DRAFT

## Lời nói đầu

TCVN XXXX:202x được xây dựng trên cơ sở tham khảo SP 26.13330.2011 (và Sửa đổi 1), do Viện Khoa học công nghệ Xây dựng (Bộ Xây dựng) biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

DRAFT

DRAFT

# Móng máy chịu tải trọng động

*Foundations for machines with dynamic loads*

## 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này dùng để thiết kế móng máy chịu tải trọng động, bao gồm móng của: máy có các bộ phận quay (bao gồm cả máy tuốc bin có công suất đến 100 MW), máy có các cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền, máy búa rèn, máy đúc tạo hình, máy sản xuất cấu kiện bê tông cốt thép lắp ghép, thiết bị đập của bãi đập phế liệu kim loại vụn, máy đập, thiết bị cán, máy ép, máy nghiền, máy cắt gọt kim loại và lò quay.

Tiêu chuẩn này không dùng để thiết kế móng máy nằm trong các vùng có các điều kiện địa chất công trình phức tạp, trong các vùng động đất, trong các vùng khai thác mỏ, trong các xí nghiệp có tác động hệ thống của nhiệt độ công nghệ nâng cao (trên 50 °C) của môi trường xâm thực và trong các điều kiện đặc biệt khác. Khi thiết kế móng máy trong các điều kiện đó, ngoài các yêu cầu trong tiêu chuẩn này còn phải tuân thủ thêm các yêu cầu trong các tiêu chuẩn tương ứng.

## 2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 1595-1, *Cao su lưu hóa hoặc nhiệt dẻo - Xác định độ cứng ấn lõm - Phần 1: Phương pháp sử dụng thiết kế đo độ cứng (độ cứng Shore)*

**TCVN 2737, *Tải trọng và tác động***

TCVN 4419, *Khảo sát cho xây dựng – Nguyên tắc cơ bản*

**TCVN 5574, *Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép***

**TCVN 5575, *Thiết kế kết cấu thép***

**TCVN 5746, *Đất, đá xây dựng – Phân loại***

TCVN 6962:2001, *Rung động và chấn động – Rung động do các hoạt động xây dựng và sản xuất công nghiệp - Mức tối đa cho phép đối với môi trường khu công cộng và dân cư*

TCVN 6964-1:2001 (ISO 2631-1:1997), *Rung động và chấn động cơ học – Đánh giá sự tiếp xúc của con người với rung toàn thân – Phần 1: Yêu cầu chung*

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

TCVN 9379, *Kết cấu xây dựng và nền – Các nguyên tắc cơ bản về tính toán*

TCVN 9398, *Công tác trắc địa trong xây dựng công trình – Yêu cầu chung*

TCVN 10304, *Thiết kế móng cọc*

TCVN 12251, *Bảo vệ kết cấu xây dựng khỏi bị ăn mòn*

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

#### 3.3

**Áp lực tĩnh trung bình dưới đế móng** (average static contact pressure beneath foundation)

Áp lực trung bình dưới đế móng do các tải trọng tĩnh tính toán với hệ số độ tin cậy về tải trọng  $\gamma_f$  bằng 1,0.

#### 3.4

**Áp lực tính toán của đất nền** (design soil pressure)

$R$

Giá trị áp lực của đất nền được xác định phù hợp với các yêu cầu của TCVN 9362 có xét đến kích thước móng và chiều sâu đặt móng.

#### 3.5

**Áp lực tính toán quy ước của đất nền** (conditional design soil pressure)

$R_0$

Giá trị áp lực của đất nền nêu trong TCVN 9362 và không phụ thuộc vào các kích thước của móng và chiều sâu đặt móng.

#### 3.7

**Biên độ dao động** (oscillation amplitude)

Đại lượng có giá trị bằng giá trị tuyệt đối lớn nhất của chuyển vị khi dao động; đối với các dao động ngẫu nhiên thì biên độ dao động là giá trị bình phương trung bình của chuyển vị.

#### 3.8

**Móng-nguồn** (foundation-source)

Móng gây ra dao động.

#### 3.9

**Móng-đích** (foundation-target)

Móng chịu ảnh hưởng dao động của móng-nguồn.

#### 3.10

**Vận tốc sóng dọc và sóng ngang đàn hồi** (*longitudinal and transversal elastic wave velocities*)



Các thông số của đất nền của môi trường đàn hồi, bằng căn bậc hai của tỉ số các mô đun đàn hồi (mô đun đàn hồi khi nén và mô đun trượt tương ứng) và khối lượng thể tích.

## 4 Ký hiệu

### 4.1 Hệ số độ tin cậy và hệ số động lực

$\gamma_f$	hệ số độ tin cậy về tải trọng;
$\gamma_{c0}$	hệ số điều kiện làm việc, kể đến đặc điểm của tải trọng động và tầm quan trọng của máy;
$\gamma_{c1}$	hệ số điều kiện làm việc của đất nền;
$\gamma_{cp}$	<b>hệ số điều kiện làm việc của móng cọc;</b>
$\mu$	hệ số tỉ lệ (khi xác định tải trọng động);
$\eta$	hệ số động lực;

### 4.2 Các thông số dao động

$a$	biên độ dao động của móng;
$a_s$	biên độ dao động của đất nền;
$a_u$	biên độ dao động giới hạn cho phép của móng;
$a_x$	biên độ dao động thành phần theo phương ngang;
$a_z$	biên độ dao động thành phần theo phương đứng;
$a_\varphi$	biên độ dao động thành phần quay đối với trục nằm ngang;
$a_\psi$	biên độ dao động thành phần quay đối với trục thẳng đứng;
$\varepsilon$	hệ số hoàn nguyên;
$g$	gia tốc rơi tự do, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .
$n_r$	tần số quay, r/minh;
$\omega$	tần số góc của dao động cưỡng bức;
$v$	vận tốc của các bộ phận rơi;

### 4.3 Các thông số của hệ móng-nền

$C_x$	hệ số trượt đều đàn hồi;
$C_z$	hệ số nén đều đàn hồi;

$C_\varphi$	hệ số nén không đều đàn hồi;
$C_\psi$	hệ số trượt không đều đàn hồi;
$K_x$	hệ số độ cứng đối với nền tự nhiên khi trượt đều đàn hồi;
$K_z$	hệ số độ cứng đối với nền tự nhiên khi nén đều đàn hồi;
$K_\varphi$	hệ số độ cứng đối với nền tự nhiên khi nén không đều đàn hồi;
$K_\psi$	hệ số độ cứng đối với nền tự nhiên khi trượt không đều đàn hồi;
$K_{x,red}$	hệ số độ cứng quy đổi đối với móng cọc khi trượt đều đàn hồi;
$K_{z,red}$	hệ số độ cứng quy đổi đối với móng cọc khi nén đều đàn hồi;
$K_{\varphi,red}$	hệ số độ cứng quy đổi đối với móng cọc khi nén không đều đàn hồi;
$K_{\psi,red}$	hệ số độ cứng quy đổi đối với móng cọc khi trượt không đều đàn hồi;
$m$	khối lượng của hệ thiết bị (móng cùng với máy, đất trên mặt móng và các bậc móng);
$m_r$	khối lượng đài cọc cùng với máy;
$m_{red}$	khối lượng quy đổi của móng cọc;
$m_0$	khối lượng các bộ phận rời;
$\lambda_x$	tần số góc khi dao động theo phương ngang của móng;
$\lambda_z$	tần số góc khi dao động theo phương đứng của móng;
$\lambda_{1,2}$	các tần số dao động riêng cơ bản của móng;
$\lambda_\varphi$	tần số góc khi dao động quay đối với trục nằm ngang của móng;
$\lambda_\psi$	tần số góc khi dao động quay đối với trục thẳng đứng của móng;
$\theta_\varphi$	mô men quán tính của khối lượng thiết bị trên nền tự nhiên đối với trục đi qua trọng tâm thiết bị, vuông góc với mặt phẳng dao động;
$\theta_{\varphi,red}$	mô men quán tính quy đổi của khối lượng thiết bị trên móng cọc đối với trục đi qua trọng tâm thiết bị, vuông góc với mặt phẳng dao động;
$\theta_{\varphi 0}$	mô men quán tính của khối lượng thiết bị trên nền tự nhiên đối với trục đi qua trọng tâm đế móng, vuông góc với mặt phẳng dao động;
$\theta_{\varphi 0,red}$	mô men quán tính quy đổi của khối lượng thiết bị tương ứng trên móng cọc đối với trục đi qua trọng tâm đế móng, vuông góc với mặt phẳng dao động;
$\theta_\psi$	mô men quán tính của khối lượng thiết bị đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm thiết bị;

$\xi_x$	hệ số cản khi dao động theo phương ngang;
$\xi_z$	hệ số cản khi dao động theo phương đứng;
$\xi_\varphi$	hệ số cản khi dao động quay đối với trục nằm ngang;
$\xi_\psi$	hệ số cản khi dao động quay đối với trục thẳng đứng;

#### 4.4 Các đặc trưng vật liệu

$c_p$	sức kháng đàn hồi đơn vị ở mặt bên của cọc;
$E$	mô đun biến dạng của đất;
$E_b$	mô đun đàn hồi của vật liệu làm móng;
$E_w, E_r$	mô đun đàn hồi tương ứng của đệm gỗ và đệm cao su;
$R$	áp lực tính toán của đất nền;
$R_0$	áp lực tính toán quy ước của đất nền;

#### 4.5 Tải trọng

$E_{sh}$	năng lượng va đập;
$F_d$	giá trị tính toán của tải trọng động;
$F_n$	giá trị tiêu chuẩn của tải trọng động;
$G$	trọng lượng thiết bị;
$G_i$	trọng lượng các bộ phận quay;
$J_z$	xung lực thẳng đứng;
$J_\varphi, J_\psi$	các mô men xung lượng đối với trục nằm ngang và thẳng đứng;
$M$	giá trị tính toán của mô men kích thích;
$M_{n,sc}$	giá trị tiêu chuẩn của mô men ngắn mạch;
$p$	áp lực tính trung bình dưới đế móng;
$S_q$	mật độ phổ của tải trọng ngẫu nhiên;

#### 4.6 Đặc trưng hình học

$A$	diện tích đế móng;
$d$	đường kính hoặc kích thước cạnh nhỏ nhất của tiết diện ngang của cọc;
$e$	độ lệch tâm của tải trọng;

$I_{\varphi}$	mô men quán tính của đế móng đối với trục nằm ngang vuông góc với mặt phẳng dao động;
$I_{\psi}$	mô men quán tính của đế móng đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm đế móng;
$h$	chiều cao móng;
$h_1$	khoảng cách từ trọng tâm chung của thiết bị đến mặt trên của móng;
$h_2$	khoảng cách từ trọng tâm chung của thiết bị đến đế móng;
$I_{\varphi}$	mô men quán tính của đế móng đối với trục nằm ngang vuông góc với mặt phẳng dao động;
$I_{\psi}$	mô men quán tính của đế móng đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm đế móng;
$L$	chiều dài móng; chiều sâu hạ cọc trong đất;
$L_0$	chiều dài tự do của cọc;
$r$	khoảng cách giữa các móng hoặc giữa các cọc;
$u$	chu vi tiết diện ngang của cọc.

## 5 Quy định chung

### 5.1 Tiêu chuẩn này dựa trên các yêu cầu sau đây:

- Số liệu đầu vào để thiết kế phải được thu thập với khối lượng cần thiết, ghi nhận và phân tích bởi các chuyên gia có kinh nghiệm và chuyên môn phù hợp;
- Việc thiết kế phải được thực hiện bởi các chuyên gia có kinh nghiệm và chuyên môn phù hợp;
- Sự phối hợp giữa các chuyên gia về khảo sát, thiết kế, thi công và chế tạo máy phải được đảm bảo;
- Việc kiểm tra chất lượng phù hợp khi sản xuất các sản phẩm xây dựng và thực hiện công việc trên công trường phải được đảm bảo;
- Các công việc xây dựng và lắp đặt thiết bị phải được thực hiện bởi người có chuyên môn và kinh nghiệm phù hợp, đồng thời có khả năng đảm bảo các yêu cầu của các tiêu chuẩn;
- Các vật liệu và sản phẩm được sử dụng phải thỏa mãn các yêu cầu thiết kế và các yêu cầu kỹ thuật;
- Việc bảo dưỡng kỹ thuật các móng máy chịu tải trọng động, các hệ thống kỹ thuật liên quan đến móng, và máy phải đảm bảo cho chúng an toàn và luôn trong trạng thái làm việc suốt thời hạn sử dụng;
- Các móng máy chịu tải trọng động phải được sử dụng theo đúng chức năng của chúng, phù hợp với thiết kế.

### 5.2 Móng máy chịu tải trọng động phải được thiết kế trên cơ sở:

- a) Kết quả khảo sát cho xây dựng;
- b) Số liệu đặc trưng về chức năng, kết cấu và đặc điểm công nghệ của máy chịu tải trọng động, cũng như các điều kiện sử dụng máy;
- c) Các tải trọng tác dụng lên móng máy;
- d) Các hạng mục xây dựng xung quanh và ảnh hưởng của các móng máy xây mới và cải tạo đến nó;
- e) Các yêu cầu sinh thái và vệ sinh - dịch tễ.

**5.3** Khi thiết kế các móng máy chịu tải trọng động phải có các giải pháp đảm bảo độ tin cậy, độ bền lâu và kinh tế ở tất cả các giai đoạn xây dựng và sử dụng các móng này. Phải tiến hành so sánh kinh tế - kỹ thuật các giải pháp thiết kế khả thi để lựa chọn giải pháp thiết kế hiệu quả về kinh tế và tin cậy, đảm bảo tận dụng đầy đủ nhất các đặc trưng độ bền, biến dạng của đất nền và các tính chất cơ lý của các vật liệu làm móng và của các kết cấu khác.

Khi lập đồ án thiết kế thi công và tổ chức thi công phải thực hiện các yêu cầu về đảm bảo độ tin cậy của các kết cấu ở tất cả các giai đoạn thi công chúng.

**5.4** Các công việc thiết kế cần được thực hiện phù hợp với nhiệm vụ thiết kế và các số liệu đầu vào cần thiết (xem 5.2 và 6.1).

**5.5** Khi thiết kế cần kể đến mức độ tầm quan trọng của nhà và công trình.

**5.6** Khảo sát cho xây dựng phải được tiến hành phù hợp với TCVN 4419, TCVN 9398, với các tiêu chuẩn và các tài liệu về khảo sát khác cho xây dựng, cũng như các yêu cầu trong 5.7 và 6.1.

Tên loại đất nền trong báo cáo khảo sát và trong hồ sơ thiết kế cần lấy theo TCVN 5746.

**5.7** Trong báo cáo kết quả khảo sát cần có số liệu cần thiết để lựa chọn các giải pháp kết cấu móng máy chịu tải trọng động và để tiến hành tính toán móng theo các trạng thái giới hạn có xét đến việc dự đoán các thay đổi có thể có (trong quá trình thi công và khai thác sử dụng) của điều kiện địa chất công trình trong khu đất xây dựng và các tính chất của đất nền, cũng như loại và khối lượng các biện pháp kỹ thuật cần thiết để nghiên cứu khu đất xây dựng.

Không cho phép thiết kế khi không có hoặc không đầy đủ kết quả khảo sát phù hợp.

CHÚ THÍCH: Trong các trường hợp cần thiết, việc khảo sát cần được thực hiện không chỉ đối với các móng máy xây mới hoặc cải tạo mà còn đối với các hạng mục xây dựng xung quanh nằm trong vùng ảnh hưởng của chúng.

**5.8** Khi xây dựng công trình mới hoặc cải tạo công trình hiện hữu phải tiến hành dự báo sự lan truyền dao động trong đất nền từ các móng máy với mục đích ngăn ngừa các dao động của nhà và công trình vượt quá giới hạn cho phép.

**5.9** Khi lập kế hoạch và tiến hành quan trắc địa kỹ thuật các móng máy xây mới hoặc cải tạo phải kể đến các đặc điểm riêng của việc quan trắc móng máy.

Đề cương quan trắc **các móng** máy phải bao gồm đo dao động của máy và móng máy, còn trong các trường hợp cần thiết – đo dao động của đất nền và của nhà và công trình xung quanh. Việc đo đạc phải đảm bảo khả năng kiểm tra được tất cả các yêu cầu của nhiệm vụ thiết kế đối với dao động, bao gồm các yêu cầu của tiêu chuẩn an toàn lao động về mức độ rung động cho phép và các yêu cầu đảm

bảo sự làm việc bình thường của máy, thiết bị và dụng cụ nằm trên móng hoặc gần móng, của các kết cấu và nền nhà và công trình. Trong đề cương đo dao động phải chỉ ra:

- Chu kỳ đo (một lần, sau sửa chữa định kỳ máy chịu tải trọng động, v.v.);
- Các thông số kiểm tra của dao động móng máy, của đất nền và của các nhà và công trình xung quanh, và các giá trị tính toán của chúng;
- Độ chính xác cần thiết và phương pháp đo được sử dụng;
- Sơ đồ bố trí các đầu đo.

Khi phát hiện các yêu cầu về giới hạn dao động bị vi phạm, cần phải tiến hành khảo sát chi tiết để làm rõ nguyên nhân và đưa ra các khuyến nghị về sửa chữa các máy chịu tải trọng động, về gia cường móng của chúng hoặc lập các biện pháp khác. Khi cần thiết, cần khảo sát dao động bằng cách cưỡng bức chúng dao động.

**5.10** Khi có nghiên cứu khoa học đi kèm với việc xây dựng các công trình mà được thiết kế móng máy chịu tải trọng động, phải đưa vào thành phần công việc của nghiên cứu khoa học một mục riêng “*móng máy chịu tải trọng động*”.

**5.11** Khi kiểm định địa kỹ thuật đối với các công trình có móng máy chịu tải trọng động, phải phân tích đề cương và các kết quả khảo sát, hồ sơ thiết kế các móng máy chịu tải trọng động xây mới (hoặc cải tạo).

**5.12** Các nghiên cứu khoa học đi kèm và kiểm định địa kỹ thuật của đồ án thiết kế phải được các tổ chức chuyên ngành có đầy đủ các chuyên gia với kinh nghiệm và chuyên môn phù hợp thực hiện.

**5.13** Việc thay thế vật liệu, sản phẩm và kết cấu so với thiết kế ban đầu chỉ được phép khi có sự đồng ý của tổ chức thiết kế và chủ đầu tư.

## 6 Thiết kế móng máy

### 6.1 Số liệu đầu vào để thiết kế móng

Số liệu đầu vào để thiết kế móng máy chịu tải trọng động phải bao gồm:

- Thông số kỹ thuật của máy (tên, loại, số vòng quay trong một phút, công suất, tổng khối lượng và khối lượng các bộ phận chuyển động, sơ đồ động học của thiết bị gắn với các khối lượng chuyển động, vận tốc các bộ phận va đập và các thông số tương tự);
- Số liệu về giá trị, vị trí đặt và hướng tác động của các tải trọng tĩnh, cũng như về biên độ, tần số, pha, quy luật thay đổi theo thời gian, vị trí đặt và hướng tác động của các tải trọng động ở chế độ làm việc bình thường, cũng như ở các chế độ khẩn cấp, trong đó có các tải trọng tác dụng lên các bu lông móng, kích thước diện truyền tải trọng; thông tin về sự có mặt của lớp chống rung của máy với chỉ dẫn về các tải trọng động truyền lên móng có xét đến lớp chống rung này;
- Số liệu về giá trị các giới hạn biến dạng của móng và nền (lún, nghiêng, uốn của móng và các cấu kiện của móng; biên độ, vận tốc hoặc gia tốc dao động và v.v.), nếu các giới hạn này gây bởi các điều kiện công nghệ sản xuất, sự làm việc của máy hoặc của các thiết bị cấp chính xác cao và nhạy với rung động nằm gần máy.

- Số liệu về các điều kiện bố trí máy (thiết bị) trên móng: các móng độc lập dưới mỗi máy hoặc nhóm máy trên móng chung; số liệu về các đặc điểm của các bản gối tựa (của khung) của thiết bị, số liệu về loại liên kết chúng với móng;
- Các bản vẽ kích thước tổng thể của móng trong phạm vi bố trí máy, các bộ phận liên kết của nó, cũng như của thiết bị phụ trợ và các đường ống với chỉ dẫn về bố trí và kích thước của các hố, rãnh, lỗ, kích thước phân chèn giữa móng và máy, v.v., các bản vẽ bố trí bu lông móng với chỉ dẫn về loại, đường kính, các chi tiết đặt sẵn, viền mép và các thông số tương tự;
- Số liệu định vị móng đang được thiết kế gắn với các kết cấu nhà (công trình), trong trường hợp riêng, gắn với các móng của nhà; số liệu về đặc điểm của nhà (công trình), trong đó có số liệu về dạng và cách bố trí thiết bị và đường ống trong móng;
- Số liệu về các điều kiện địa chất công trình của khu đất xây dựng và các tính chất cơ lý của đất nền ở chiều sâu đặt móng, được xác định phù hợp với các yêu cầu của TCVN 9362; số liệu về đặc trưng từ biến của đất nền do rung động trong các trường hợp cần hạn chế biến dạng của móng; số liệu về vận tốc của các sóng đàn hồi dọc và ngang; số liệu về các hệ số độ cứng của đất nền và sức chịu tải của cọc dưới tải trọng tĩnh và tải trọng động;
- Các yêu cầu riêng về bảo vệ móng và các hố của móng khỏi nước ngầm, tác động của các môi trường xâm thực và nước thải công nghiệp, tác động nhiệt.

Ngoài các số liệu trên đây, trong các điều tương ứng có đưa ra số liệu bổ sung để thiết kế dựa trên đặc điểm của từng loại máy.

## 6.2 Yêu cầu chung về thiết kế móng

**6.2.1** Móng máy chịu tải trọng động phải thỏa mãn các yêu cầu tính toán theo độ bền và điều kiện sử dụng bình thường, còn đối với móng có bố trí các vị trí làm việc nằm trên móng – phải thỏa mãn thêm cả các yêu cầu của các tiêu chuẩn an toàn lao động về mức độ rung động cho phép.

Dao động của móng không được làm ảnh hưởng bất lợi đến các quá trình công nghệ, thiết bị và dụng cụ đặt trên móng hoặc ngoài móng, cũng như đến các kết cấu của nhà và công trình nằm gần móng đó.

Khi thiết kế móng máy chịu tải trọng động cần phải kể đến các yêu cầu trong TCVN 9362, TCVN 10304, TCVN 5574, TCVN 5575 và các tiêu chuẩn khác có liên quan.

**6.2.2** Móng máy chịu tải trọng động có thể làm bằng bê tông hoặc bê tông cốt thép toàn khối, bán lắp ghép và lắp ghép, còn khi có cơ sở phù hợp thì có thể làm bằng thép.

Móng toàn khối cần được thiết kế cho tất cả các loại máy chịu tải trọng động, còn móng bán lắp ghép và lắp ghép, thông thường, cho các máy chịu tác động chu kỳ (có các bộ phận quay, có các cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền và các cơ cấu khác).

**6.2.3** Cấp độ bền chịu nén của bê tông làm móng toàn khối và bán lắp ghép không được thấp hơn B12,5, còn đối với móng lắp ghép – không thấp hơn B15. Đối với móng không cốt thép của các máy công cụ, cho phép sử dụng bê tông cấp B7,5. Trong trường hợp tải trọng động và nhiệt độ công nghiệp nâng cao tác động đồng thời lên móng thì cấp độ bền chịu nén của bê tông không được thấp hơn B15.

**6.2.4** Móng máy được phép thiết kế riêng biệt cho từng máy hoặc móng chung cho nhiều máy (tổ máy).

Móng máy, thông thường, cần được tách biệt khỏi các móng lân cận của nhà, công trình và thiết bị bằng khe liên tục, cũng như tách biệt khỏi sàn.

CHÚ THÍCH: Cho phép liên kết móng máy với móng của nhà hoặc tựa lên các kết cấu của nhà trong các trường hợp riêng nêu trong các điều tương ứng.

**6.2.5** Với mục đích giảm dao động cho móng máy chịu tải trọng động và cho các hạng mục xây dựng xung quanh, khi có cơ sở phù hợp nên có biện pháp chống rung cho móng. Việc lựa chọn các biện pháp chống rung cho móng và việc tính toán chống rung không được xem xét trong tiêu chuẩn này. Khi giảm mức độ rung động của đế móng đến một giá trị giới hạn bằng biện pháp chống rung thì nền được tính toán chỉ chịu tác động của các tải trọng tĩnh.

**6.2.6** Cho phép bố trí móng máy chịu tải trọng động, trừ móng của tổ hợp tuốc bin có công suất 25 000 kW và lớn hơn, trên nền đất đắp, nếu đất nền này không chứa các tạp chất hữu cơ gây lún không đều khi nén. Khi đó, nền làm từ đất đắp phải được đầm chặt (bằng các dụng cụ đầm nặng, rung hoặc các biện pháp khác) phù hợp với TCVN 9362.

CHÚ THÍCH: Móng máy không chịu tác động xung (va đập) với các động cơ công suất nhỏ hơn 500 kW với áp lực trung bình dưới đế móng do tải trọng tĩnh tính toán nhỏ hơn 70 kPa được phép bố trí trên nền đất đắp không cần đầm chặt, nếu tuổi của đất cát đắp không ít hơn 2 năm và bằng đất sét không ít hơn 5 năm.

**6.2.7** Khi thiết kế móng máy trên nền tự nhiên, cần hướng tới sao cho trọng tâm của diện tích đế móng và đường tác dụng của hợp lực của các tải trọng tĩnh do trọng lượng máy, móng, đất trên mặt móng và các bậc móng nằm trên một đường thẳng, còn đối với móng cọc – trọng tâm của mặt bằng cọc và các đường tác dụng của hợp lực của các tải trọng tĩnh do trọng lượng máy và đài cọc. Khi đó, đối với đất nền có giá trị áp lực tính toán quy ước  $R_0 \leq 150$  kPa, độ lệch tâm thường không được vượt quá 3 % kích thước cạnh của đế móng, mà trọng tâm bị lệch theo phương cạnh này (trừ các trường hợp đã nêu trong các điều riêng), còn đối với đất nền có  $R_0 > 150$  kPa, cũng như đối với móng cọc treo – 5 % giá trị kích thước vừa nêu. Giá trị  $R_0$  được xác định theo số liệu trong TCVN 9362; đối với móng tổ hợp tuốc bin thì độ lệch tâm không được vượt quá 3 % kích thước nêu trên không phụ thuộc vào giá trị  $R_0$ . Đối với nền đá, cũng như móng cọc chống thì không quy định giá trị độ lệch tâm.

Khi giới hạn về độ lệch tâm bị vi phạm, cần tính toán dao động của móng khối và móng hộp phù hợp với các yêu cầu trong Phụ lục A. Khi đó, giá trị áp lực biên trong trường hợp móng chịu nén lệch tâm không được vượt quá hơn 25 % giá trị xác định được ở vế phải công thức (1).

**6.2.8** Móng máy chịu tải trọng động cần được thiết kế dưới dạng:

- Móng khối: dưới dạng khối hoặc bản với các hố, giếng và các lỗ cần thiết để bố trí các bộ phận của máy, các thiết bị phụ trợ, đường ống và v.v.;
- Móng hộp: gồm bản móng dưới (hoặc đài cọc), hệ tường và bản móng trên (hoặc khung) để bố trí thiết bị;
- Móng khung: là kết cấu không gian, thông thường, bao gồm bản móng trên hoặc hệ dầm tựa lên bản móng dưới thông qua các trụ;
- Các loại kết cấu nhẹ khác, kể cả cọc không đài.



**6.2.9** Cho phép đặt máy có các bộ phận quay, máy có các cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền và máy công cụ trên các bản gối tựa bê tông cốt thép mà không cần móng, trên lớp lót của nền nhà công nghiệp khi có cơ sở tính toán, cũng như trong các trường hợp nêu trong các điều tương ứng.

**6.2.10** Thông thường, đế móng các máy cần được làm có dạng mặt bằng chữ nhật và được bố trí ở cùng một cao độ.

Chiều cao móng máy cần được lựa chọn tối thiểu theo điều kiện bố trí thiết bị công nghệ, hố và giếng, cũng như chiều sâu chôn bu lông móng.

**6.2.11** Khi thiết kế móng khung nên:

- Tuân thủ tính đối xứng của móng theo sơ đồ hình học tổng thể, cũng như theo hình dạng các cấu kiện;
- Bố trí xà của các khung ngang đối xứng với trục của các trụ;
- Tránh truyền tải trọng lệch tâm lên dầm và xà;
- Thiết kế mặt móng không bậc theo chiều cao;
- Lựa chọn phần vươn của tất cả công xôn với kích thước tối thiểu, trong đó chiều cao tiết diện gối tựa công xôn khi không tính toán thì lấy không nhỏ hơn 0,75 lần phần vươn của nó.

**6.2.12** Chiều cao bản móng dưới trong các móng hộp và móng khung cần lấy theo tính toán, nhưng không nhỏ hơn 0,4 m và không nhỏ hơn chiều dày tường hoặc kích thước lớn hơn của tiết diện trụ;

Bản móng bê tông cốt thép phía trên (khung) của móng hộp phải liên kết cứng với các tường. Mặt dưới của bản móng nên bố trí ở cùng một cao độ.

Các tường cần được bố trí, thông thường, dọc theo đường tác dụng của tải trọng động theo phương ngang.

**6.2.13** Các loại bu lông móng, các biện pháp lắp đặt, cũng như vật liệu và các thông số lắp đặt cần được lựa chọn phù hợp.

Với tải trọng va đập, cũng như với tải trọng động mà có yêu cầu phải lắp đặt bu lông có đường kính không nhỏ hơn 42 mm thì cần sử dụng bu lông móng loại tháo được.

Khoảng cách từ đầu cuối bu lông tới đế móng không được nhỏ hơn 100 mm.

**6.2.14** Khi đặt cốt thép cấu tạo cho móng khối, cần đặt cốt thép chung cho toàn bộ đế móng và cốt thép cục bộ (gia cường) dưới khung máy và tại các vị trí thay đổi đột ngột kích thước tiết diện móng.

Khi đặt cốt thép cho đế móng, đường kính của các thanh thép dọc và ngang cần lấy không nhỏ hơn 10 mm khi cạnh của đế móng nhỏ hơn 3 m và không nhỏ hơn 12 mm khi kích thước cạnh của đế móng lớn hơn với bước cốt thép 200 mm.

Khi đặt cốt thép cục bộ dưới khung các máy không có tác động va đập thì đường kính các thanh thép cần lấy phụ thuộc vào đường kính bu lông liên kết thiết bị với móng, theo Bảng 1. Khi đó, kích thước lưới thường phải lớn hơn kích thước mặt bằng khung máy từ 300 mm đến 600 mm phụ thuộc vào đường kính cốt thép bằng 10 mm đến 20 mm tương ứng. Bước cốt thép khuyến nghị lấy bằng 200 mm.

Việc bố trí cốt thép cục bộ dưới khung máy chịu tải trọng va đập cần được tiến hành theo các chỉ dẫn của các điều tương ứng.

Để đặt cốt thép cho các phần móng chịu tải trọng va đập, thông thường, cần sử dụng cốt thép buộc. Khi đó, lớp bê tông bảo vệ cần lấy không nhỏ hơn 30 mm.

**Bảng 1 – Đường kính thanh thép**

<b>Đường kính bu lông để cố định thiết bị, mm</b>	<b>&lt; 42</b>	<b>≥ 42 đến ≤ 56</b>	<b>&gt; 56</b>
Đường kính thanh thép, mm	<b>10 đến 12</b>	<b>12 đến 16</b>	<b>16 đến 20</b>

CHÚ THÍCH: Trong móng khối của máy không có tác động va đập với thể tích 20 m<sup>3</sup> và nhỏ hơn cho phép không bố trí cốt thép chung ở đế móng.

**6.2.15** Việc đặt cốt thép cho các móng hộp và móng khung được thực hiện theo tính toán phù hợp với các yêu cầu của TCVN 5574 có xét đến các chỉ dẫn bổ sung sau:

- Cốt thép của dầm, xà và trụ phải có dạng đai kín hoặc các thanh thép được hàn với các thanh thép dọc theo chu vi của tiết diện kết cấu;
- Các trụ phải được đặt cốt thép dọc đối xứng với bước không lớn hơn 300 mm;
- Ở các mặt bên của dầm và xà cần đặt các thanh thép bổ sung có đường kính không nhỏ hơn 12 mm cách nhau không quá 300 mm theo chiều cao tiết diện;
- Khi đặt cốt thép cấu tạo cho móng hộp, đường kính của các thanh thép thẳng đứng không được nhỏ hơn 12 mm, còn của các thanh thép nằm ngang – không được nhỏ hơn 10 mm. Bước các thanh thép theo hai phương lấy bằng 200 mm.

**6.2.16** Khe co giãn-nhiệt trong móng thường được bố trí với khoảng cách:

- 20 m đối với móng bê tông toàn khối;
- 40 m đối với móng bê tông cốt thép toàn khối;
- 50 m đối với móng bê tông cốt thép bán lắp ghép.

Các khoảng cách nêu trên có thể được tăng lên khi có cơ sở phù hợp. Khi đó, các khe này cần được bố trí sao cho trên những phần móng được chia cắt bởi các khe này bố trí được thiết bị không liên kết cứng với nhau.

Để giảm biến dạng nhiệt, cho phép bố trí khe co giãn-nhiệt tạm thời.

Khi độ võng của móng được hạn chế theo các yêu cầu công nghệ thì thay vì khe co giãn-nhiệt cần có các biện pháp điều chỉnh điều kiện nhiệt khi đổ bê tông. Trong trường hợp này, không được phép bố trí các khe co giãn-nhiệt tạm thời.

**6.2.17** Đối với móng hoặc các phần móng chịu tác dụng của môi trường xâm thực, phải có các biện pháp bảo vệ phù hợp với TCVN 12251.

**6.2.18** Việc tính toán các móng máy và nền của chúng bao gồm:

- Tính toán dao động của móng hoặc các cấu kiện của nó;
- Kiểm tra áp lực tĩnh trung bình dưới đế móng trên nền tự nhiên  $p$  hoặc sức chịu tải của cọc;
- Tính toán độ bền các cấu kiện của kết cấu móng.

Khi trong nhiệm vụ thiết kế có các yêu cầu công nghệ về hạn chế chuyển vị và biến dạng của móng, cần thực hiện tính toán tĩnh đối với nó theo điều kiện biến dạng đồng thời giữa nền và móng.

**6.2.19** Áp lực tĩnh trung bình dưới đế móng trên nền tự nhiên  $p$  đối với tất cả các loại máy, nêu trong Bảng 2, phải thỏa mãn điều kiện:

$$p \leq \gamma_{c0} \gamma_{c1} R \quad (1)$$

trong đó:

$p$  là áp lực tĩnh dưới đế móng;

$\gamma_{c0}$  là hệ số điều kiện làm việc, lấy theo Bảng 2;

$\gamma_{c1}$  là hệ số điều kiện làm việc của đất nền, lấy bằng:

0,7 – đối với:

cát mịn và cát bụi bão hòa nước và đất sét dẻo chảy (khi thiết kế móng có khối lượng các bộ phận rơi lớn hơn 10 T;

cát mịn và cát bụi ít ẩm và ẩm và cát bão hòa nước có mô đun độ lớn trung bình và lớn);

1,0 – đối với tất cả các loại và trạng thái còn lại của đất;

$R$  là áp lực tính toán của đất nền, được xác định phù hợp với các yêu cầu của TCVN 9362.

**Bảng 2 – Hệ số điều kiện làm việc  $\gamma_{c0}$**

Máy	Giá trị $\gamma_{c0}$
1. Máy có các cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền, máy ép, mái cắt gọt kim loại, lò quay, thiết bị (máy) cán	1,0
2. Máy có các bộ phận quay, máy đập, máy nghiền	0,8
3. Máy búa rền, máy tạo hình, thiết bị của xưởng đập có móng dạng khối hộp	0,5

**6.2.20** Việc tính toán độ bền các cấu kiện của móng các loại máy được phép tiến hành chịu tác dụng tĩnh của các tải trọng động tính toán đã được xác định theo công thức (2). Thông thường, không tiến hành tính toán móng khối về độ bền, trừ các tiết diện giảm yếu, các phần công xôn, v.v.

**6.2.21** Khi xác định các tải trọng tĩnh tính toán, bao gồm trọng lượng của móng, của đất trên mặt móng, của máy và của các bộ phận phụ trợ, thì hệ số độ tin cậy về tải trọng lấy phù hợp với các yêu cầu trong TCVN 2737 khi tính toán độ bền và bằng 1,0 khi kiểm tra áp lực tĩnh trung bình dưới đế móng.

Tải trọng động tính toán  $F_d$  do tác động động của các bộ phận chuyển động của máy hoặc các tải trọng là dạng đặc biệt nào đó của tác động lực (ví dụ, mô men ngắn mạch, đứt búa nghiền và tải trọng tương tự) được xác định như sau:

- Khi tính toán dao động: lấy bằng tích của giá trị tải trọng động tiêu chuẩn  $F_n$  tương ứng với điều kiện làm việc bình thường của máy và lấy theo các chỉ dẫn nêu trong các điều tương ứng hoặc lấy theo nhiệm vụ thiết kế, còn hệ số độ tin cậy về tải trọng  $\gamma_f = 1,0$ ;
- Khi tính toán độ bền các cấu kiện của móng với sự thay thế tải trọng động bằng tải trọng tĩnh tương đương: được xác định theo công thức:

$$F_d = \gamma_f \eta F_n \tag{2}$$

trong đó:

$\gamma_f$  là hệ số độ tin cậy về tải trọng, lấy theo Bảng 3;

$\eta$  là hệ số động, lấy theo Bảng 3;

$F_n$  là giá trị tiêu chuẩn của tải trọng động tương ứng với chế độ làm việc bình thường của máy hoặc tác động lực đặc biệt và lấy phù hợp với các điều tương ứng hoặc theo nhiệm vụ thiết kế;

Khi tính toán độ bền các cấu kiện của móng bằng phương pháp động trực tiếp thì tải trọng động tính toán  $F_d$  được xác định theo công thức (2), trong đó hệ số động  $\eta$  lấy bằng 1,0.

**Bảng 3 – Hệ số độ tin cậy về tải trọng  $\gamma_f$  và hệ số động  $\eta$**

Máy	Giá trị $\gamma_f$	Giá trị $\eta$ đối với tải trọng	
		đứng	ngang
1. Máy có các bộ phận quay với:			
a) Tải trọng gây bởi các bộ phận chuyển động của máy, với số vòng quay, tính bằng vòng trên phút (r/min):			
< 500	4,0	3,0	2,0
≥ 500 đến ≤ 1 500	4,0	3,0 đến 6,0 <sup>1)</sup>	2,0
> 1 500 đến ≤ 2 000	4,0	6,0 đến 10,0 <sup>1)</sup>	2,0
> 2 000	4,0	10,0	2,0
b) Tải trọng do mô men ngắn mạch	1,0	2,0	-
2. Máy có các cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền với số vòng quay, tính bằng vòng trên phút (r/min):			
≤ 600	2,0	1,0	1,0
> 600	1,0	4,0	2,0
3. Máy đập hàm, máy đập nón	1,3	1,2	1,2
4. Máy đập búa	4,0	1,0	1,0

5. Máy nghiền	1,3	–	1,0
6. Máy ép	1,5	2,0	2,0
7. Thiết bị cán	1,2	2,0	2,0
8. Lò quay	1,0 (2,0 <sup>2)</sup> )	1,0	1,0
<p><sup>1)</sup> Đối với các giá trị trung gian của số vòng quay, hệ số động được xác định theo nội suy tuyến tính.</p> <p><sup>2)</sup> Đối với gối tựa biên của móng, áp dụng cho các tải trọng ngang tác dụng ngang trục lò quay (khi số gối tựa lớn hơn 2).</p> <p>CHÚ THÍCH 1: Đối với các máy tước bin công suất lớn hơn 25 000 kW, giá trị hệ số <math>\eta</math> của các tải trọng đứng ở điểm 1a) trong bảng này cần giảm xuống 2 lần.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Đối với các máy có các bộ phận quay, trong đó cũng có các khối lượng chuyển động tịnh tiến-khứ hồi, thì hệ số độ tin cậy về tải trọng đối với các tải trọng động gây bởi các khối lượng này lấy bằng <math>\gamma_f = 1,3</math>.</p> <p>CHÚ THÍCH 3: Giá trị hệ số <math>\eta</math> áp dụng cho các móng bê tông cốt thép. Đối với các móng thép cần tiến hành tính toán động lực.</p> <p>CHÚ THÍCH 4: Các giá trị <math>\eta</math> nêu trong bảng này kể đến tác dụng của tải trọng thay đổi dấu.</p>			

**6.2.22** Khi thiết kế móng máy chịu tải trọng động trong vùng có động đất thì việc tính toán độ bền các cấu kiện của móng khối cần được tiến hành không kể đến tác động động đất.

Khi tính toán móng khung, móng hộp và móng nhẹ chịu tác động động đất thì cần phải đưa tải trọng động tính toán gây bởi máy trong điều kiện sử dụng bình thường vào tổ hợp tải trọng đặc biệt với hệ số độ tin cậy về tải trọng  $\gamma_f = 1,0$ .

**6.2.23** Khi thiết kế móng nhà và công trình nhạy với lún không đều và tiếp nhận tải trọng động truyền từ máy thông qua các kết cấu xây dựng hoặc đất nền thì áp lực trung bình dưới đế móng trên nền tự nhiên phải thỏa mãn điều kiện:

$$p \leq \gamma_{c1} R \quad (3)$$

Điều kiện (3) phải được thỏa mãn đối với các móng nhà và công trình trong phạm vi vùng mà vận tốc dao động  $v_s = a_s \omega$  trên bề mặt đất do các nguồn xung lớn hơn 15 mm/s, do các nguồn tác động có chu kỳ và ngẫu nhiên lớn hơn 2 mm/s (trong đó  $a_s$  là biên độ dao động của đất, được xác định theo công thức (19),  $\omega$  là tần số góc của dao động cưỡng bức của móng-nguồn đối với máy có tải trọng chu kỳ hoặc của dao động riêng đối với máy có tải trọng xung hoặc tải trọng ngẫu nhiên).

### 6.3 Yêu cầu riêng đối với thiết kế móng cọc

Đối với móng máy chịu tải trọng chu kỳ, có thể sử dụng các loại cọc bất kỳ; đối với móng máy chịu tác động va đập cần sử dụng cọc bê tông cốt thép tiết diện đặc.

Khoảng cách giữa tâm các cọc trong đài cọc cần lấy phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong TCVN 10304, nhưng không lớn hơn  $10d$  (trong đó  $d$  là đường kính hoặc cạnh nhỏ hơn của tiết diện ngang của cọc).

Việc tính toán dao động của móng cọc được thực hiện phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong 7.6.

**7 Tính toán dao động móng máy**

**7.1 Chỉ dẫn chung về tính toán dao động móng máy**

7.1.1 Việc tính toán dao động được tiến hành trên cơ sở sử dụng các phương pháp phân tích hoặc phương pháp số. Móng cùng với nền và máy được phép xem như một hệ có bậc tự do hữu hạn hoặc vô hạn. Kết quả tính toán cần thỏa mãn các điều kiện của tiêu chuẩn này và các điều kiện bổ sung trong nhiệm vụ kỹ thuật. Trong tính toán, cho phép sử dụng các phương pháp xác suất và các phương pháp của lý thuyết độ tin cậy kể đến sai số thống kê về độ cứng của nền và bản chất ngẫu nhiên của các tải trọng động.

Biên độ dao động cưỡng bức và tự do của móng hoặc các cấu kiện của nó cần được xác định đối với các loại máy khác nhau theo các chỉ dẫn tương ứng. Việc xác định biên độ dao động được tiến hành riêng biệt theo các phương và các tần số dao động tương ứng.

Biên độ dao động của móng phải thỏa mãn điều kiện:

$$a \leq a_u \tag{4}$$

trong đó:

- $a$  là biên độ dao động lớn nhất của móng, được xác định theo tính toán;
- $a_u$  là biên độ dao động giới hạn cho phép của móng, được quy định trong nhiệm vụ thiết kế, còn khi trong nhiệm vụ thiết kế không quy định thì lấy theo Bảng 4.

**Bảng 4 – Biên độ dao động giới hạn cho phép  $a_u$  của móng**

Đơn vị tính bằng milimét

Máy	Giá trị $a_u$		
1. Máy có các bộ phận quay với số vòng quay, tính bằng vòng trên phút (r/min):	Dao động ngang	Dao động đứng	
	< 500	0,20	0,15
	≥ 500 và < 750	< 0,20 đến 0,15	0,15 đến 0,10
	≥ 750 và < 1 000	0,15 đến 0,10	0,10 đến < 0,06
	≥ 1 000 và ≤ 1 500	0,10 đến < 0,05	0,06
	> 1 500	0,05	–
2. Máy có các cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền với số vòng quay, tính bằng vòng trên phút (r/min):	Đối với dao động thứ nhất	Đối với dao động thứ hai	
	< 200	0,25	0,15
	≥ 200 và ≤ 400	< 0,25 đến 0,15	0,15 đến 0,10
	> 400 và ≤ 600	0,15 đến < 0,10	0,10 đến < 0,05

> 600	0,10	0,05
3. Máy đập nón và máy đập hàm	0,30	
4. Máy đập búa	Lấy như đối với các bộ phận quay	
5. Máy búa rèn	1,20 (0,80 <sup>1)</sup> )	
6. Máy ép	0,25	
7. Máy tạo khuôn	0,50 hoặc theo TCVN 6964-1:2001 (khi trên móng có bố trí vị trí làm việc)	
8. Máy nghiền	0,10 <sup>2)</sup>	
<sup>1)</sup> Khi thi công móng trên nền của tất cả các loại cát bão hòa nước, cũng như trên nền cát mịn và cát bụi bão hòa nước. <sup>2)</sup> Độ lệch chuẩn của biên độ dao động.		
<b>CHÚ THÍCH 1:</b> Đối với các giá trị trung gian của tần số quay, biên độ dao động giới hạn cho phép được xác định bằng nội suy tuyến tính. <b>CHÚ THÍCH 2:</b> Đối với các máy có tần số quay 200 r/min và nhỏ hơn khi chiều cao móng lớn hơn 5 m thì biên độ dao động giới hạn cho phép tăng lên 20 %.		

Khi tính toán dao động của móng máy, cho phép:

- Coi nền như là vật biến dạng tuyến tính đàn-nhớt mà các tính chất của nó được xác định bởi các hệ số nén đều đàn hồi và nén không đều đàn hồi, hệ số trượt đều đàn hồi và trượt không đều đàn hồi, và các hệ số đặc trưng cho cản;
- Không kể đến độ lệch tâm của sự phân bố khối lượng của móng, nếu nó không vượt quá các giá trị nêu trong 5.2.7;
- Khi nén không đều đàn hồi (góc xoay của đế móng so với trục nằm ngang đi qua trọng tâm đế móng, vuông góc với mặt phẳng dao động) cho phép lấy mặt phẳng dao động song song với đường tác dụng của lực kích thích hoặc mặt phẳng tác dụng của mô men kích thích.

Khi có tác động đồng thời của nhiều lực kích thích lên móng máy và khi không có số liệu về quan hệ pha của chúng, cần xem xét các phương án đồng pha và nghịch pha của tác dụng của các lực gây ra các dạng dao động bất lợi nhất.

**7.1.2** Đặc trưng đàn hồi cơ bản của nền tự nhiên của móng máy – hệ số nén đều đàn hồi,  $C_z$ , tính bằng kilôniuton trên mét khối ( $\text{kN/m}^3$ ), thông thường được xác định theo các kết quả thực nghiệm hoặc trên cơ sở số liệu về vận tốc sóng dọc đàn hồi và sóng ngang đàn hồi.

Khi không có số liệu thực nghiệm, giá trị  $C_z$  đối với các móng có diện tích đế móng  $A \leq 200 \text{ m}^2$  cho phép được xác định theo công thức:

$$C_z = b_0 E \left( 1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A}} \right) \quad (5)$$

trong đó:

$b_0$  là hệ số, tính bằng  $m^{-1}$ , lấy bằng:

1,0 – đối với đất cát;

1,2 – đối với đất á cát và á sét;

1,5 – đối với đất sét và đất hòn to;

$E$  là mô đun biến dạng của đất nền dưới đế móng, tính bằng kilôpascal (kPa); trong trường hợp nền không đồng nhất thì giá trị  $E$  được xác định bằng giá trị trung bình trong phạm vi chiều sâu vùng nén;

$A_{10} = 10 m^2$ ;

$A$  là diện tích đế móng, tính bằng mét vuông ( $m^2$ ).

Đối với móng có diện tích đế móng  $A > 200 m^2$ , giá trị hệ số  $C_z$  được lấy như đối với móng có diện tích đế móng  $A = 200 m^2$ .

**7.1.3** Các hệ số nén không đều đàn hồi  $C_\phi$ , trượt đều đàn hồi  $C_x$ , trượt không đều đàn hồi  $C_\psi$  được lấy theo các kết quả thực nghiệm hoặc trên cơ sở số liệu về vận tốc sóng đàn hồi, còn khi không có số liệu thực nghiệm thì lấy như sau:

$$C_\phi = 2C_z \quad (6)$$

$$C_x = 0,7C_z \quad (7)$$

$$C_\psi = C_z \quad (8)$$

trong đó:

$C_\phi$ ,  $C_x$  và  $C_z$  tính bằng kilôniutơn trên mét khối ( $kN/m^3$ ).

**7.1.4** Các hệ số độ cứng đối với nền tự nhiên  $K_z$ ,  $K_\phi$ ,  $K_x$ ,  $K_\psi$  được xác định theo các công thức:

– Khi nén đều đàn hồi,  $K_z$ , tính bằng kilôniutơn trên mét ( $kN/m$ ):

$$K_z = C_z A \quad (9)$$

– Khi nén không đều đàn hồi (góc xoay của đế móng đối với trục nằm ngang đi qua trọng tâm đế móng, vuông góc với mặt phẳng dao động),  $K_\phi$ , tính bằng kilôniutơn mét ( $kN \cdot m$ ):

$$K_\phi = C_\phi I_\phi \quad (10)$$

– Khi trượt đều đàn hồi,  $K_x$ , tính bằng kilôniutơn trên mét ( $kN/m$ ):

$$K_x = C_x A \quad (11)$$

– Khi trượt không đều đàn hồi (khi đế móng xoay đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm đế móng, vuông góc với mặt phẳng dao động),  $K_\psi$ , tính bằng kilôniutơn mét ( $kN \cdot m$ ):

$$K_\psi = C_\psi I_\psi \quad (12)$$



Trong các công thức (10) và (12):

$I_\varphi$  và  $I_\psi$  tương ứng là các mô men quán tính của diện tích đế móng tương ứng đối với trục nằm ngang vuông góc với mặt phẳng dao động và trục thẳng đứng của móng đi qua trọng tâm đế móng, tính bằng  $m^4$ .

Với mục đích đánh giá chính xác hơn các hệ số độ cứng của nền, cần kể đến ảnh hưởng của các yếu tố bổ sung, như: sự có mặt của sàn, đất đắp xung quanh móng và các yếu tố khác, để tăng các hệ số này trên cơ sở khảo sát riêng.

**7.1.5** Tính chất cản của nền phải được kể đến bằng hệ số cản  $\xi$  (tỉ lệ phần trăm so với sự tắt dần tới hạn của dao động), được xác định, thông thường, theo các kết quả thực nghiệm.

Khi không có số liệu thực nghiệm thì hệ số cản đối với dao động thẳng đứng  $\xi_z$  được xác định theo các công thức:

– Đối với các dao động xác định (điều hòa) và dao động ngẫu nhiên:

$$\xi_z = \frac{2}{\sqrt{\rho}} \quad (13)$$

– Đối với các dao động không xác định (xung):

$$\xi_z = 6 \cdot \sqrt{\frac{E}{C_z \cdot \rho}} \quad (14)$$

trong đó:

$\rho$  lấy như trong 6.2.19;

$E, C_z$  lấy như trong 7.1.2.

**7.1.6** Hệ số cản đối với các dao động tịnh tiến ngang và quay đối với các trục nằm ngang và thẳng đứng lấy như sau:

$$\xi_x = 0,6\xi_z \quad (15)$$

$$\xi_\varphi = 0,5\xi_z \quad (16)$$

$$\xi_\psi = 0,3\xi_z \quad (17)$$

**7.1.7** Khi đặt một nhóm gồm  $j$  máy cùng loại trên cùng một móng chung thì giá trị biên độ dao động của móng  $a$  cần được xác định như tổng biên độ dao động khi  $j = 2$ , còn khi  $j > 2$  thì xác định theo công thức:

$$a = k \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^j a_i^2} \quad (18)$$

trong đó:

$k$  là hệ số, lấy bằng:

1,5 – đối với máy có tác động chu kỳ;

0,7 – đối với máy có tải trọng xung;

1,0 – đối với các máy có tải trọng động ngẫu nhiên;

$a_i$  là biên độ dao động của móng khi máy thứ  $i$  làm việc;

$j$  là số lượng máy.

Các giá trị tính toán của biên độ dao động phải thỏa mãn điều kiện (4).

Khi đặt một nhóm các máy khác loại trên cùng một móng chung thì biên độ dao động của móng cần được xác định như là tổng biên độ dao động gây bởi sự làm việc của mỗi máy. Khi đó, trong điều kiện (4), biên độ dao động giới hạn cho phép được lấy thêm 30 % so với giá trị nêu trong Bảng 5 đối với loại máy và tần số dao động tương ứng với thành phần biên độ tính toán lớn nhất.

Khi đặt máy có tải trọng chu kỳ và tải trọng ngẫu nhiên trên từng móng độc lập thì biên độ dao động của mỗi móng cần được xác định có xét đến dao động lan truyền trong đất khi các máy làm việc đặt trên các móng khác, phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong 7.5. Khi đó, biên độ dao động cho phép của móng-dịch  $a_v$  cần được lấy tăng thêm 30 % so với các giá trị biên độ dao động giới hạn cho phép nêu trong Bảng 4 (5).

Đối với các móng máy chịu tải trọng xung đặt trên móng độc lập, việc tính toán biên độ dao động cho phép được thực hiện không kể đến sự truyền dao động theo đất nền.

**7.1.8** Việc tính toán biên độ dao động đứng (hoặc ngang) của đất nền tương ứng khi dao động của móng máy theo phương đứng (hoặc ngang) được tiến hành theo công thức:

$$a_s = a_0 \left\{ \frac{1}{\delta [1 + (\delta - 1)^2]} + \frac{\delta^2 - 1}{(\delta^2 + 1)\sqrt{3}\delta} \right\} \quad (19)$$

trong đó:

$a_s$  là biên độ dao động đứng (hoặc ngang) của đất nền trên bề mặt tại điểm nằm ở khoảng cách  $r$  so với trục đứng của móng, nghĩa là nguồn sóng trong đất;

$a_0$  là biên độ dao động tự do hoặc cưỡng bức đứng (hoặc ngang) của móng, nghĩa là nguồn sóng trong đất ở mức đế móng của nó, được xác định đối với các loại máy theo các công thức nêu trong 7.2 đến 7.4, trong đó  $h_1$  cần được thay bằng âm  $h_2$ ;

$\delta = r/r_0$ ;

với:

$r$  là khoảng cách từ trục thẳng đứng của móng-nguồn đến điểm trên bề mặt đất nền mà tại đó xác định biên độ dao động;

$r_0$  là bán kính quy đổi của đế móng-nguồn,  $r_0 = \sqrt{A/\pi}$ .

Tần số của sóng truyền trong đất cần lấy bằng tần số dao động móng máy.

CHÚ THÍCH: Với mục đích chính xác lại biên độ dao động truyền trong đất, cho phép tiến hành dự báo dao động của đất nền trên cơ sở nghiên cứu thực nghiệm.

## 7.2 Tính toán dao động móng máy chịu tải trọng chu kỳ

CHÚ THÍCH: Máy chịu tải trọng chu kỳ bao gồm các máy có các bộ phận quay, máy có các cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền, máy đập và các máy tương tự khác.

### 7.2.1 Móng khung

CHÚ THÍCH: Các chỉ dẫn nêu trong 7.2.1.1 đến 7.2.1.4 được áp dụng đối với các máy chịu tải trọng chu kỳ, có tần số quay không lớn hơn 1 000 r/min. Đối với móng khung của máy có tần số quay lớn hơn 1 000 r/min cần thực hiện tính toán động trực tiếp.

**7.2.1.1** Biên độ dao động quay-ngang đối với trục thẳng đứng của bản móng khung  $a_{h,\psi}$  cần được xác định theo công thức:

$$a_{h,\psi} = a_x + a_\psi L_b \quad (20)$$

trong đó:

$a_{h,\psi}$  tính bằng mét (m);

$a_x$  là biên độ dao động ngang của trọng tâm bản móng trên, tính bằng mét (m), được tính theo công thức:

$$a_x = \frac{a_{x,st}}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2\right]^2 + 4\left(\xi'_x\right)^2 \left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2}} \quad (21)$$

$a_\psi$  là biên độ (góc xoay), tính bằng radian (rad), của dao động quay của bản móng trên đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm của nó, được xác định theo công thức:

$$a_\psi = \frac{a_{\psi,st}}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\lambda_\psi}\right)^2\right]^2 + 4\left(\xi'_\psi\right)^2 \left(\frac{\omega}{\lambda_\psi}\right)^2}} \quad (22)$$

$\omega$  là tần số góc của máy, tính bằng  $s^{-1}$ ,  $\omega = 0,105n_r$ ;

$n_r$  là tần số quay, tính bằng vòng trên phút (r/min);

$a_{x,st}$ ,  $a_{\psi,st}$  tương ứng là chuyển vị và góc xoay của trọng tâm bản móng trên khi có tác động tĩnh của lực  $F_h$  và mô men  $M_z$ , được xác định theo các công thức:

$$a_{x,st} = \frac{F_h}{S_x} \quad (23)$$

$$a_{\psi,st} = \frac{M_z}{S_\psi} \quad (24)$$

trong đó:

$a_{x,st}$ , tính bằng mét (m);

- $a_{\psi, st}$  tính bằng radian (rad);
- $F_h$  là giá trị tính toán của thành phần nằm ngang của tải trọng động, tính bằng kilôniutơn (kN), được xác định theo các điều tương ứng có xét đến các chỉ dẫn nêu trong 6.2.21;
- $M_z$  là giá trị tính toán của mô men kích thích đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm bản móng trên, tính bằng kilôniutơn mét (kN·m), đối với máy có các bộ phận quay lấy  $M_z = F_h L_b / 2$ ;
- $S_x, S_{\psi}$  là các hệ số độ cứng của hệ móng-nền tương ứng theo phương nằm ngang, vuông góc với trục của trục truyền động của máy, tính bằng kilôniutơn trên mét (kN/m), và khi quay trong mặt phẳng nằm ngang, tính bằng kilôniutơn mét (kN·m), được xác định theo các công thức (25) và (26);
- $\xi'_x, \xi'_{\psi}$  là các hệ số cản của hệ móng-nền, được xác định theo các công thức (31) và (32);
- $\lambda_x, \lambda_{\psi}$  là các tần số góc của dao động ngang và dao động quay của móng đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm bản móng trên, tính bằng  $s^{-1}$ , được xác định theo các công thức (33) và (34);
- $L_b$  là khoảng cách từ trọng tâm bản móng trên đến trục của ổ trục xa nhất của máy, tính bằng mét (m).

**7.2.1.2** Các hệ số độ cứng của kết cấu móng có xét đến tính đàn hồi của nền,  $S_x$  và  $S_{\psi}$ , cần được tính theo các công thức:

$$S_x = \frac{1}{(1/K_x) + (h^2/K_{\varphi}) + (1/S_x^0)} \tag{25}$$

$$S_{\psi} = \frac{1}{(1/K_{\psi}) + (1/S_{\psi}^0)} \tag{26}$$

Trong các công thức (25) và (26):

- $S_x, S_{\psi}$  tính bằng kilôniutơn trên mét (kN/m);
- $h$  là chiều cao móng, tính bằng mét (m);
- $K_x$  là hệ số độ cứng của nền khi trượt đều đàn hồi, được xác định phù hợp với các yêu cầu trong 7.1.4 hoặc 7.6.3;
- $K_{\psi}$  là hệ số độ cứng của nền khi trượt không đều đàn hồi, được xác định phù hợp với các yêu cầu trong 7.1.4 hoặc 7.6.3;
- $K_{\varphi}$  là hệ số độ cứng của nền khi nén không đều đàn hồi, được xác định phù hợp với các yêu cầu trong 7.1.4 hoặc 7.6.3;

$S_x^0$  là tổng các hệ số độ cứng của tất cả các khung ngang của móng theo phương nằm ngang, vuông góc với trục quay của máy, tính bằng kilôniutơn trên mét (kN/m) (N là số lượng khung ngang), được xác định theo công thức:

$$S_x^0 = \sum_{i=1}^N S_i \quad (27)$$

$S_y^0$  là tổng các hệ số độ cứng của tất cả các khung ngang của móng khi bản móng trên quay trong mặt phẳng nằm ngang đối với trọng tâm của nó, tính bằng kilôniutơn mét (kN·m), được xác định theo công thức:

$$S_y^0 = \sum_{i=1}^N S_i e_i^2 \quad (28)$$

trong đó:

$e_i$  là khoảng cách từ mặt phẳng thứ  $i$  của khung ngang đến trọng tâm của bản móng trên, tính bằng mét (m).

Hệ số độ cứng của khung ngang một tầng có các nút cứng  $S_i$  cần được xác định theo công thức:

$$S_i = \frac{2E_b I_{h,i} (1 + 6k_i)}{h_i^3 (2 + 3k_i)} \quad (29)$$

trong đó:

$S_i$  tính bằng kilôniutơn trên mét (kN/m);

$E_b$  là mô đun đàn hồi của vật liệu làm khung kết cấu phía trên, tính bằng kilôpascal (kPa);

$$k_i = \frac{h_i I_{L,i}}{L_i I_{h,i}} \quad (30)$$

$I_{h,i}, I_{L,i}$  là các mô men quán tính của tiết diện ngang tương ứng của trụ và xà của khung, tính bằng m<sup>4</sup>;

$h_i, L_i$  tương ứng là chiều cao tính toán của trụ và nhịp tính toán của xà thứ  $i$  của khung ngang, tính bằng mét (m).

CHÚ THÍCH: Cho phép lấy chiều cao tính toán của trụ  $h_i$  bằng khoảng cách từ biên trên cùng của bản móng dưới đến trục xà (đi qua trọng tâm của diện tích tiết diện của nó), còn nhịp tính toán của xà lấy bằng 0,9 lần khoảng cách giữa trục của các trụ.

**7.2.1.3** Các hệ số cản của hệ móng-nền,  $\xi'_x$  và  $\xi'_y$ , cần được xác định theo các công thức:

$$\xi'_x = S_x \left( \xi_x \frac{1}{K_x} + \xi_\varphi \frac{h^2}{K_\varphi} + \frac{\gamma}{2S_x^0} \right) \quad (31)$$

$$\xi'_y = S_y \left( \xi_y \frac{1}{K_y} + \frac{\gamma}{2S_y^0} \right) \quad (32)$$

trong đó:

- $\xi_x$  là hệ số cản đối với dao động ngang của móng trên nền đất, được xác định phù hợp với các yêu cầu trong 7.1.6 hoặc 7.6.4;
- $\xi_\varphi$  là hệ số cản đối với dao động quay theo trục nằm ngang của móng trên nền đất, được xác định phù hợp với các yêu cầu trong 7.1.6 hoặc 7.6.4;
- $\xi_\psi$  là hệ số cản đối với dao động quay theo trục thẳng đứng của móng trên nền đất, được xác định phù hợp với các yêu cầu trong 7.1.6 hoặc 7.6.4;
- $\gamma$  là hệ số hấp thụ năng lượng khi dao động, lấy bằng:
  - 0,06 – đối với các kết cấu bê tông cốt thép;
  - 0,02 – đối với các kết cấu thép.

**7.2.1.4** Các tần số góc của dao động của móng,  $\lambda_x$  và  $\lambda_\psi$ , cần được xác định theo các công thức:

$$\lambda_x = \sqrt{\frac{S_x}{\bar{m}}} \quad (33)$$

$$\lambda_\psi = \sqrt{\frac{S_\psi}{\bar{\theta}_\psi}} \quad (34)$$

Trong các công thức (33) và (34):

- $\lambda_x$  và  $\lambda_\psi$  tính bằng  $s^{-1}$ ;
- $\bar{m}$  là khối lượng của hệ, bao gồm khối lượng toàn bộ máy, bản móng trên, các dầm dọc và xà ngang của khung, tiếp giáp với bản móng trên, và 30 % khối lượng tất cả các trụ của móng, tính bằng tấn (T);
- $\bar{\theta}_\psi$  là mô men quán tính của khối lượng  $\bar{m}$  đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm bản móng trên (khung ngang), tính bằng tấn mét vuông ( $T \cdot m^2$ ); đại lượng  $\bar{\theta}_\psi$  được phép xác định theo công thức:

$$\bar{\theta}_\psi = 0,1 \cdot \bar{m} \cdot L^2 \quad (35)$$

trong đó  $L$  là chiều dài bản móng trên, tính bằng mét (m).

## 7.2.2 Móng khối và móng hộp

**7.2.2.1** Biên độ dao động ngang-quay của mặt trên các móng khối và móng hộp đối với trục nằm ngang  $a_{h,\varphi}$  cần được xác định theo công thức:

$$a_{h,\varphi} = \frac{F_h}{K_x} \cdot \sqrt{\frac{\psi_1^2 + 4\xi_x^2 (\omega/\lambda_x)^2 \cdot \psi_2^2}{\Omega_1^2 + 4\xi_x^2 (\omega/\lambda_x)^2 \cdot \Omega_2^2}} \quad (36)$$

trong đó:

$a_{h,\varphi}$  tính bằng mét (m);

$$\psi_1 = S_1 + \beta \frac{h_1}{h_2} S_3 \quad (37)$$

$$\psi_2 = S_2 + \beta \frac{h_1}{h_2} S_4 \quad (38)$$

trong đó:

$$S_1 = (1 + \beta) \left( \frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x} \right)^2 + \beta(1 + k) - \left( \frac{\omega}{\lambda_x} \right)^2 \quad (39)$$

$$S_2 = (1 + \beta) \frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x} \cdot \frac{\xi_\varphi}{\xi_x} + \beta(1 + k) \quad (40)$$

$$S_3 = 1 + k \left[ 1 - \left( \frac{\omega}{\lambda_x} \right)^2 \right] \quad (41)$$

$$S_4 = 1 + k \quad (42)$$

$$\Omega_1 = \left( \frac{\omega}{\lambda_x} \right)^4 + (1 + \beta) \left\{ \left( \frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x} \right)^2 - \left( \frac{\omega}{\lambda_x} \right)^2 \cdot \left[ 1 + \left( \frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x} \right)^2 + 4 \xi_x \xi_\varphi \cdot \frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x} \right] \right\} \quad (43)$$

$$\Omega_2 = (1 + \beta) \left\{ \left( \frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x} \right)^2 + \frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x} \cdot \frac{\xi_\varphi}{\xi_x} - \left( \frac{\omega}{\lambda_x} \right)^2 \cdot \left( 1 + \frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x} \cdot \frac{\xi_\varphi}{\xi_x} \right) \right\} \quad (44)$$

$$\beta = \frac{h_2^2 \cdot m}{\theta_\varphi} \quad (45)$$

$$k = \frac{M}{F_h h_2} \quad (46)$$

$\lambda_x$  và  $\lambda_\varphi$  là các tần số góc, tính bằng  $s^{-1}$ , tương ứng của dao động ngang và dao động quay của móng đối với trục nằm ngang đi qua trọng tâm đế móng, vuông góc với mặt phẳng dao động, được xác định theo các công thức:

$$\lambda_x = \sqrt{\frac{K_x}{m}} \quad (47)$$

$$\lambda_\varphi = \sqrt{\frac{K_\varphi}{\theta_{\varphi 0}}} \quad (48)$$

$$\bar{K}_\varphi = K_\varphi - mgh_2 \quad (49)$$

$K_x$  và  $K_\varphi$  là các hệ số độ cứng của nền, tương ứng tính bằng kilôniutơn trên mét (kN/m) và kilôniutơn mét (kN·m), được xác định theo các chỉ dẫn nêu trong 7.1.4 hoặc 7.6.3;

$\theta_{\varphi 0}$  là mô men quán tính của khối lượng toàn bộ hệ thiết bị (gồm khối lượng của móng có đắp đất trên mặt móng và các bậc móng và khối lượng máy) đối với trục đi qua trọng tâm đế móng, vuông góc với mặt phẳng dao động, tính bằng tấn mét vuông ( $T \cdot m^2$ ), được xác định theo công thức:

$$\theta_{\varphi 0} = \theta_\varphi + mh_2^2 \quad (50)$$

$\theta_\varphi$  là mô men quán tính của khối lượng toàn bộ hệ thiết bị (gồm khối lượng của móng có đắp đất trên mặt móng và các bậc móng và khối lượng máy) đối với trục đi qua trọng tâm chung, vuông góc với mặt phẳng dao động, tính bằng tấn mét vuông ( $T \cdot m^2$ ), được xác định theo công thức:

$m$  là khối lượng toàn bộ hệ thiết bị (gồm khối lượng của móng có đắp đất trên mặt móng và các bậc móng và khối lượng máy), tính bằng tấn (T);

$F_h$  là thành phần nằm ngang tính toán của lực kích thích của máy, tính bằng kilôniutơn (kN), được xác định theo các điều tương ứng có xét đến các chỉ dẫn nêu trong 6.2.21;

$M$  là giá trị tính toán của mô men kích thích, tính bằng kilôniutơn mét (kN·m), bằng tổng mô men do các thành phần nằm ngang của lực kích thích khi quy chúng về trục đi qua trọng tâm toàn bộ thiết bị, vuông góc với mặt phẳng dao động, và mô men kích thích của máy;

$h_1, h_2$  là các khoảng cách từ trọng tâm chung của thiết bị đến biên trên của móng và đế móng tương ứng, tính bằng mét (m).

**7.2.2.2** Các tần số dao động riêng cơ bản  $\lambda_{1,2}$  cần được xác định theo các công thức:

$$\left(\frac{\lambda_{1,2}}{\lambda_x}\right)^2 = \frac{Z}{2} \mp \sqrt{\left(\frac{Z}{2}\right)^2 - (1+\beta)\left(\frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\right)^2} \quad (51)$$

trong đó:

$\lambda_{1,2}$  tính bằng  $s^{-1}$ ;

$$Z = (1+\beta) \left[ 1 + \left(\frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x}\right)^2 \right] \quad (52)$$

**7.2.2.3** Các biên độ của dao động ngang,  $a_x$ , tính bằng mét (m), và dao động quay,  $a_\varphi$ , tính bằng radian (rad), của móng khối và móng hộp cần được xác định theo công thức (36), với  $S_3 = S_4 = 0$  (khi xác định  $a_x$ ) và  $S_1 = S_2 = 0, h_1 = 1$  (khi xác định  $a_\varphi$ ).

**7.2.2.4** Biên độ dao động ngang-quay của mặt trên của móng  $a_{h,\varphi}$  khi chỉ có mô men  $M$  ( $F_h = 0$ ) tác dụng cần được xác định theo công thức:



$$a_{h,\varphi} = \frac{M \cdot \beta}{K_x \cdot h_2} \cdot \sqrt{\frac{\left\{1 + (h_1/h_2) \left[1 - (\omega/\lambda_x)^2\right]\right\}^2 + 4\xi_x^2 (\omega/\lambda_x)^2 \left[1 + (h_1/h_2)\right]^2}{\Omega_1^2 + 4\xi_x^2 (\omega/\lambda_x)^2 \Omega_2^2}} \quad (53)$$

trong đó:

$a_{h,\varphi}$  tính bằng mét (m).

**7.2.2.5** Biên độ dao động đứng của các móng khối và móng hộp  $a_v$  có xét đến sự quay so với trục nằm ngang, vuông góc với mặt phẳng dao động, cần được xác định theo công thức:

$$a_v = a_z + a'_z \quad (54)$$

trong đó:

$a_v$  tính bằng mét (m);

$$a_z = \frac{F_v}{K_z \sqrt{\left[1 - (\omega/\lambda_z)^2\right]^2 + 4\xi_z^2 (\omega/\lambda_z)^2}} \quad (55)$$

$a'_z$  là biên độ của thành phần dao động đứng của dao động quay của móng đối với trục đi qua trọng tâm thiết bị, vuông góc với mặt phẳng dao động, được xác định khi có tác động của các lực ngang  $F_h$  và mô men  $M$ , bao gồm cả mô men do các lực đứng và lực ngang, theo công thức:

$$a'_z = a_\varphi L_r \quad (56)$$

còn khi không có lực ngang ( $F_h = 0$ ): theo công thức

$$a'_z = \frac{M I_f \beta}{K_x h_2^2} \cdot \sqrt{\frac{\left[1 - (\omega/\lambda_x)^2\right]^2 + 4\xi_x^2 (\omega/\lambda_x)^2}{\Omega_1^2 + 4\xi_x^2 (\omega/\lambda_x)^2 \Omega_2^2}} \quad (57)$$

trong đó:

$a_\varphi$  là biên độ (góc xoay), tính bằng radian (rad), của dao động quay của móng đối với trục nằm ngang, được xác định theo các chỉ dẫn nêu trong 7.2.2.3;

$F_v$  là thành phần thẳng đứng tính toán của lực kích thích của máy, tính bằng kilôniutơn (kN), được xác định theo các điều tương ứng có xét đến các chỉ dẫn nêu trong 6.2.21;

$M$  là giá trị tính toán của mô men kích thích, bao gồm mô men do lực thẳng đứng và lực ngang, tính bằng kilôniutơn mét ((kN·m);

$K_z$  là hệ số độ cứng của nền, tính bằng kilôniutơn trên mét (kN/m), được xác định theo các chỉ dẫn nêu trong 7.1.4 hoặc 7.6.3;

$\lambda_x$  là tần số góc của dao động riêng thẳng đứng của móng, tính bằng  $s^{-1}$ , được xác định theo công thức:

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{K_z}{m}} \quad (58)$$

$\xi_x$  là hệ số cản khi dao động đứng của móng, được xác định theo các chỉ dẫn nêu trong 7.1.5 hoặc 7.6.4;

$L_f$  là khoảng cách từ trục thẳng đứng đi qua trọng tâm của thiết bị đến mép của mặt trên của móng theo phương tác dụng của lực và mô men, tính bằng mét (m).

**7.2.2.6** Biên độ dao động ngang của móng khối và móng hộp khi quay đối với trục thẳng đứng  $a_{h,\psi}$  cần được xác định theo công thức:

$$a_{h,\psi} = a_{h,\psi} L_{\max} \quad (59)$$

trong đó:

$a_{h,\psi}$  tính bằng mét (m);

$L_{\max}$  là khoảng cách từ trục thẳng đứng đi qua trọng tâm thiết bị đến điểm xa nhất của móng, tính bằng mét (m);

$a_\psi$  là biên độ (góc xoay), tính bằng radian (rad), của dao động quay của móng đối với trục đi qua trọng tâm thiết bị, được xác định theo công thức:

$$a_\psi = \frac{M_\psi}{K_\psi \sqrt{\left[1 - \left(\omega/\lambda_\psi\right)^2\right]^2 + 4\xi_\psi^2 \left(\omega/\lambda_\psi\right)^2}} \quad (60)$$

trong đó:

$M_\psi$  là giá trị tính toán của mô men kích thích, tính bằng kilôniutơn mét (kN·m), đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm thiết bị;

$K_\psi$  là hệ số độ cứng của nền khi trượt không đều đàn hồi, tính bằng kilôniutơn mét (kN·m), được xác định phù hợp với các yêu cầu trong 7.1.4 hoặc 7.6.3;

$\xi_\psi$  là hệ số cản đối với dao động quay của móng đối với trục thẳng đứng, được xác định phù hợp với các yêu cầu trong 7.1.6 hoặc 7.6.4;

$\lambda_\psi$  là tần số góc của dao động quay của móng đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm thiết bị, tính bằng  $s^{-1}$ , được xác định theo công thức:

$$\lambda_\psi = \sqrt{\frac{K_\psi}{\theta_\psi}} \quad (61)$$

trong đó:

$\theta_{\psi}$  là mô men quán tính của khối lượng toàn bộ hệ thiết bị (gồm khối lượng của móng với đất đắp trên mặt móng và các bậc móng và khối lượng máy) đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm thiết bị, tính bằng tấn mét vuông ( $T \cdot m^2$ ).

CHÚ THÍCH: Các công thức từ (59) đến (61) được sử dụng khi tính toán dao động của móng máy nén ngược nhau.

### 7.3 Tính toán dao động móng máy chịu tải trọng xung

CHÚ THÍCH: Các máy chịu tải trọng xung bao gồm: máy búa rền, máy đúc tạo hình, máy ép và các máy khác.

**7.3.1** Biên độ dao động đứng của móng khi đặt máy đúng tâm  $a_z$  cần được xác định theo công thức:

$$a_z = \frac{(1 + \varepsilon)J_z}{(1 + 1,67\xi_z)\lambda_z m} \quad (62)$$

trong đó

$a_z$  tính bằng mét (m);

$\varepsilon$  là hệ số hoàn nguyên, lấy theo các chỉ dẫn nêu trong các điều tương ứng;

$J_z$  là xung lực thẳng đứng, tính bằng kilôniutơn giây (kN-s), được xác định theo các chỉ dẫn nêu trong các điều tương ứng;

$m, \lambda_z$  lấy như trong các công thức trong 7.2.

**7.3.2** Biên độ dao động đứng của móng có xét đến sự quay đối với trục thẳng đứng, vuông góc với mặt phẳng dao động  $a_v$  cần được xác định theo công thức:

$$a_v = a_z + a'_z \quad (63)$$

trong đó:

$a_v$  tính bằng mét (m);

$a_z$  được xác định theo công thức (62);

$a'_z$  được xác định theo công thức:

$$a'_z = a_{\varphi} L_r \quad (64)$$

trong đó:

$L_r$  là khoảng cách từ trục thẳng đứng của móng đến mép của mặt trên của móng theo phương tác dụng của xung, tính bằng mét (m);

$a_{\varphi}$  là biên độ (góc xoay), tính bằng radian (rad), của dao động quay của móng đối với trục nằm ngang, vuông góc với mặt phẳng dao động, được xác định theo công thức:

$$a_{\varphi} = \frac{(1 + \varepsilon)J_{\varphi}}{(1 + 1,67\xi_{\varphi})\lambda_{\varphi} \theta_{\varphi 0}} \quad (65)$$

trong đó:

$J_\varphi$  là mô men xung lượng của lực đối với trục nằm ngang của móng, vuông góc với mặt phẳng dao động, tính bằng kilôniutơn giây mét (kN·s·m), được xác định theo các chỉ dẫn nêu trong các điều tương ứng;

$\theta_{\varphi 0}, \lambda_\varphi$  lấy như trong 7.2.2.1.

**7.3.3** Các biên độ của thành phần nằm ngang của dao động ngang-quay của móng  $a_{h,\varphi}$  và dao động quay  $a_{h,\psi}$  cần được xác định theo các công thức:

$$a_{h,\varphi} = a_\varphi h \tag{66}$$

$$a_{h,\psi} = a_\psi L_{max} \tag{67}$$

trong đó:

$a_{h,\varphi}$  và  $a_{h,\psi}$  tính bằng mét (m);

$h$  là khoảng cách từ đế móng đến mặt trên của móng, tính bằng mét (m);

$a_\psi$  là biên độ (góc xoay), tính bằng radian (rad), của dao động quay của móng đối với trục thẳng đứng, được xác định theo công thức:

$$a_\psi = \frac{(1 + \varepsilon) J_\psi}{(1 + 1,67 \xi_\psi) \lambda_\psi \theta_\psi} \tag{68}$$

$J_\psi$  là mô men xung lượng đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm của máy, tính bằng kilôniutơn giây mét (kN·s·m);

$\lambda_\psi, \theta_\psi, L_{max}$  lấy như trong 7.2.2.6.

**7.4 Tính toán dao động móng máy chịu tải trọng động ngẫu nhiên**

**7.4.1** Các biên độ dao động ngang của mặt trên của móng khối và móng hộp của máy (ví dụ, máy nghiền)  $a_{h,\varphi}$  được tính chịu tải trọng động ngẫu nhiên, cần được xác định theo công thức:

$$a_{h,\varphi} = \frac{\sqrt{\pi S_q}}{m \lambda_1} \cdot \frac{[1 + (h_1/h_2) \rho_1][1 + (h_0/h_2) \rho_1]}{\sqrt{2 \xi_x \lambda_1 [1 + (\rho_1^2/\beta)]} \zeta} \tag{69}$$

trong đó:

$a_{h,\varphi}$  tính bằng mét (m),

$S_q$  là mật độ phổ tải trọng ngẫu nhiên, tính bằng kN<sup>2</sup>·s, được xác định theo công thức:

$$S_q = \frac{(\alpha m' d)^2 \omega^3}{\pi} \left[ 1 - \left( \frac{\omega^2 d}{2g} \right)^2 \right] \tag{70}$$

$$\zeta = \left( \frac{\lambda_1}{\lambda_x} \right)^2 + \frac{\xi_\phi}{\xi_x} \rho_1 \left( 1 + \frac{\rho_1}{\beta} \right) \quad (71)$$

$$\rho_1 = 1 - \left( \frac{\lambda_1}{\lambda_x} \right)^2 \quad (72)$$

trong đó:

$h_0$  là khoảng cách từ trọng tâm máy đến trục quay của tang máy nghiền, tính bằng mét (m);

$m'$  là khối lượng tải chất thêm trong tang máy nghiền, tính bằng tấn (T);

$\omega$  là tần số góc của tang quay, tính bằng  $s^{-1}$ ;

$d$  là đường kính tang quay, tính bằng mét (m);

$\alpha$  là hệ số, phụ thuộc vào loại máy (máy nghiền) và lấy bằng:

0,015 – đối với máy nghiền bằng thanh;

0,001 – đối với các loại máy nghiền còn lại;

$g$  là gia tốc rơi tự do,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

Các ký hiệu  $\beta$ ,  $m$ ,  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $\lambda_x$ ,  $\lambda_1$  lấy như trong các công thức của 7.2.2.1 và 7.2.2.2.

**7.4.2** Biên độ dao động ngang của móng khung của máy (ví dụ, máy nghiền)  $a_{h,\psi}$  được tính chịu tải trọng động ngẫu nhiên, cần được xác định theo công thức:

$$a_{h,\psi} = a_x + a_\psi L_b \quad (73)$$

trong đó:

$a_{h,\psi}$  tính bằng mét (m);

$L_b$  là khoảng cách từ trọng tâm của phần phía trên của móng đến trục của ổ trục xa nhất của máy nghiền, tính bằng mét (m);

$a_x$ ,  $a_\psi$  là các biên độ tương ứng của dao động ngang của phần phía trên của móng, tính bằng mét (m), và dao động quay đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm của phần phía trên của móng, tính bằng radian (rad), được xác định theo công thức:

$$a_x = \frac{1}{S_x} \sqrt{\frac{\pi \lambda_x S_q}{2 \xi'_x}} \quad (74)$$

$$a_\psi = \frac{e}{S_\psi} \sqrt{\frac{\pi \lambda_\psi S_q}{2 \xi'_\psi}} \quad (75)$$

trong đó:

$S_q$  được xác định theo công thức (70);

e là khoảng cách trên mặt bằng từ trọng tâm phần phía trên của móng đến điểm giữa của chiều dài tang, tính bằng mét (m);

các ký hiệu  $S_x, S_\psi, \lambda_x, \lambda_\psi, \xi'_x, \xi'_\psi$  lấy như trong các công thức nêu trong 7.2.1.1 đến 7.2.1.4.

## 7.5 Tính toán dao động của móng khối và móng hộp khi có kích thích động học

7.5.1 Biên độ của dao động ngang-quay của mặt trên của móng-đích khi có kích thích động học do một móng-nguồn cần được xác định theo công thức:

$$a_{h,\varphi}^{kin} = a_{s,x} \sqrt{\frac{[\Phi_x + (h_1/h_2) \beta \Phi_\varphi]^2 + 4\xi_x^2 (\omega/\lambda_x)^2 [\psi_x + (h_1/h_2) \beta \psi_\varphi]^2}{\Omega_1^2 + 4\xi_x^2 (\omega/\lambda_x)^2 \Omega_2^2}} \quad (76)$$

trong đó:

$$\begin{aligned} \Phi_x &= S_1(\kappa_1) - 4\xi_x^2 \left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2 S_2(\kappa_2) \\ \psi_x &= S_2(\kappa_1) + S_1(\kappa_2) \end{aligned} \quad (77)$$

$$\begin{aligned} \Phi_\varphi &= S_3(\kappa_1) - 4\xi_x^2 \left(\frac{\omega}{\lambda_x}\right)^2 S_4(\kappa_2) \\ \psi_\varphi &= S_4(\kappa_1) + S_3(\kappa_2) \end{aligned}$$

Các giá trị  $S_1(\kappa_k), S_2(\kappa_k), S_3(\kappa_k), S_4(\kappa_k)$ , với  $k = 1; 2$  được tính theo các công thức từ (39) đến (42) với các giá trị:

$$\begin{cases} \kappa_1 = \chi \frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x} - 1 \\ \kappa_2 = \chi \frac{\xi_\varphi}{\xi_x} - 1 \end{cases} \quad (78)$$

$$\chi = \pm h_2 \cdot \frac{1 + \beta}{\beta} \cdot \frac{\lambda_\varphi}{\lambda_x} \cdot \frac{a_{s,\varphi}}{a_{s,x}} \quad (79)$$

Việc tính toán cần được thực hiện đối với mỗi giá trị  $\pm \chi$ .

Trong các công thức từ (76) đến (79):

$a_{s,x}$  là biên độ dao động ngang của các điểm trên bề mặt đất nền tại vị trí đặt móng-đích do các dao động ngang của móng-nguồn được xác định phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong 7.1.8;

$$a_{s,\varphi} = \frac{a_{s,z}^{(1)} - a_{s,z}^{(2)}}{L_{inf}} \quad (80)$$

trong đó:

$a_{s,z}^{(1)}$  và  $a_{s,z}^{(2)}$  là các biên độ của các dao động đứng của bề mặt đất nền tại các điểm tương ứng với các điểm biên của phía móng-dịch do các dao động đứng của móng-nguồn, được xác định phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong 7.1.8;

$L_{inf}$  là kích thước cạnh của đế móng-dịch, mà theo phương cạnh này đang xét các dao động ngang;

$\omega$  là tần số góc của dao động của móng-nguồn.

Các ký hiệu  $h_1, h_2, \beta, \Omega_1, \Omega_2, \lambda_\phi, \lambda_x$  lấy như trong các công thức của 7.2.1.1.

**7.5.2** Biên độ dao động đứng của móng-dịch có xét đến sự quay khi có kích thích động học do một móng-nguồn cần được xác định theo công thức:

$$a_v^{kin} = a_z^{kin} + a_z'^{kin} \quad (81)$$

trong đó:

$$a_z^{kin} = a_{s,z} \sqrt{\frac{1 + 4\xi_z^2 (\omega/\lambda_x)^2}{\left[1 - (\omega/\lambda_z)^2\right]^2 + 4\xi_z^2 (\omega/\lambda_z)^2}} \quad (82)$$

$$a_z'^{kin} = \frac{\beta L_f a_{s,x}}{h_2} \cdot \frac{\sqrt{\Phi_\phi^2 + 4\xi_x^2 (\omega/\lambda_x)^2 \Psi_\phi^2}}{\sqrt{\Omega_1^2 + 4\xi_x^2 (\omega/\lambda_x)^2 \Omega_2^2}} \quad (83)$$

$$a_{z,s} = \frac{a_{s,z}^{(1)} + a_{s,z}^{(2)}}{2} \quad (84)$$

trong đó:

$\lambda_z, L_f$  là các ký hiệu như trong 7.2.2.5.

Khi tính toán dao động của móng-dịch do kích thích động học của nhiều móng-nguồn cần lấy tổng các giá trị  $a_{h,\phi}^{kin}$  (hoặc  $a_v^{kin}$ ) đã được tính tương ứng theo các công thức (76) hoặc (81) đối với mỗi nguồn dao động.

## 7.6 Yêu cầu đối với tính toán móng cọc

**7.6.1** Việc tính toán móng cọc của máy chịu tải trọng động theo sức chịu tải của đất nền cần được tiến hành với tác động của các tải trọng tĩnh phù hợp với các yêu cầu của TCVN 10304.

Khi đó, áp lực (sức kháng) tính toán của đất nền trên thân cọc và dưới mũi cọc phải được nhân thêm với các hệ số điều kiện làm việc của đất nền tương ứng  $\gamma_{cp,f}$  và  $\gamma_{cp,R}$  (nêu trong Bảng 5), còn tổng áp lực (sức kháng) tính toán của đất nền đối với cọc ma sát thì nhân thêm với hệ số điều kiện làm việc  $\gamma_{c0}$  (nêu trong Bảng 2). Đối với cọc chống, hệ số  $\gamma_{c0}$  lấy bằng 1,0.

Trường hợp xác định sức chịu tải của cọc theo kết quả thí nghiệm hiện trường thì thay các hệ số  $\gamma_{cp,f}$  và  $\gamma_{cp,R}$  bằng hệ số điều kiện làm việc của đất nền  $\gamma_{cp}$ , được xác định như tỉ số giữa sức chịu tải của

cọc đã được xác định bằng tính toán có xét đến các hệ số  $\gamma_{cp,f}$  và  $\gamma_{cp,R}$  với sức chịu tải của cọc không kể đến các hệ số này.

Trường hợp cọc tựa lên đất đã nêu trong mục a) của Bảng 5 thì sức chịu tải của cọc cần được xác định theo kết quả thí nghiệm hiện trường dưới tác dụng của tải trọng động dài hạn. Khi không có số liệu này mà có các cơ sở phù hợp, cho phép xác định sức chịu tải của cọc theo kết quả thí nghiệm hiện trường phù hợp với các yêu cầu của TCVN 10304 với việc thay các hệ số  $\gamma_{cp,f}$  và  $\gamma_{cp,R}$  bằng hệ số  $\gamma_{cp} = 0,25$ .

**Bảng 5 – Các hệ số điều kiện làm việc của đất nền  $\gamma_{cp,f}$  và  $\gamma_{cp,R}$**

Đất	Hệ số điều kiện làm việc của đất nền	
	Trên thân cọc $\gamma_{cp,f}$	Dưới mũi cọc $\gamma_{cp,R}$
a) Cát rời có độ ẩm và độ lớn bất kỳ; cát mịn và cát bụi bão hòa nước có khối lượng thể tích bất kỳ; sét có chỉ số chảy $I_L > 0,60$	0,60 (0,75)	–
b) Cát bụi và cát mịn và thô vừa có độ ẩm bất kỳ, trừ cát đã nói trong mục a); sét có chỉ số chảy $0,25 \leq I_L \leq 0,60$	0,75 (0,85)	0,75 (0,85)
c) Các loại đất khác	1,00 (1,00)	1,00 (1,00)

CHÚ THÍCH 1: Trong ngoặc đơn là giá trị của các hệ số đối với móng cọc có đệm trung gian (đệm giữa đáy đài và các cọc).

CHÚ THÍCH 2: Để sử dụng cọc trong đất lún ướt, giá trị của các hệ số  $\gamma_{cp,f}$  và  $\gamma_{cp,R}$  lấy như đối với đất sét với chỉ số chảy bằng giá trị (theo các chỉ dẫn của TCVN 10304) dùng để tính áp lực tính toán của đất dưới mũi cọc và ở mặt bên của cọc.

**7.6.2** Khi thi công móng cọc của nhà và công trình nằm gần móng máy chịu tải trọng động thì sức chịu tải của cọc được xác định phù hợp với TCVN 10304 có xét đến các hệ số điều kiện làm việc bổ sung của đất nền  $\gamma_{cp}$  (hoặc  $\gamma_{cp,f}$  và  $\gamma_{cp,R}$ ). Giá trị của các hệ số này được xác định phù hợp với 7.6.1. Kích thước vùng mà trong đó kể đến các hệ số vừa nêu cần được lấy phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong 6.2.23.

**7.6.3** Việc tính toán dao động của móng cọc của máy cần được tiến hành theo các công thức như đối với móng trên nền tự nhiên, nhưng khi đưa vào, thay vì giá trị khối lượng, mô men quán tính của khối lượng và độ cứng  $m, \theta_\phi, \theta_{\phi 0}; \theta_\psi, K_z, K_x, K_\phi, K_\psi$ , thì đưa các giá trị quy đổi của chúng là  $m_{red}, \theta_{\phi,red}, \theta_{\phi 0,red}, \theta_{\psi,red}, K_{z,red}, K_{x,red}, K_{\phi,red}, K_{\psi,red}$ . Các giá trị quy đổi này được xác định theo các công thức từ (85) đến (100).

Đối với các dao động đứng của móng cọc:

$$m_{z,red} = m_r + \beta_z^* \sum_{i=1}^N m_{i,p} + \sum_{i=1}^N m_{i,0} \tag{85}$$

$$K_{z,red} = \frac{K_{z,red}^*}{1 + \frac{K_{z,red}^* L_0}{NE_b A_p}} \tag{86}$$



trong đó:

$$K_{z,red}^* = NE_b A_p \bar{\beta} \frac{\bar{\beta} th(\bar{\beta}L) + \alpha}{\bar{\beta} + \alpha th(\bar{\beta}L)} \quad (87)$$

$$\bar{\beta} = \sqrt{\frac{c_{p,m} u}{E_b A_p}}; \quad \alpha = \frac{C_z^*}{E_b}$$

$$c_{p,m} = \frac{\sum_{k=1}^{k_l} c_{p,k} L_k}{L}; \quad \beta_z^* = k^* \frac{\sum_{k=1}^{k_l} c_{p,k} L_k}{c_0 L}$$

Trong các công thức từ (85) đến (87):

- $m_r$  là tổng khối lượng đài cọc có máy đặt trên, tính bằng tấn (T);
- $m_{i,p}$  là khối lượng phần nằm trong đất của cọc thứ  $i$ , tính bằng tấn (T);
- $m_{i,0}$  là khối lượng phần nằm trên mặt đất của cọc thứ  $i$ , tính bằng tấn (T);
- $N$  là số lượng cọc;
- $E_b$  là mô đun đàn hồi của vật liệu cọc, tính bằng kilôpascal (kPa);
- $L$  là chiều sâu phần cọc trong đất, tính bằng mét (m);
- $L_0$  là khoảng cách từ đáy đài cọc đến mặt đất, tính bằng mét (m); đối với đài cọc thấp  $L_0 = 0$ ;
- $A_p$  là diện tích tiết diện ngang của một cọc, tính bằng mét vuông (m<sup>2</sup>);
- $u$  là chu vi tiết diện ngang của một cọc, tính bằng mét (m);
- $C_z^*$  là hệ số nén đều đàn hồi của đất tại mức mũi các cọc, tính bằng kilôniutơn trên mét khối (kN/m<sup>3</sup>), được xác định theo công thức (5), trong đó diện tích đế móng  $A$  được lấy bằng diện tích tiết diện ngang lớn nhất của mũi cọc, còn giá trị  $b_0$  đối với cọc đóng được tăng gấp hai lần;
- $k^*$  là hệ số, lấy bằng:
  - 2,0 – đối với cọc bê tông cốt thép đặc;
  - 2,5 – đối với cọc bê tông cốt thép rỗng;
  - 3,5 – đối với cọc gỗ;
- $c_{p,k}$  là sức kháng đàn hồi đơn vị của đất ở mặt bên của cọc trong lớp đất thứ  $k$ , lấy theo các bảng 6 và 7;
- $c_0$  là hệ số, lấy bằng 10 000 kN/m<sup>3</sup>;
- $k_L$  và  $k_L^*$  là số hiệu lớp đất tính từ mặt đất đến độ sâu tương ứng bằng  $L^* = 0,2[1 + 4th(10/L)]L$
- $L_k$  là chiều dày lớp đất thứ  $k$ ;
- $th$  là tang hypécôn.

CHÚ THÍCH: Khi giảm khoảng cách giữa các cọc từ  $5d$  xuống  $2d$  thì giá trị  $K_{z,red}$  cần giảm xuống hai lần (đối với các khoảng cách trung gian thì lấy theo nội suy tuyến tính).

**Bảng 6 – Sức kháng đàn hồi đơn vị  $c_p$  của đất sét**

Đơn vị tính bằng kilôniutơn trên mét khối

Chỉ số chảy của đất sét $I_L$	Giá trị $c_p$
$0,75 < I_L \leq 1,00$	$1,5 \times 10^4$ đến $0,5 \times 10^4$
$0,50 < I_L \leq 0,75$	$3,0 \times 10^4$ đến $1,5 \times 10^4$
$0,25 < I_L \leq 0,50$	$4,5 \times 10^4$ đến $3,0 \times 10^4$
$0,00 < I_L \leq 0,25$	$6,0 \times 10^4$ đến $4,5 \times 10^4$

CHÚ THÍCH 1: Đối với các giá trị trung gian của  $I_L$ , giá trị  $c_p$  được xác định bằng nội suy.  
 CHÚ THÍCH 2: Đối với đất lún, giá trị sức kháng đàn hồi đơn vị  $c_p$  cần được xác định như đối với đất sét có chỉ số chảy  $I_L$ , ứng với độ ẩm tự nhiên hoặc có xét đến ẩm ướt có thể phù hợp với các yêu cầu của TCVN 10304.

**Bảng 7 – Sức kháng đàn hồi đơn vị  $c_p$  của cát có độ ẩm khác nhau**

Đơn vị tính bằng kilôniutơn trên mét khối

Cát	Giá trị $c_p$ của cát có độ ẩm khác nhau		
	Bão hòa nước	Ẩm	Ít ẩm
Thô vừa:			
Rời	$1,5 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$
Chặt vừa	$3,0 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$
Mịn:			
Rời	$1,0 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$
Chặt vừa	$2,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$
Bụi:			
Rời	$0,5 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$
Chặt vừa	$1,0 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$

CHÚ THÍCH: Sức kháng đàn hồi đơn vị  $c_p$  đối với cát chặt cần được tăng lên 50 % so với các giá trị  $c_p$  nêu trong bảng này đối với loại đất đã cho.

Đối với các dao động ngang của móng cọc:

$$m_{x,red} = m_r + \beta^* \sum_{i=1}^N m_{i,p} + \sum_{i=1}^N m_{i,0} \quad (88)$$

$$\beta^* = 0,25\beta_z^* \quad (89)$$

$$K_{x,red} = \frac{N\bar{\alpha}^3 E_b I}{p} \quad (90)$$

trong đó:

$I$  là mô men quán tính của diện tích tiết diện ngang của một cọc, tính bằng  $m^4$ ;

$\bar{\alpha}$  là hệ số biến dạng đàn hồi của hệ cọc-nền, được xác định theo công thức:

$$\bar{\alpha} = 2\alpha_\varepsilon \quad (91)$$

trong đó:

$\alpha_\varepsilon$  là hệ số biến dạng, được xác định phù hợp với TCVN 10304, trong đó lấy  $\gamma_c = 3,0$ .

Đối với cọc liên kết khớp với đài:

$$p = A_0 + 2B_0L_0\bar{\alpha} + C_0(L_0\bar{\alpha})^2 + \frac{(L_0\bar{\alpha})^3}{3} \quad (92)$$

Đối với cọc liên kết ngàm với đài:

$$p = A_0 + \frac{1}{C_0 + L_0\bar{\alpha}} \left\{ B_0 \left[ (L_0\bar{\alpha})^2 - B_0 \right] + \frac{(L_0\bar{\alpha})^3}{3} \left( C_0 + \frac{L_0\bar{\alpha}}{4} \right) \right\} \quad (93)$$

Trong các công thức (92) và (93):

$A_0, B_0, C_0$  là các hệ số phụ thuộc vào chiều sâu hạ cọc quy đổi  $\bar{L} = \bar{\alpha}L$  và điều kiện gối tựa của mũi cọc (được xác định theo các chỉ dẫn của TCVN 10304).

Đối với các dao động ngang-quay của móng cọc:

$$m_{\varphi,red} = m_{x,red} \quad (94)$$

$$\theta_{\varphi,red} = \theta_{\varphi,r} + \beta_z^* \sum_{i=1}^N m_{i,p} r_{h,i}^2 + \sum_{i=1}^N m_{i,0} r_{h,i}^2 \quad (95)$$

$$\theta_{\varphi 0,red} = \theta_{\varphi,red} + h_2^2 m_r \quad (96)$$

$$K_{\varphi,red} = \frac{K_{z,red}}{N} \sum_{i=1}^N r_{h,i}^2 \quad (97)$$

Trong các công thức từ (95) đến (97):

$\theta_{\varphi,r}$  là mô men quán tính của khối lượng đài cọc và máy đối với trục nằm ngang đi qua trọng tâm chung của chúng và vuông góc với mặt phẳng dao động, tính bằng tấn mét vuông ( $T \cdot m^2$ );

$h_2$  là khoảng cách từ trọng tâm khối lượng  $m_r$  đến đáy đài cọc, tính bằng mét (m);

$r_{h,i}$  là khoảng cách từ trục cọc thứ  $i$  đến trục nằm ngang đi qua trọng tâm đế móng, vuông góc với mặt phẳng dao động.

Đối với các dao động quay của móng cọc đối với trục thẳng đứng:

$$m_{\psi,red} = m_{x,red} \quad (98)$$

$$\theta_{\psi,red} = \theta_{\psi,r} + \beta_x^* \sum_{i=1}^N m_{i,p} r_{v,i}^2 + \sum_{i=1}^N m_{i,0} r_{v,i}^2 \quad (99)$$

$$K_{\psi,red} = \frac{K_{x,red}}{N} \sum_{i=1}^N r_{v,i}^2 \quad (100)$$

Trong các công thức (99) và (100):

$\theta_{\psi,r}$  là mô men quán tính của khối lượng đài cọc và máy đối với trục thẳng đứng đi qua trọng tâm đài cọc, tính bằng tấn mét vuông ( $T \cdot m^2$ );

$r_{v,i}$  là khoảng cách từ trục cọc thứ  $i$  đến trục thẳng đứng đi qua trọng tâm đài cọc, tính bằng mét (m).

**7.6.4** Hệ số cản của móng cọc thường được xác định theo kết quả thực nghiệm. Khi không có số liệu thực nghiệm thì hệ số cản  $\xi_z$  khi dao động thẳng đứng của móng cọc được phép lấy bằng 0,2 đối với các dao động xác định và 0,5 đối với các dao động không xác định. Các giá trị  $\xi_x$ ,  $\xi_\phi$ ,  $\xi_\psi$  được xác định theo các công thức (15) đến (17).

## 8 Yêu cầu riêng đối với tính toán và thiết kế móng các loại máy khác nhau

### 8.1 Móng máy có các bộ phận quay

**8.1.1** Các yêu cầu của phần này áp dụng để thiết kế móng các máy tuốc bin (các tổ hợp máy năng lượng, bơm dầu khí công suất đến 100 000 kW, máy nén khí tuốc bin, máy quạt gió tuốc bin, máy bơm tuốc bin), máy phát điện (các động cơ điện, máy phát, các thiết bị đồng bộ).

Việc thiết kế móng các máy tuốc bin công suất lớn hơn 100 000 kW cần được tiến hành theo các chỉ dẫn nêu trong các tiêu chuẩn riêng.

**8.1.2** Trong thành phần số liệu đầu vào để thiết kế móng các máy nêu trong 8.1.1, ngoài các số liệu nêu trong 6.1, còn phải có:

- Số liệu về giá trị của các tải trọng do mô men ngắn mạch trong các máy phát điện và do lực hút chân không của bình ngưng tụ tuốc bin hơi nước, tọa độ các điểm đặt của chúng và kích thước diện truyền tải của các tải trọng này; số liệu về các tải trọng xuất hiện khi có biến dạng nhiệt của máy;
- Các sơ đồ tải trọng và các tải trọng do các thiết bị phụ trợ (làm mát bằng không khí và bằng dầu, các thùng chứa dầu, bơm, các ống dẫn và v.v.);
- Các sơ đồ của các bộ đỡ tựa lên móng và số liệu về giá trị tiêu chuẩn của các tải trọng do chúng gây ra;
- Số liệu để xác định các tải trọng lắp dựng, kích thước diện truyền tải của các tải trọng này.

CHÚ THÍCH: Khi thiết kế móng của tổ hợp máy tuốc bin công suất 25 000 kW và lớn hơn, các chỉ tiêu về tính chất cơ lý của đất phải được xác định trên cơ sở thí nghiệm trực tiếp tại hiện trường hoặc trong phòng thí nghiệm.

**8.1.3** Móng máy có các bộ phận quay cần được thiết kế dưới dạng móng khung, móng hộp, móng khối hoặc móng nhẹ.

Khi lựa chọn sơ đồ kết cấu của móng, cần tuân theo các yêu cầu trong 6.2.10 đến 6.2.13; khi đó, cần tuân theo điều kiện đối xứng của móng đối với mặt phẳng đứng đi qua trục quay của máy.

Móng hộp cần được thiết kế chủ yếu với các tường ngang nằm dưới các ổ trục của máy.

**8.1.4** Các máy bơm ly tâm, hoạt động trong nhà máy sản xuất với sự trợ giúp của các bản gối tựa bê tông cốt thép, với các động cơ điện hoặc các động cơ đốt trong công suất đến 400 kW, được phép bố trí trên lớp đệm của sàn mà không cần móng. Đối với tổ hợp máy với các động cơ công suất đến 50 kW thì các bản gối tựa bê tông cốt thép được đặt lên lớp đệm của sàn mà không cần có lớp chèn bằng vữa xi măng - cát dày 30 mm đến 50 mm. Đối với tổ hợp máy với các động cơ công suất lớn hơn 50 kW thì việc liên kết các bản gối tựa bê tông cốt thép với lớp đệm của sàn phải được thực hiện thông qua các bu lông móng.

**8.1.5** Móng của tổ hợp máy tuốc bin công suất 25 000 kW và lớn hơn, không có chống rung, không được tựa lên cát rời bất kỳ độ lớn và độ ẩm nào, cát mịn và cát bụi bão hòa nước bất kỳ độ chặt nào, đất sét có chỉ số chảy  $I_L > 0,6$ , cũng như không được tựa lên đất có mô đun biến dạng nhỏ hơn 10 MPa và đất bị xói ở trạng thái bão hòa nước.

**8.1.6** Cho phép trụ của các sàn thao tác của máy và sàn tầng nằm trên tầng hầm tựa lên bản móng dưới (hoặc đài cọc) của móng khung của các máy đã nêu trong 8.1.1.

Trong trường hợp bố trí bản móng chung dưới toàn bộ gian máy, cho phép đặt móng máy trực tiếp trên bản này.

Các cấu kiện của kết cấu phía trên của móng không được liên kết với các cấu kiện và kết cấu của nhà.

CHÚ THÍCH: Trường hợp ngoại lệ, cho phép tựa các phần sàn tầng lên các cấu kiện của kết cấu phía trên của móng máy. Trong trường hợp này, dưới các gối tựa của dầm các sàn tầng phải có lớp đệm cách ly, ví dụ, làm từ chất dẻo chứa flo hoặc các vật liệu tương tự khác. Các lớp đệm cách ly này cũng cần được đặt dưới các gối tựa của sàn tầng và sàn thao tác tựa trên các trụ và các trụ này tựa trên các bản dưới (đài cọc) của móng máy.

**8.1.7** Các giá trị tiêu chuẩn của tải trọng động (đứng  $F_{n,v}$  và ngang  $F_{n,h}$ ) do máy có các bộ phận quay cần lấy theo số liệu của nhiệm vụ thiết kế, còn khi không có số liệu này thì cho phép lấy bằng:

$$F_{n,v} = F_{n,h} = \mu \sum_{i=1}^s G_i \quad (101)$$

trong đó:

$F_{n,v}$  và  $F_{n,h}$  tính bằng kilôniutơn (kN);

$\mu$  là hệ số tỉ lệ, lấy theo Bảng 8;

$s$  là số lượng rô to;

$G_i$  là trọng lượng mỗi rô to của máy, tính bằng kilôniutơn (kN).

**Bảng 8 – Hệ số tỉ lệ  $\mu$**

Máy	Hệ số tỉ lệ $\mu$
1. Máy tuốc bin	0,20
2. Máy phát điện có tần số quay, $n_r$ , tính bằng vòng trên phút (r/min): < 500 ≥ 500 đến 750 Từ 750 đến ≤ 1 500 > 1 500	0,10 < 0,10 đến 0,15 0,15 đến ≤ 0,20 0,20
3. Máy ly tâm ( $d$ là đường kính rô to, tính bằng mét (m))	$(n_r/1000)^2 d$
4. Máy bơm ly tâm	0,15
5. Máy bơm hút khói và quạt gió	$0,8(n_r/1000)^2$ nhưng ≥ 0,20

**8.1.8** Các tải trọng động do máy tương ứng với tác động lớn nhất của máy lên móng cần được lấy là tải trọng tập trung hoặc phân bố và được đặt lên các cấu kiện đỡ các ổ trục (lên xà, dầm, tường), tại mức trục các chi tiết đặt sẵn.

**8.1.9** Đối với các móng máy tuốc bin, tải trọng động tính toán nằm ngang theo phương dọc cần được lấy theo số liệu trong nhiệm vụ thiết kế, còn khi không có số liệu này cho phép lấy bằng 0,5 giá trị của tải trọng ngang này theo phương ngang; đối với các máy có các bộ phận quay còn lại thì tải trọng theo phương dọc cần lấy bằng không.

**8.1.10** Tải trọng tiêu chuẩn lên móng máy tuốc bin ứng với mô men ngắn mạch  $M_{n,sc}$  và lực hút chân không trong bình ngưng tụ khi có liên kết mềm với bình ngưng tụ  $F_{n,vac}$  cần lấy theo nhiệm vụ thiết kế hoặc theo các công thức:

$$M_{n,sc} = 9,75 \frac{N}{n_r} k_{sc} \tag{102}$$

$$F_{n,vac} = 100a \tag{103}$$

Trong các công thức (102) và (103):

$M_{n,sc}$  tính bằng kilôniutơn mét (kN·m);

$F_{n,vac}$  tính bằng kilôniutơn (kN);

$N$  là công suất danh định của máy phát điện, tính bằng kilôoát (kW);

$n_r$  là tần số quay của máy, tính bằng vòng trên phút (r/min);

$k_{sc}$  là hệ số nhân của mô men quay khi ngắn mạch, lấy theo nhiệm vụ thiết kế; khi trong nhiệm vụ thiết kế không quy định thì cho phép lấy bằng 10;

100 là lực hút chân không trên 1 m<sup>2</sup> tiết diện ống dẫn, tính bằng kilôniutơn trên mét vuông (kN/m<sup>2</sup>);

$a$  là diện tích tiết diện ngang của cút nối của bình ngưng tụ với tuốc bin, tính bằng mét vuông (m<sup>2</sup>).

**8.1.11** Khi xác định các giá trị tính toán của nội lực trong các cấu kiện của móng máy có các bộ phận quay, trong từng tổ hợp tải trọng chỉ cần đưa vào một trong số các tải trọng tương ứng với tác động động lực của máy: lực thẳng đứng và mô men trong mặt phẳng thẳng đứng hoặc lực ngang và mô men tương ứng với nó trong các mặt phẳng ngang và đứng.

Tải trọng do lực hút chân không trong bình ngưng tụ được kể đến trong các tổ hợp tải trọng như là tải trọng tĩnh dài hạn với hệ số độ tin cậy về tải trọng  $\gamma_f = 1,2$ .

Tổ hợp tải trọng có mô men ngắn mạch,  $M_{sc}$ , là tổ hợp đặc biệt.

**8.1.12** Tải trọng lắp dựng tiêu chuẩn lên bản móng trên cần lấy theo nhiệm vụ thiết kế, nhưng không nhỏ hơn  $10 \text{ kN/m}^2$ ; tải trọng này cần được nhân với hệ số độ tin cậy về tải trọng  $\gamma_f = 1,2$  và hệ số động lực  $\eta = 1,0$ .

**8.1.13** Việc tính toán dao động của móng của tất cả các loại máy có các bộ phận quay được quy về xác định biên độ lớn nhất của dao động ngang (theo phương ngang) của bản móng trên (đối với móng khung) hoặc mặt trên của móng (đối với móng khối và móng hộp); việc tính toán cần được tiến hành theo các chỉ dẫn nêu trong 7.1 và 7.2. Thông thường không tiến hành tính toán biên độ dao động đứng khi không có các yêu cầu trong nhiệm vụ thiết kế.

**8.1.14** Trong các tính toán dao động, giá trị tải trọng động tính toán cần được xác định trên cơ sở 6.2.21 và 8.1.7.

**8.1.15** Đối với móng khối và móng hộp của máy có các bộ phận quay với tần số quay lớn hơn  $1\ 000 \text{ r/min}$ , cho phép không cần tính toán dao động.

**8.1.16** Việc tính toán dao động của bản gối tựa của thiết bị đang hoạt động được tiến hành như đối với móng khối. Khi đó, khối lượng móng bao gồm cả khối lượng thiết bị, bản gối tựa và khối lượng lớp đệm của nền nằm trực tiếp dưới bản gối tựa và nằm trong vùng tiếp giáp ở khoảng cách  $0,5 \text{ m}$  tính từ các biên của bản gối tựa.

Trong trường hợp cần hạn chế sự lan truyền dao động do thiết bị đặt trên các bản gối tựa bê tông cốt thép, thì trong lớp đệm cần bố trí khe xuyên.

**8.1.17** Khi trong nhiệm vụ thiết kế móng có các yêu cầu công nghệ về hạn chế chuyển vị và biến dạng của móng theo điều kiện bảo toàn vị trí tương đối của các bộ phận máy và thiết bị gắn với máy để đảm bảo chúng làm việc bình thường, thì chiều dày bản móng dưới được xác định bằng tính toán biến dạng phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong Phụ lục B. Trong trường hợp này, không quy định độ lệch tâm của trọng tâm diện tích đế móng và đường tác dụng của hợp lực các tải trọng tĩnh (xem 6.2.7) khi có các điều kiện bổ sung sau đây: giá trị áp lực biên khi móng lệch tâm không vượt quá giá trị trong vế phải của công thức (1) hơn  $25 \%$ ; việc tính toán dao động được tiến hành có xét đến độ lệch tâm.

## **8.2 Móng máy có các cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền**

**8.2.1** Các yêu cầu của phần này áp dụng để thiết kế móng các máy có các cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền với lực và mô men không cân bằng, trong đó có cả động cơ diesel, máy nén pít tông, máy nén động cơ, máy cưa, máy hơi nước tự chạy và các máy tương tự.

**8.2.2** Trong thành phần số liệu đầu vào để thiết kế móng các máy nêu trong 8.2.1, ngoài các số liệu nêu trong 6.1, còn phải có:

- Giá trị của hợp lực của các lực và mô men không cân bằng (kích thích) của dao động thứ nhất và thứ hai do tất cả các bộ phận, vị trí đặt lực và mặt phẳng tác dụng của mô men;
- Khoảng cách từ trục truyền động chính của máy đến mặt trên của móng.

**8.2.3** Móng máy có các cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền cần được thiết kế dưới dạng móng khối hoặc móng hộp, còn trong các trường hợp riêng đối với máy cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền trục đứng cho phép thiết kế dưới dạng móng khung.

**8.2.4** Các máy nén khí, hoạt động trong nhà máy sản xuất có sự trợ giúp của các bản gối tựa bê tông cốt thép, với các động cơ điện hoặc động cơ đốt trong công suất đến 400 kW, cho phép bố trí trên lớp đệm của sàn không cần móng. Việc tính toán dao động và liên kết của bản gối tựa bê tông cốt thép với lớp đệm của sàn phải được thực hiện có xét đến các yêu cầu trong 8.1.4 và 8.1.16.

**8.2.5** Cho phép các sàn và trụ riêng, cũng như các phần đệm sàn giữa các móng cạnh nhau không liên kết với kết cấu nhà, tựa tự do lên móng máy.

CHÚ THÍCH: Cho phép các cấu kiện của kết cấu nhà tựa lên móng máy như là trường hợp ngoại lệ khi có cơ sở.

**8.2.6** Việc tính toán độ bền các cấu kiện của kết cấu móng cần được tiến hành có xét đến các yêu cầu trong 6.2.20 và 6.2.21, trong đó trong công thức (2) cần lấy  $F_n$  – tải trọng động tiêu chuẩn ứng với biên độ lớn nhất của dao động thứ nhất và thứ hai của tải trọng kích thích của máy, theo nhiệm vụ thiết kế.

**8.2.7** Khi xác định biên độ dao động của móng máy nằm ngang, việc tính toán được phép giới hạn chỉ tính biên độ dao động theo phương song song với pít tông trượt và không kể đến ảnh hưởng của thành phần thẳng đứng của lực kích thích.

Khi tính toán biên độ dao động của móng máy đứng, cho phép:

- Tính toán biên độ dao động ngang được giới hạn chỉ tính theo phương vuông góc với trục quay chính của máy;
- Tính toán biên độ dao động đứng được tiến hành chỉ kể đến ảnh hưởng của thành phần thẳng đứng của lực kích thích.

Đối với móng máy có xi lanh bố trí theo vòng tròn, việc tính toán dao động cưỡng bức cần được tiến hành có xét đến thành phần thẳng đứng, cũng như thành phần nằm ngang của lực kích thích và mô men kích thích của máy đối với mặt phẳng móng vuông góc với trục quay chính của máy.

**8.2.8** Việc tính toán dao động của máy có các cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền cần được tiến hành phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong 7.2, trong đó giá trị của lực kích thích tiêu chuẩn của dao động thứ nhất và thứ hai lấy theo nhiệm vụ thiết kế.

**8.2.9** Trong trường hợp, nếu trong hai dao động của lực kích thích và mô men kích thích có một dao động nhỏ hơn 20 % dao động kia và tần số của nó khác biệt hơn 25 % so với tần số dao động riêng của móng, thì khi tính toán biên độ của dao động cưỡng bức, dao động này không cần kể đến; trong các trường hợp còn lại, việc tính toán biên độ dao động cần được tiến hành đối với từng dao động đối



với hai dao động đầu tiên của lực kích thích và mô men kích thích. Khi đó, giá trị tính toán của biên độ dao động của móng đối với mỗi dao động không được vượt quá giá trị giới hạn nêu trong Bảng 4.

**8.2.10** Đối với dao động thứ hai của lực kích thích và mô men kích thích, giá trị biên độ dao động ngang  $a_{h,\phi}$  và đứng  $a_v$  cần được xác định theo các công thức như đối với dao động thứ nhất, trong đó thay giá trị tần số góc của máy  $a_v\omega$  bằng  $2\omega$ .

### 8.3 Móng máy búa rèn

**8.3.1** Trong thành phần số liệu đầu vào để thiết kế móng máy búa rèn, ngoài các số liệu nêu trong 6.1, còn phải có:

- Các bản vẽ kích thước bao của máy búa có chỉ rõ loại búa (rèn khuôn, rèn tự do) và nhãn hiệu của nó;
- Khối lượng danh định và thực tế (có xét đến khối lượng của đe trên) của các bộ phận rơi; chiều cao rơi của chúng;
- Khối lượng đe và khung máy;
- Kích thước đế đe và cao độ của nó đối với nền xướng, cũng như kích thước bản gối tựa của khung máy;
- Giá trị hệ số hoàn nguyên khi đập (rèn khuôn) các sản phẩm từ các kim loại màu hoặc hợp kim của chúng;
- Đường kính trong của xi lanh và áp suất làm việc của hơi nước hoặc không khí (hoặc năng lượng va đập).

**8.3.2** Móng máy búa rèn cần được thiết kế dạng bản cứng hoặc bệ toàn khối. Đối với máy búa có khối lượng các bộ phận rơi đến 3 T, cho phép bố trí một móng chung cho nhiều máy búa khi các máy búa này cùng nằm trên một đường thẳng.

**8.3.3** Chiều dày phần móng dưới đe không được nhỏ hơn chiều dày nêu trong Bảng 9.

**8.3.4** Móng máy búa rèn phải được đặt cốt thép cấu tạo phù hợp với các yêu cầu trong 6.2.14.

Phần trên của móng tiếp giáp với đệm lót đe cần được đặt các lưới thép nằm ngang với ô lưới vuông 100 mm × 100 mm làm từ các thanh thép đường kính 10 mm đến 12 mm; các lưới thép cần được bố trí theo lớp với khoảng cách giữa các lớp theo phương đứng 100 mm đến 120 mm với số lượng lấy theo Bảng 9 và phụ thuộc vào khối lượng các bộ phận rơi của búa  $m_0$ .

**Bảng 9 – Chiều dày phần móng dưới đe**

Khối lượng danh định các bộ phận rơi của máy búa, $m_0$ , T	Chiều dày phần móng dưới đe, m, không nhỏ hơn	Số lượng lưới thép ở phần trên của móng
$m_0 \leq 1$	1,00	2
$1 < m_0 \leq 2$	1,25	3
$2 < m_0 \leq 4$	1,75	3
$4 < m_0 \leq 6$	2,25	4
$6 < m_0 \leq 10$	2,60	5
$m_0 > 10$	> 3,00	> 5

Phần móng nằm dưới đe của các máy búa rèn cần được đặt các lưới thép nằm ngang với ô lưới vuông làm từ thép đường kính 12 mm đến 16 mm với bước theo phương dọc và ngang 200 mm đến 300 mm. Các lưới thép tương tự cần được bố trí ở các mép hố đe của tất cả các dạng máy búa rèn, trong đó các thanh thép thẳng đứng của các lưới này phải kéo dài đến đế móng.

**8.3.5** Các đệm gỗ lót đe cần được chế tạo từ các thanh gỗ sồi; đối với các máy búa có khối lượng các bộ phận rơi đến 1 T thì các đệm lót đe cho phép được chế tạo từ gỗ cây lá rộng hoặc gỗ thông.

Khi có cơ sở tính toán và theo thỏa thuận với nhà sản xuất (chế tạo) máy, cho phép thay thế các đệm lót đe bằng các đệm vải cao su.

**8.3.6** Biên độ dao động đứng của móng các loại máy búa khi đặt đúng tâm  $a_z$  cần được xác định theo công thức (62), trong đó xung lực đứng  $J_z$  được xác định theo công thức:

$$J_z = m_0 v \tag{104}$$

trong đó:

$a_z$  tính bằng mét (m);

$J_z$  tính bằng kilôniutơn giây (kN·s);

$m_0$  là khối lượng các bộ phận rơi của máy búa, tính bằng tấn (T);

$v$  là vận tốc của các bộ phận rơi của máy búa ở thời điểm bắt đầu va đập, tính bằng mét trên giây (m/s), lấy theo nhiệm vụ thiết kế hoặc khi không có số liệu đó thì xác định theo các công thức:

Đối với các máy búa rơi tự do (máy búa ma sát và tác động đơn):

$$v = 0,9 \sqrt{2gh_0} \tag{105}$$

Đối với các máy búa tác động kép:

$$v = 0,65 \sqrt{2gh_0 \left( \frac{p_m A_p}{m_0 g} + 1 \right)} \tag{106}$$

hoặc

$$v = \sqrt{\frac{2E_{sh}}{m_0}} \tag{107}$$

Trong các công thức từ (105) đến (107):

$h_0$  là chiều cao rơi làm việc của các bộ phận va đập của máy búa, tính bằng mét (m);

$A_p$  là diện tích pít tông trong xi lanh, tính bằng mét vuông (m<sup>2</sup>);

$\rho_m$  là áp suất trung bình của hơi nước hoặc không khí, tính bằng kilôpascal (kPa);

$E_{sh}$  là năng lượng va đập, tính bằng kilôjun (kJ);

$g$  là gia tốc rơi tự do,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

Hệ số hoàn nguyên  $\varepsilon$  trong công thức (62) cần lấy bằng: 0,5 khi đập (rèn khuôn) các sản phẩm thép đối với búa đập (rèn khuôn); 0,25 đối với búa rèn tự do. Khi rèn khuôn các sản phẩm từ các kim loại màu và các hợp kim của chúng thì hệ số  $\varepsilon$  lấy theo nhiệm vụ thiết kế.

**8.3.7** Biên độ dao động đứng của móng khi máy búa đặt lệch tâm cần được xác định theo các công thức (63) đến (65), trong đó giá trị  $\varepsilon$  lấy như trong 8.3.6, còn giá trị mô men xung lượng  $J_\varphi$  được xác định theo công thức:

$$J_\varphi = J_z e \quad (108)$$

trong đó  $e$  là độ lệch tâm va đập, tính bằng mét (m).

Khi bố trí bản móng chung cho nhiều máy búa phù hợp với 8.3.2 và khi bố trí nhiều móng độc lập trong phân xưởng, thì biên độ dao động đứng của móng cần được xác định có xét đến các chỉ dẫn nêu trong 7.1.7.

**8.3.8** Thông thường, cần chống rung cho các móng máy búa để giảm dao động của các móng máy búa và ảnh hưởng có hại của chúng đến người làm việc, các quá trình công nghệ, thiết bị và kết cấu nhà và công trình.

Việc sử dụng chống rung là bắt buộc đối với móng máy búa có khối lượng các bộ phận rơi 1 T và lớn hơn, nếu nền của móng máy búa và của các kết cấu chịu lực của nhà thuộc phân xưởng rèn là cát mịn và cát bụi bão hòa nước.

**8.3.9** Tổng áp lực tĩnh và động lên đệm lót đe không được vượt quá cường độ tính toán của gỗ khi nén ngang thớ.

Áp lực động tính toán lên đệm lót đe  $\sigma$  được tính theo công thức:

$$\sigma = 1,6 m_0 v \sqrt{\frac{E_w}{m'_1 A_1 t}} \quad (109)$$

trong đó:

$\sigma$  tính bằng kilôpascal (kPa);

$E_w$  là mô đun đàn hồi của vật liệu làm đệm lót đe, tính bằng kilôpascal (kPa);

$m'_1$  là tổng khối lượng của đe và khung máy đối với các máy búa rèn khuôn và khối lượng của đe đối với các máy búa rèn tự do, tính bằng tấn (T);

$A_1$  là diện tích gối tựa của đe, tính bằng mét vuông ( $m^2$ );

$t$  là chiều dày đệm, tính bằng mét (m).

**8.4 Móng máy đúc tạo hình**

**8.4.1** Các yêu cầu của phần này áp dụng để thiết kế móng máy đúc tạo hình (rung lắc) chịu tải trọng va đập theo phương thẳng đứng.

**8.4.2** Trong thành phần số liệu đầu vào để thiết kế móng máy đúc tạo hình, ngoài các số liệu nêu trong 6.1, còn phải có:

- Các tải trọng tính tiêu chuẩn do các cơ cấu chính (rung lắc, xoay, tiếp nhận và các cơ cấu khác) truyền lên móng, và các điểm đặt các tải trọng này;
- Sức nâng của máy (tổng khối lượng khuôn và hỗn hợp tạo khuôn), khối lượng các bộ phận rơi và đế của cơ cấu rung lắc.
- Chiều cao làm việc của các bộ phận rung lắc (rơi) của máy;
- Các kích thước trên mặt bằng, chiều dày và vật liệu làm đệm đàn hồi nằm trên móng.

**8.4.3** Để làm đệm đàn hồi nằm trên móng, có thể dùng các thanh gỗ sồi và cao su tấm. Đối với các máy đúc tạo hình kiểu rung lắc có sức nâng nhỏ hơn 5 T, cho phép sử dụng các thanh gỗ cây lá rộng hoặc gỗ thông.

Các thanh gỗ cần được làm từ loại gỗ thỏa mãn các chỉ dẫn nêu trong 8.3.5.

**8.4.4** Móng máy đúc tạo hình thường được làm dưới dạng móng khối bê tông cốt thép.

Chiều cao móng dưới cơ cấu rung lắc và khoảng cách từ đáy các rãnh, đường ống ngầm và hố đến đế móng không được nhỏ hơn các giá trị nêu trong Bảng 10.

**Bảng 10 – Chiều cao móng và khoảng cách từ đáy các rãnh, đường ống ngầm và hố đến đế móng**

Sức nâng của máy $m_c$ , T	Chiều cao móng dưới cơ cấu rung lắc, m, không nhỏ hơn	Khoảng cách từ đáy các rãnh, đường ống ngầm và hố đến đế móng, m, không nhỏ hơn
$m_c \leq 1,5$	1,00	0,2
$1,5 < m_c \leq 2,5$	1,25	0,3
$2,5 < m_c \leq 5,0$	1,50	0,4
$5,0 < m_c \leq 10,0$	1,80	0,5
$10,0 < m_c \leq 20,0$	2,00	0,7
$m_c > 20,0$	2,25	0,9

**8.4.5** Việc đặt cốt thép cho móng máy đúc tạo hình và các cấu kiện riêng lẻ của móng phải được tiến hành phù hợp với các yêu cầu trong 6.2.14, có xét đến các chỉ dẫn sau:

- Phần trên của móng nằm trực tiếp dưới đế cơ cấu rung lắc cần được đặt các lưới thép nằm ngang, số lượng các lưới thép này được xác định phụ thuộc vào sức nâng của cơ cấu:

< 5 T:	1 đến 2 lưới
≥ 5 T đến ≤ 15 T:	2 đến 3 lưới
> 15 T:	3 đến 4 lưới

- Các tường bê tông ngoài, bao quanh máy đúc tạo hình, cần được đặt lưới thép ở hai mặt, trong đó các thanh thép đứng có đường kính 12 mm đến 14 mm khi sức nâng của máy đến 15 T và đường kính 16 mm đến 20 mm khi sức nâng lớn hơn. Để làm cốt thép dọc cần dùng các thanh thép đường kính 10 mm đến 12 mm với bước tương ứng 300 mm đến 400 mm. Các lưới thép cần được liên kết với nhau bằng các thanh thép ngang đường kính 10 mm đến 12 mm với bước 600 mm đến 800 mm theo các phương ngang và đứng.
- Các mặt bên ngoài của móng cần được đặt các lưới thép với các thanh thép đứng đường kính 12 mm đến 14 mm với bước 200 mm cho móng có thể tích 80 m<sup>3</sup> và nhỏ hơn, còn đối với móng có thể tích 80 m<sup>3</sup> – đường kính 16 mm đến 20 mm với bước tương tự.

**8.4.6** Máy đúc tạo hình với cơ cấu xoay – lật cần được bố trí trên móng, thông thường, bằng cách hướng cơ cấu xoay – lật về phía kết cấu xây dựng.

**8.4.7** Biên độ dao động đứng của móng máy đúc tạo hình cần được xác định phụ thuộc vào tỉ số giữa tần số góc  $\omega$  của dao động đứng tự do của các bộ phận di động của máy trên đệm đàn hồi nằm trên móng và tần số góc  $\lambda'_z$  của dao động đứng của toàn bộ thiết bị nằm trên đất nền, được xác định theo các công thức:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_0 + m_1}} \quad (110)$$

$$\lambda'_z = \sqrt{\frac{K_z}{m'}} \quad (111)$$

trong đó:

- $\omega$  tính bằng s<sup>-1</sup>;
- $\lambda'_z$  tính bằng s<sup>-1</sup>;
- $k$  là hệ số độ cứng tổng thể của đệm đàn hồi đặt trên móng, tính bằng kilôniuton trên mét (kN/m), được xác định theo công thức:

$$k = \frac{A_1 E_w E_r}{t_r E_w + t_w E_r}$$

trong đó:

- $A_1$  là diện tích đế cơ cấu rung lắc, tính bằng mét vuông (m<sup>2</sup>);
- $E_w$  là mô đun đàn hồi của đệm gỗ, tính bằng kilôpascal (kPa);
- $E_r$  là mô đun đàn hồi của đệm cao su, lấy phụ thuộc vào độ cứng theo TCVN 1595-1;
- $t_r$  là chiều dày đệm cao su, tính bằng mét (m);

$t_w$  là chiều dày đệm gỗ, tính bằng mét (m);

$m'$  là khối lượng thiết bị, tính bằng tấn, được xác định theo công thức:

$$m' = m_0 + m_1 + m \quad (112)$$

$m_0$  là tổng khối lượng các bộ phận rơi của máy, bao gồm khối lượng khuôn và hỗn hợp tạo khuôn, tính bằng tấn (T);

$m_1$  là khối lượng đế cơ cấu rung lắc, tính bằng tấn (T);

$m$  là tổng khối lượng móng, các bộ phận cố định của máy và đất trên móng, tính bằng tấn (T).

Khi  $\omega > 0,7 \lambda'_z$  thì biên độ dao động đứng  $a_z$  và  $a_v$  của móng máy đúc tạo hình cần được xác định theo các công thức (62) đến (65), trong đó:

$\varepsilon$  là hệ số hoàn nguyên, lấy bằng 0;

$J_z$  là xung lực đứng, tính bằng kilôniutơn giây (kN·s), được xác định theo công thức (104);

$J_\varphi$  là mô men xung lượng của lực đối với trục nằm ngang, tính bằng kilôniutơn giây mét (kN·s·m), được xác định theo công thức (108);

$v$  là vận tốc các bộ phận rơi của máy đúc tạo hình, tính bằng mét trên giây (m/s), được xác định theo công thức (105), trong đó  $h_0$  là chiều cao rơi của các bộ phận rung lắc của máy, tính bằng mét (m).

Thay vì các giá trị  $\lambda_z$  và  $\lambda'_z$  và  $m$  trong công thức (62), cần lấy giá trị tương ứng  $\lambda'_z$  và  $m'$ , được tính theo các công thức (111) và (112), còn thay vì các giá trị  $\lambda_\varphi$  và  $\theta_{\varphi 0}$  trong công thức (65) – các giá trị  $\lambda'_\varphi$  và  $\theta'_{\varphi 0}$ ; giá trị  $\lambda'_\varphi$  được xác định theo công thức:

$$\lambda'_\varphi = \sqrt{\frac{K_\varphi}{\theta'_{\varphi 0}}} \quad (113)$$

trong đó:

$\theta'_{\varphi 0}$  là mô men quán tính của khối lượng toàn bộ thiết bị, bao gồm khối lượng các bộ phận di động, đối với trục đi qua trọng tâm đế móng, vuông góc với mặt phẳng dao động, tính bằng tấn mét vuông (T·m<sup>2</sup>).

Khi  $\omega \leq 0,7 \lambda'_z$  thì biên độ dao động đứng  $a_v$  của móng máy đúc tạo hình cần được xác định theo công thức (54), trong đó  $a'_z$  là biên độ của thành phần thẳng đứng của dao động quay của móng và các bộ phận cố định của máy đối với trục nằm ngang đi qua trọng tâm chung, vuông góc với mặt phẳng dao động, được xác định theo công thức (55). Đối với móng máy chịu tải trọng động đặt đúng tâm (các bàn rung lắc và máy đúc tạo hình với cơ cấu tháo mở bằng chốt lười lê) thì  $a'_z = 0$ . Trong trường hợp tải trọng động đặt lệch tâm (máy đúc tạo hình với cơ cấu xoay - lật) thì  $a'_z$  được xác định theo công thức (57).

Trong các công thức (55) và (57), tải trọng động lên móng máy đúc tạo hình  $F_v$ , tính bằng kilôniutơn (kN), cần được xác định theo công thức:

$$F_v = m_0 v \sqrt{\frac{k}{m_0 + m_1}} \quad (114)$$

còn thay vì tần số góc của máy  $\omega$ , lấy tần số góc của các dao động đứng tự do của các bộ phận di động của máy trên đệm đàn hồi nằm trên móng, được xác định theo công thức (110).

Để giảm dao động quay của móng máy với cơ cấu xoay - lật, độ lệch tâm của tải trọng động cần được giới hạn bằng 5 % đến 10 % kích thước cạnh của đế móng mà theo phương cạnh này xảy ra dịch chuyển của điểm đặt tải trọng va đập.

Độ lệch tâm giữa trọng tâm móng máy và trọng tâm đế móng có thể đạt tới 15 % kích thước cạnh của đế móng mà theo phương cạnh này xảy ra dịch chuyển trọng tâm của móng trong trường hợp trọng tâm đế móng lệch về phía đặt tải trọng động.

**8.4.8** Giá trị tính toán của biên độ dao động đứng của móng máy đúc tạo hình phải thỏa mãn điều kiện (4).

Biên độ dao động đứng của móng máy đúc tạo hình với cơ cấu xoay - lật cho phép tăng lên 20 % khi nó được xác định đối với các mặt bên của móng,.

**8.4.9** Khi nền là cát mịn hoặc cát bụi bão hòa nước thì đối với máy có sức nâng 10 T và lớn hơn, thông thường cần chống rung cho móng.

## **8.5 Móng máy tạo hình để sản xuất bê tông cốt thép lắp ghép**

**8.5.1** Các yêu cầu của phần này áp dụng để thiết kế móng các loại máy sau đây để sản xuất (tạo hình) các sản phẩm và kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép:

- Các bàn rung tựa trên các gối tựa đàn hồi;
- Các bàn rung-va đập tựa trên các gối tựa đàn hồi;
- Các bàn va đập kiểu đầm có các bộ phận di động rơi tự do;
- Các đầm rung cố định và đầm rung trượt.

**8.5.2** Trong thành phần số liệu đầu vào để thiết kế móng máy, nêu trong 8.5.1, ngoài các số liệu nêu trong 6.1, còn phải có:

- Khối lượng các bộ phận di động của bàn;
- Sơ đồ bố trí, loại và độ cứng của các gối đàn hồi;
- Số vòng quay trong một phút và biên độ dao động của các lực kích thích của bộ phận rung, mô men của các chi tiết lệch tâm của bộ phận rung;
- Giá trị phần tải trọng không quán tính;
- Chiều cao rơi của bộ phận va đập của bàn;

- Sự bố trí và kích thước các vị trí làm việc, nếu quá trình công nghệ sản xuất không được trang bị điều khiển máy làm việc từ xa.

**8.5.3** Móng dưới máy tạo hình để sản xuất bê tông cốt thép lắp ghép cần được thiết kế dưới dạng móng khối kiểu bản hoặc bệ. Móng cần được đặt cốt thép phù hợp với các yêu cầu của 6.2.14.

**8.5.4** Vị trí làm việc nằm trên móng phải được bảo vệ tránh rung động phù hợp với các yêu cầu của TCVN 6962:2001, TCVN 6964-1:2001.

**8.5.5** Khi tạo hình sản phẩm trong các khuôn cao (ví dụ, khuôn hộp), các sàn thao tác xung quanh khuôn (khuôn hộp) không được phép tựa lên và liên kết với móng máy tạo hình.

**8.5.6** Móng dưới các bàn rung, rung – va đập và bàn va đập, cũng như dưới các đầm rung cố định cần được thiết kế sao cho trọng tâm diện tích đế móng và tâm cứng của các gối tựa đàn hồi, cũng như đường tác dụng của hợp lực của các lực kích thích của bộ phận rung hoặc va đập nằm trên một đường thẳng đứng.

Độ lệch tâm của hợp lực của các lực kích thích của bộ phận rung hoặc đường tác dụng của lực va đập so với trọng tâm diện tích đế móng không được vượt quá:

3 % – đối với các bàn rung và đầm rung cố định;

1 % – đối với các bàn rung – va đập và bàn va đập;

Kích thước cạnh của đế móng mà theo phương này hợp lực bị lệch tâm.

**8.5.7** Biên độ dao động đứng  $a_v$  của móng dưới các bàn rung tựa trên các gối tựa đàn hồi cần được xác định theo các công thức từ (54) đến (57), trong đó tải trọng động lên móng  $F_v$  cần được tính theo công thức:

$$F_v = \frac{M_{exc}K}{m_0g} \quad (115)$$

trong đó:

$F_v$ , tính bằng kilôniutơn (kN);

$M_{exc}$  là mô men của các chi tiết lệch tâm của bộ phận rung, tính bằng kilôniutơn mét (kN·m), lấy theo nhiệm vụ thiết kế;

$m_0$  là khối lượng các bộ phận di động của bàn cùng với sản phẩm được tạo hình, tính bằng tấn (T), mà không được để đến khi xác định khối lượng toàn bộ thiết bị  $m$  (xem 7.2.2.1);

$K$  là hệ số độ cứng tổng của các gối tựa, tính bằng kilôniutơn trên mét (kN/m), lấy theo nhiệm vụ thiết kế.

**8.5.8** Đối với móng các bàn rung - va đập và va đập, thông thường, cần phải chống rung;

Việc tính toán biên độ dao động đứng  $a_z$  của móng không được chống rung cần được tiến hành theo công thức (62), trong đó  $J_z = m_0v$ , hệ số hoàn nguyên  $\varepsilon = 0,5$ ; vận tốc va đập  $v$  cần được tính đối với các bàn va đập theo công thức (105) (xem 8.3.6), còn đối với các bàn rung - va đập – tính theo công thức:



$$v = \frac{F_v}{m_0 \omega} \quad (116)$$

trong đó:

- $v$  tính bằng mét trên giây (m/s);
- $F_v$  là giá trị tính toán của lực kích thích của bộ phận rung, tính bằng kilôniutơn (kN);
- $m_0$  là khối lượng các phần di động, bao gồm khối lượng khuôn và bê tông, tính bằng tấn (T);
- $\omega$  là tần số góc, tính bằng  $s^{-1}$ .

**8.5.9** Biên độ dao động đứng  $a_z$  của móng các đầm rung cần được xác định theo công thức (54), trong đó các đại lượng  $a_z$  và  $a'_z$  cần được tính theo các công thức:

$$a_z = \frac{0,64F_v \left[ 3\left(\lambda_\phi/\omega\right)^3 + 1 \right]}{m\omega^2} \quad (117)$$

$$a'_z = \frac{0,32F_v eL \left[ 3\left(\lambda_\phi/\omega\right)^3 + 1 \right]}{\theta_\phi \omega^2} \quad (118)$$

trong đó:

- $a_z$  và  $a'_z$  tính bằng mét (m);
- $F_v$  là giá trị tính toán của thành phần thẳng đứng của các lực kích thích của máy, tính bằng kilôniutơn (kN);
- $e$  là độ lệch tâm của thành phần thẳng đứng của lực kích thích, tính bằng mét (m), lấy bằng 0 đối với các đầm rung cố định;
- $m$  là khối lượng móng, đất đắp trên móng, các bộ phận cố định của máy và sản phẩm được tạo hình, tính bằng tấn (T);
- $\theta_\phi$  là mô men quán tính của khối lượng của móng, đất đắp trên móng, các bộ phận cố định của máy và sản phẩm được tạo hình đối với trục đi qua trọng tâm chung và vuông góc với mặt phẳng dao động, tính bằng tấn mét vuông ( $T \cdot m^2$ );
- $\lambda_\phi$  là tần số góc của dao động quay của móng, tính bằng  $s^{-1}$ , được xác định theo công thức (48), trong đó  $\theta_{\phi 0}$  là mô men quán tính của khối lượng móng, đất đắp trên móng, các bộ phận cố định của máy và sản phẩm được tạo hình đối với trục đi qua trọng tâm đế móng và vuông góc với mặt phẳng dao động, tính bằng tấn mét vuông ( $T \cdot m^2$ );
- $\omega$ ,  $\lambda_z$ ,  $L$  lấy như trong các công thức của 7.2.

## 8.6 Móng thiết bị của bãi đập phế liệu kim loại

**8.6.1** Các yêu cầu của phần này áp dụng để thiết kế móng (nền) cho thiết bị của bãi đập phế liệu của phân xưởng đập và của cơ sở xử lý phế liệu kim loại vụn.

**8.6.2** Trong thành phần số liệu đầu vào để thiết kế móng (nền) cho thiết bị của bãi đập và xử lý phế liệu kim loại, ngoài số liệu nêu trong 6.1, còn phải có:

- Khối lượng của búa đập, tính bằng tấn (T), và chiều cao rơi của nó, tính bằng mét (m);
- Kích thước mặt bằng bãi đập phế liệu kim loại vụn;
- Số liệu về sự bố trí của búa đập so với nhà và công trình hiện hữu và xây mới.

**8.6.3** Kết cấu của bãi đập phế liệu kim loại được xác định theo giá trị áp lực tính toán quy ước của đất nền  $R_0$  (được xác định theo TCVN 9362) và năng lượng va đập của búa.

**8.6.4** Trường hợp đất có giá trị  $R_0 \geq 200$  kPa và năng lượng va đập của búa đến 300 kJ thì bãi đập phế liệu kim loại nên được thiết kế dưới dạng các tấm thép (đế) đặt trên một lớp gang thổi hoặc thép tăng Mác tanh và phế liệu kim loại vụn với chiều dày không nhỏ hơn 1 m, được lấp trong hố đào sâu không nhỏ hơn 2 m.

**8.6.5** Trường hợp đất có giá trị  $R_0 < 200$  kPa và năng lượng va đập của búa đến 300 kJ thì dưới các tấm thép (đế) cần có lớp gang thổi hoặc thép tăng Mác tanh và phế liệu kim loại vụn (như trong 8.6.4) được đặt trên lớp đệm cát có chiều dày không nhỏ hơn 1 m, và lớp đệm cát nằm trên tấm bê tông cốt thép dày 1 m đến 1,5 m.

**8.6.6** Trường hợp đất có giá trị  $R_0 \geq 200$  kPa và năng lượng va đập của búa lớn hơn 300 kJ thì bãi đập phế liệu kim loại cần được thiết kế dạng các tấm thép (đế), nằm trên lớp gang thổi hoặc thép tăng Mác tanh và phế liệu kim loại vụn dày không nhỏ hơn 1,5 m và lớp cát đệm dày không nhỏ hơn 1 m được bao quanh bởi bê tông cốt thép hình trụ hoặc hình hộp.

**8.6.7** Trường hợp đất có giá trị  $R_0 < 200$  kPa và năng lượng va đập của búa lớn hơn 300 kJ thì bãi đập phế liệu kim loại cần được thiết kế dạng kết cấu (móng) lòng máng bê tông cốt thép có mặt bằng hình chữ nhật hoặc hình tròn, trong đó có bố trí các tấm thép (đế) đặt trên lớp đệm. Lớp đệm này thường được cấu tạo từ 3 lớp thành phần: lớp bảo vệ dưới cùng gồm các tấm làm từ các thanh gỗ sồi với tổng chiều dày đến 800 mm; lớp giảm sóc ở giữa với tổng chiều dày 80 mm đến 100 mm được cấu thành từ các lớp phoi gang xen kẽ với các lớp tấm thép dày không nhỏ hơn 20 mm; lớp trên cùng được cấu tạo từ các tấm thép dày 30 mm đến 100 mm, trên đó đặt các tấm thép vuông.

**8.6.8** Kết cấu bê tông cốt thép của móng dưới thiết bị của bãi đập phế liệu kim loại cần được thiết kế toàn khối.

**8.6.9** Lớp đế của bãi đập phế liệu kim loại phải có chiều dày không nhỏ hơn 0,5 m và được cấu tạo từ các tấm thép; khối lượng ước tính của đế  $m_{an}$ , tính bằng tấn (T), lấy không nhỏ hơn  $0,5m_0h_0$ , trong đó  $m_0$  và  $h_0$  tương ứng là khối lượng, tính bằng tấn (T), và chiều cao rơi, tính bằng mét (m), của búa đập.

**8.6.10** Các thành bao bê tông cốt thép phải được bảo vệ toàn bộ các bề mặt bên trong và bên trên bằng các tấm thép dày không nhỏ hơn 50 mm, được gắn với các thanh gỗ có tiết diện ngang không nhỏ hơn 150 mm x 150 mm.

Để giảm tầm bay của các mảnh vỡ khi đập phế liệu, phần tường bao bê tông cốt thép nằm trên mức đế (với chiều cao không nhỏ hơn một nửa kích thước lớn nhất trên mặt bằng) cần được thiết kế nghiêng vào bên trong từ 7° đến 10°.

**8.6.11** Khoảng cách tối thiểu từ thiết bị đập đến móng của kết cấu nhà và công trình cần lấy theo Bảng 11.

**Bảng 11 – Khoảng cách tối thiểu từ thiết bị đập đến móng của kết cấu nhà và công trình**

Đơn vị tính bằng mét

Đất nền	Khoảng cách tối thiểu từ thiết bị đập đến móng của kết cấu nhà và công trình với khối lượng bộ phận va đập của búa $m_0$ , T		
	$m_0 \leq 3$	$3 < m_0 < 7$	$m_0 \geq 7$
Đá cứng và nửa cứng	15	20	30
Đất hòn lớn, cát thô khô, sét với chỉ số chảy $I_L < 0$ (bao gồm cả đất hoàng thổ)	30	40	60
Cát ẩm, sét có chỉ số chảy $0 \leq I_L \leq 1$	40	60	80
Cát bão hòa nước, sét có chỉ số chảy $I_L > 1$	50	80	100

CHÚ THÍCH: Khi lắp dựng thiết bị đập đặt trên nền cát bão hòa nước và đất sét dẻo chảy thì cần gia cố nền dưới móng của các kết cấu xây dựng (phần xương đập và xử lý phế liệu kim loại) nằm ở khoảng cách nhỏ hơn các giá trị nêu trong bảng này.

## 8.7 Móng máy đập

**8.7.1** Các yêu cầu của phần này áp dụng cho việc thiết kế kết cấu móng máy đập hàm, máy đập nón (hồi chuyển) và máy đập búa (va đập).

**8.7.2** Trong thành phần số liệu để thiết kế móng máy đập, ngoài các số liệu nêu trong 6.1, còn phải có:

- Giá trị thành phần ngang và đứng của hợp lực các tải trọng động  $F_n$  và vị trí đặt lực tương ứng với bề mặt trên của móng máy đập và trục đứng đi qua trọng tâm của máy đập;
- Tần số quay của trục các chi tiết lệch tâm đối với máy đập nón hoặc trục chính đối với các loại máy đập khác;
- Khối lượng của các bộ phận quay; số lượng và khối lượng của búa, khoảng cách từ trục quay đến trọng tâm búa đối với máy đập búa;
- Khối lượng bản thân của máy đập, khối lượng vật liệu đập.

**8.7.3** Móng toàn khối của máy đập nên được ưu tiên thiết kế dạng hộp gồm hai tường (giữa chúng là băng chuyển), các bản dưới và trên (hoặc hai xà ngang phía trên).

**8.7.4** Móng bán lắp ghép của máy đập nên được thiết kế dạng móng hộp hoặc móng khung, trong đó bản dưới và các xà bên trên làm từ bê tông cốt thép toàn khối.

**8.7.5** Móng chung dưới nhiều máy đập cần được thiết kế:

- Dạng móng hộp hoặc móng khung – khi bố trí máy đập ở một tầng;
- Dạng móng hộp – khi bố trí máy đập ở hai hoặc ba tầng.

Khi đó, móng bán lắp ghép cần được thiết kế, thông thường, từ các khối hoặc tường tựa trên bản móng dưới toàn khối và liên kết với nhau ở phía trên bằng các giằng toàn khối.

**8.7.6** Đế của móng riêng biệt cho máy đập nón nên có dạng hình vuông, còn móng các máy đập còn lại nên có dạng hình chữ nhật.

**8.7.7** Việc tính toán dao động của móng máy đập được quy về xác định biên độ dao động ngang lớn nhất của mặt móng.

Việc tính toán cần được thực hiện phù hợp với các yêu cầu trong 7.1.1 và 7.2.

**8.7.8** Việc tính toán dao động của móng máy đập nón có đế móng hình chữ nhật cần được thực hiện trong mặt phẳng trùng với phương cạnh ngắn của đế móng.

**8.7.9** Móng khung của máy đập cần được tính toán theo độ bền chịu tác dụng của trọng lượng của tất cả các bộ phận của máy có xét đến trọng lượng vật được đập và lực  $F_d$  thay cho tác dụng động của máy, phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong 6.2.20 và 6.2.21.

Giá trị  $F_d$  cần được xác định theo công thức (2), trong đó giá trị tiêu chuẩn của tải trọng động  $F_n$  được xác định theo nhiệm vụ thiết kế, còn hệ số độ tin cậy về tải trọng và hệ số động lấy theo Bảng 3.

Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng động  $F_n$  đối với máy đập búa khi không có số liệu của nhà chế tạo, cho phép xác định theo công thức:

$$F_n = m_0 e \omega^2 \tag{119}$$

trong đó:

$F_n$  tính bằng kilôniutơn (kN);

$m_0$  là khối lượng các bộ phận quay của máy đập, tính bằng tấn (T);

$e$  là độ lệch tâm của khối lượng  $m_0$ , lấy bằng 0,001 m;

$\omega$  là tần số góc của khối lượng  $m_0$ , tính bằng  $s^{-1}$ .

**8.7.10** Khi tính toán độ bền của móng máy đập búa cần tiến hành kiểm tra khả năng búa bị đứt, khi đó giá trị tiêu chuẩn của tải trọng động cần được xác định theo công thức (119) với khối lượng  $m_0$  bằng khối lượng một búa, còn độ lệch tâm  $e$  bằng khoảng cách từ trục quay đến trọng tâm của búa.

## 8.8 Móng máy nghiền

**8.8.1** Các yêu cầu của phần này áp dụng để thiết kế móng máy nghiền tang ngắn (nghiền bằng thanh, nghiền bi, nghiền bằng sỏi quặng sắt và các dạng khác) và máy nghiền ống (với chiều dài tang gấp hơn 3 lần đường kính của nó).

**8.8.2** Trong thành phần số liệu để thiết kế móng máy nghiền, ngoài các số liệu nêu trong 6.1, còn phải có:

- Mô men quán tính của khối lượng tang và rô to của động cơ điện, độ cứng xoắn của trục và tỉ số truyền bánh răng;
- Khoảng cách từ trục quay của tang máy nghiền đến mặt trên của móng;
- Tổng khối lượng của thân máy nghiền, khối lượng vật liệu nghiền.

**8.8.3** Móng máy nghiền cần được thiết kế thường là toàn khối hoặc bán lắp ghép.

**8.8.4** Móng máy nghiền ống cần được thiết kế dưới dạng dẫy các khung ngang chữ II (so với trục của máy) tựa trên các bản bê tông cốt thép riêng, còn móng của máy nghiền tang ngắn – dưới dạng các bộ chung lớn với các tường ngang hoặc khung làm gối tựa cho các bộ phận máy.

Để giảm mức độ rung động, ở phía trên cần phải liên kết các móng khung dưới các máy nghiền độc lập bằng bản bê tông cốt thép chung.

CHÚ THÍCH 1: Cho phép thiết kế các gối tựa riêng biệt của máy nghiền ống dưới dạng các tường ngang đặt trên các bản riêng biệt.

CHÚ THÍCH 2: Đối với nền đá và đất hòn lớn, cho phép tựa các tường giữ các bộ phận máy nghiền tang ngắn lên các bản riêng biệt.

CHÚ THÍCH 3: Không cho phép lắp đặt động cơ, bộ truyền động và một trong các gối tựa của máy nghiền trên các móng khác nhau mà không được liên kết cứng với nhau.

**8.8.5** Phải tính toán dao động của móng các máy nghiền chịu tác động của tải trọng động ngẫu nhiên gây bởi chuyển động của vật liệu nghiền trong tang.

**8.8.6** Biên độ dao động ngang của mặt trên móng khối, móng hộp và móng khung của máy nghiền do tác động của tải trọng ngẫu nhiên được xác định theo các công thức trong 7.4.

**8.8.7** Tần số góc của dao động riêng của móng máy nghiền phải khác tần số góc của dao động riêng xoắn của trục động cơ điện  $\lambda_{sh}$  không ít hơn 25%.  $\lambda_{sh}$  được xác định theo công thức:

$$\lambda_{sh} = \sqrt{\frac{K \cdot (\theta_1 + \theta_2 j^2)}{\theta_1 \theta_2}} \quad (120)$$

trong đó:

- $\theta_1$  là mô men quán tính của khối lượng tang đối với trục quay của tang, tính bằng tấn mét vuông (T·m<sup>2</sup>);
- $\theta_2$  là mô men quán tính khối lượng của rô to động cơ điện đối với trục quay của tang, tính bằng tấn mét vuông (T·m<sup>2</sup>);

$K$  là độ cứng chống xoắn của trục kết nối rô to động cơ điện với bánh đà tính bằng kilôniutơn mét trên radian (kN·m/rad);

$i$  là tỷ số truyền của cặp bánh răng (bánh răng và vành răng của tang).

**8.8.8** Việc tính toán độ bền các cấu kiện của kết cấu móng máy nghiền phải được thực hiện có xét đến tác động của các tải trọng sau:

- Giá trị tính toán của trọng lượng các cấu kiện của kết cấu móng và các bộ phận của máy nghiền có xét đến trọng lượng vật liệu nghiền;
- Thành phần nằm ngang của tải trọng động tính toán  $F_d$ , tính bằng kilôniutơn (kN), đặt tại gối và được xác định theo công thức (2), trong đó giá trị của hệ số độ tin cậy về tải trọng và của hệ số động cần phải lấy phù hợp với Bảng 3, còn giá trị  $F_n$  lấy bằng  $0,2G_m$  đối với máy nghiền ống và bằng  $0,1G_m$  đối với máy nghiền tang ngắn, trong đó  $G_m$  là một phần giá trị tiêu chuẩn của trọng lượng máy nghiền (không kể vật nghiền và vật liệu nghiền) tác dụng lên gối đang xét, tính bằng kilôniutơn (kN).

## 8.9 Móng máy ép

**8.9.1** Yêu cầu của phần này áp dụng để thiết kế móng máy ép trục vít, máy ép trục khuỷu và máy ép thủy lực.

**8.9.2** Trong thành phần số liệu để thiết kế móng máy ép, ngoài các số liệu nêu trong 6.1, còn phải có:

- Các bản vẽ kích thước bao của máy ép với chỉ dẫn công dụng của nó (rèn khuôn, rèn tự do, dập cắt);
- Khối lượng các bộ phận làm việc chuyển động tịnh tiến của máy ép; mô men quán tính của khối lượng làm việc quay đối với trục vít của máy ép trục vít, mô men quán tính chính của máy ép;
- Vận tốc chuyển động tịnh tiến và quay của các bộ phận làm việc của máy ép ở thời điểm tiếp xúc của đe trên với vật rèn; tổng biến dạng của vật rèn trong quá trình rèn khuôn hoặc rèn tự do được xác định từ biểu đồ tải trọng làm việc của vật rèn điển hình.

**8.9.3** Móng máy ép phải được thiết kế ở dạng bản cứng hoặc bệ toàn khối.

**8.9.4** Móng máy ép trục vít dùng để dập (rèn khuôn) hoặc rèn tự do cần được tính toán dựa trên xung lực đứng và mô men xung lực xoắn đối với trục đứng như sau:

a) Biên độ dao động đứng  $a_z$  của móng cần được xác định theo công thức (62), trong đó giá trị hệ số hoàn nguyên  $\varepsilon$  được lấy bằng 0,5 khi dập (rèn khuôn) nguội và rèn tự do nguội, bằng 0,25 khi dập (rèn khuôn) nóng và rèn tự do nóng, còn giá trị xung lực đứng  $J_z$  được xác định theo công thức:

$$J_z = m_0 v' \quad (121)$$

trong đó:

$a_z$  tính bằng mét (m);

$J_z$  tính bằng kilôniutơn giây mét (kN·s·m);

$m_0$  là khối lượng chuyển động tịnh tiến của các bộ phận làm việc của máy ép, tính bằng tấn (T);

$v'$  là vận tốc chuyển động tịnh tiến của các bộ phận làm việc của máy ép ở thời điểm va đập, tính bằng mét trên giây (m/s);

b) Biên độ dao động ngang  $a_{h,\psi}$ , tính bằng mét (m), của móng cần được xác định theo các công thức (67) và (68); trong đó giá trị  $\varepsilon$  được lấy như trong 7.9.4 a), còn mô men xung lượng  $J_\psi$  được lấy theo công thức:

$$J_\psi = \theta_{0z} \omega \quad (122)$$

trong đó:

$\theta_{0z}$  là mô men quán tính của khối lượng làm việc quay của máy ép đối với trục vít, tính bằng tấn mét vuông (T·m<sup>2</sup>);

$\omega$  là tần số góc của trục vít ở thời điểm va đập, tính bằng s<sup>-1</sup>, lấy theo nhiệm vụ thiết kế.

**8.9.5** Biên độ dao động đứng  $a_v$  và ngang  $a_{h,\varphi}$  ( $a_v$  và  $a_{h,\varphi}$  tính bằng mét (m)), của móng máy ép trực khuỷu khi dập (rèn khuôn) cần được xác định theo các công thức từ (63) đến (66), trong đó:

- giá trị hệ số  $\varepsilon = 0$ ;

- xung lực đứng  $J_z$  được xác định bằng thực nghiệm; khi không có số liệu thực nghiệm, cho phép xác định xung lực đứng theo công thức (121) rồi nhân với hệ số  $\eta$  để kể đến ảnh hưởng của độ cứng vật rèn và độ dơ trong nối động của cơ cấu trực khuỷu - thanh truyền;

khi  $10^4 \text{ kN} \leq F_{\text{nom}} < 6,3 \times 10^4 \text{ kN}$ : cho phép lấy  $\eta = F_{\text{nom}} / (6,3 \times 10^4)$ ;

khi  $F_{\text{nom}} > 6,3 \times 10^4$ : hệ số  $\eta$  lấy bằng 1,0;

mô men xung lượng  $J_\varphi$  lấy bằng mô men xung lượng xoắn do sự chậm vòng quay các bộ phận làm việc của máy xuất hiện khi dập (rèn khuôn) và được xác định bằng thực nghiệm, khi không có số liệu thực nghiệm thì giá trị của  $J_\varphi$  cho phép xác định theo công thức:

$$J_\varphi = 0,1 \frac{F_{\text{nom}} \delta}{\omega_0} \quad (123)$$

trong đó:

$J_\varphi$  tính bằng kilôniuton mét giây (kN·m·s);

$F_{\text{nom}}$  là lực danh định của máy, tính bằng kilôniuton (kN);

$\delta$  là tổng biến dạng của vật rèn trong quá trình dập (rèn khuôn), tính bằng mét, được xác định từ biểu đồ diễn hình của tải trọng làm việc đối với loại máy ép đang xét (hành trình của con trượt);

$\omega_0$  là tần số góc của trục khuỷu, tính bằng s<sup>-1</sup>, lấy theo nhiệm vụ thiết kế.

Khi dập cắt, biên độ dao động đứng của máy  $a_z$ , tính bằng mét (m), cần được xác định theo công thức (62) với hệ số  $\varepsilon = 0$ , còn giá trị xung lực đứng  $J_z$  được xác định theo công thức:

$$J_z = 0,3 \frac{F'_{nom}}{\omega_1} \quad (124)$$

trong đó:

$F'_{nom}$  là lực danh định của máy ép khi dập cắt, tính bằng kilôniutơn (kN);

$\omega_1$  là tần số góc của dao động riêng của khung máy, tính bằng  $s^{-1}$ , được xác định theo công thức:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{K_m}{m_t}} \quad (125)$$

trong đó:

$K_m$  là hệ số độ cứng của khung máy theo phương đứng, tính bằng kilôniutơn trên mét (kN/m), lấy theo nhiệm vụ thiết kế;

$m_t$  là khối lượng phần phía trên của máy ép, nằm phía trên điểm giữa của chiều cao khung máy, tính bằng tấn (T).

**8.9.6** Móng máy ép thủy lực dùng để dập (rèn khuôn) hoặc rèn tự do cần được tính toán chịu tác động của xung lực đứng. Khi đó, biên độ dao động đứng  $a_z$  của móng cần được xác định theo công thức (62) với hệ số  $\varepsilon = 0$ , còn giá trị xung lực đứng  $J_z$  lấy theo công thức (121), trong đó  $v$  là vận tốc hạ xuống lớn nhất của xà ngang di động của máy ép, tính bằng mét trên giây (m/s).

## 8.10 Móng thiết bị cán

**8.10.1** Các yêu cầu của phần này áp dụng để thiết kế móng của thiết bị cán chính và phụ của phân xưởng cán và phân xưởng chế tạo ống, cũng như các thiết bị đúc phôi liên tục.

**8.10.2** Trong thành phần số liệu để thiết kế móng thiết bị cán, ngoài các số liệu nêu trong 6.1, còn phải có:

- Mặt bằng các trục chính của thiết bị gắn với các trục chính của nhà, cũng như các cao độ chính của máy; mặt bằng và mặt cắt của các gian phòng của tầng hầm hoặc tầng kỹ thuật;
- Số liệu về sự bố trí các máng thủy lực rửa vẩy kim loại và các đường vào các hào của máng, cũng như số liệu bố trí các vị trí có khả năng xuất hiện nước thải công nghiệp.
- Chỉ dẫn về các vị trí phải bố trí cầu thang bộ, lối mở để lắp ráp, rào chắn và sàn;
- Số liệu để xác định giá trị của tải trọng lắp đặt, nằm trong phạm vi sàn tầng hầm và gần nó, dưới dạng mặt bằng, trong đó chỉ rõ các vùng tác động chính của tải trọng: do thiết bị công nghệ cố định, do thiết bị thay thế tạm thời khi sửa chữa có chỉ rõ trọng lượng, kích thước bao, số lượng các bộ phận lắp ráp và các lối đi tối thiểu đối với thiết bị nặng nhất (các đế thay thế, các trục con lăn với các gối đệm và các chi tiết tương tự);



- Số liệu để xác định tải trọng tạm thời do giao thông di động, bao gồm đặc điểm và số lượng các phương tiện giao thông;
- Số liệu để xác định tải trọng ở các vị trí xếp đặt kim loại (trọng lượng và kích thước của các phương án điển hình bố trí các chồng, đống và các số liệu tương tự với chỉ dẫn lối đi giữa chúng);
- Tải trọng tạm thời do phần thiết bị còn lại: được phép xem như tải trọng phân bố đều liên tục.

**8.10.3** Dưới các thiết bị cán chính và phụ cần thiết kể móng khối bê tông và bê tông cốt thép toàn khối với các khe, lỗ và rãnh hoặc móng nhẹ (dạng khung hoặc dạng hộp) bê tông cốt thép toàn khối hoặc bán lắp ghép với việc sử dụng các buồng và với việc bố trí trên nhịp thiết bị cán của các tầng kỹ thuật chung và riêng hoặc các tầng hầm; khi đó cần bố trí giá bánh răng và giá công tác, bộ dẫn động (hộp số) và động cơ dẫn động trên móng chung. Các móng nhẹ chung này cần được cấu tạo gồm các bản trên và dưới được liên kết với nhau bằng các trụ và tường hoặc các bộ khối (gối tựa) tách biệt với sàn làm việc và nhà bằng các khe.

Cho phép bố trí các thiết bị loại nhỏ, máy cán thép sợi và máy cuộn thép tấm ở phần nhịp của bản móng trên. Thiết bị chính của máy cán lớn và trung bình cần được bố trí trên các gối chịu lực (trụ hoặc tường). Giá bánh răng và giá làm việc của máy cán tấm mỏng, cán tấm dày, cán dầm ray và các máy cán nặng khác cần được bố trí trên các bộ khối.

**8.10.4** Trong trường hợp, nếu đặt tất cả các phần móng của thiết bị cán và thiết bị đúc phôi liên tục ở cùng một độ sâu dẫn đến tiêu tốn nhiều vật liệu thì cho phép đặt các phần móng riêng biệt ở các độ sâu khác nhau.

Các móng tách biệt nhau bằng các rãnh sâu hở (ví dụ: rãnh để rửa các vảy kim loại) cần được liên kết với nhau bằng các giằng bê tông cốt thép ở phía trên cách nhau từ 3 m đến 6 m. Vị trí các giằng phải gắn với vị trí bố trí máy.

**8.10.5** Việc đặt cốt thép cho móng cần được tiến hành phù hợp với 6.2. Khi đó, cốt thép trên của móng khối chỉ cần đặt dưới khung máy chịu tải trọng động.

Đường kính các thanh thép dưới không được nhỏ hơn 16 mm với móng dài đến 30 m và không được nhỏ hơn 20 mm với móng dài hơn 30 m.

**8.10.6** Dưới khung thiết bị cán chịu tác động có hệ thống của tải trọng va đập, cần đặt 2 đến 3 lưới thép với sự bố trí phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong 6.2.14. Khi đó, các lưới phía trên kéo dài tới mép móng cần được uốn cong xuống dọc theo mặt bên của móng một đoạn với chiều dài bằng 15 lần đường kính thanh bị uốn.

**8.10.7** Khi có tác động cục bộ do tia nhiệt, do các vảy thép rơi xuống và do các hiện tượng tương tự thì mặt bên của móng cần được đặt các lưới thép làm từ các thanh thép có đường kính 12 mm với kích thước ô lưới vuông 200 mm × 200 mm.

**8.10.8** Không yêu cầu tính toán dao động của móng khối dưới thiết bị cán.

Việc tính toán độ bền các cấu kiện của móng được thực hiện phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong 6.2.20 và 6.2.21. Khi đó, tải trọng xuất hiện khi máy làm việc trong trường hợp đặc biệt (ví dụ: khi có sự vi phạm đột ngột quá trình công nghệ) và khi có sự cố (hỏng các trục quay, hỏng các khớp nối và các hiện tượng tương tự) được xếp vào loại tải trọng đặc biệt tạm thời.

## 8.11 Móng máy cắt gọt kim loại

**8.11.1** Trong thành phần số liệu đầu vào để thiết kế móng máy cắt gọt kim loại, ngoài số liệu nêu trong 6.1, còn phải có:

- Bản vẽ mặt bằng của khung máy với chỉ dẫn các điểm gối, các biện pháp lắp đặt và cố định máy;
- Số liệu về giá trị tải trọng lên móng: đối với máy có khối lượng đến 10 T – tổng khối lượng của máy, còn đối với các máy có khối lượng lớn hơn 10 T – sơ đồ phân bố tải trọng tính truyền lên móng;
- Đối với máy có yêu cầu hạn chế độ nghiêng đàn hồi của móng: số liệu về sự thay đổi giới hạn cho phép của vị trí trọng tâm của máy do lắp đặt các chi tiết nặng và do dịch chuyển các chi tiết của máy (hoặc giá trị lớn nhất của khối lượng các chi tiết, khối lượng các chi tiết di động và tọa độ di chuyển của chúng), cũng như số liệu về góc xoay giới hạn cho phép của móng so với trục ngang;
- Số liệu về cấp chính xác của máy, cũng như về độ cứng của khung máy, về sự cần thiết phải đảm bảo độ cứng nhờ có móng và về khả năng thay đổi vị trí bố trí máy;
- Đối với máy cấp chính xác cao: các chỉ dẫn về sự cần thiết và về biện pháp chống rung: ngoài ra, trong các trường hợp đặc biệt quan trọng đối với các máy này (ví dụ, khi lắp đặt máy công cụ nặng cấp chính xác cao hoặc khi lắp đặt máy công cụ cấp chính xác cao trong vùng có cường độ dao động nền cao) trong số liệu đầu vào để thiết kế cần có các kết quả đo dao động đất nền ở các vị trí dự định đặt máy và các số liệu khác cần thiết để xác định các thông số chống rung (biên độ dao động giới hạn cho phép của móng hoặc biên độ dao động giới hạn cho phép của các bộ phận máy trong vùng cắt và các thông số tương tự).

**8.11.2** Tùy thuộc vào khối lượng, kết cấu và cấp chính xác của máy, cho phép đặt máy trên lớp bê tông lót của sàn phân xưởng, trên lớp bê tông hoặc cốt thép dạng băng (móng băng) được đổ dày tăng cường lên sàn hoặc trên móng khối (độc lập hoặc chung).

**8.11.3** Trên lớp lót sàn phân xưởng cần đặt máy có khối lượng đến 10 T (khi có cơ sở thích hợp – đến 15 T) cấp chính xác trung bình và chính xác nâng cao với khung máy cứng và cứng trung bình với tỉ số  $L/h < 8$  (trong đó  $L$  là chiều dài,  $h$  là chiều cao tiết diện khung máy), cũng như máy cấp chính xác cao mà lớp chống rung của chúng được phép thực hiện bằng các gối đàn hồi đặt trực tiếp dưới khung máy.

Trên lớp bê tông hoặc bê tông cốt thép đổ dày tăng cường lên sàn phân xưởng cho phép đặt máy có khối lượng đến 30 T.

**8.11.4** Các loại máy sau đây cần được đặt trên móng:

- Máy có khung mềm với tỉ số  $L/h \geq 8$  và máy có các khung thành phần mà độ cứng yêu cầu được đảm bảo nhờ có móng;
- Máy có khối lượng lớn hơn 10 T (hoặc 15 T khi có cơ sở thích hợp) khi chiều dày lớp bê tông lót sàn không đủ cho việc đặt máy có khối lượng này;
- Máy cấp chính xác cao đòi hỏi cách ly rung động bằng cách đặt trên móng đặc biệt.

CHÚ THÍCH: Việc đặt máy cấp chính xác cao trên móng chung chỉ được phép trong các trường hợp, nếu trong số nhóm máy đặt trên một móng không có máy mà khi làm việc tạo ra tải trọng động gây ra dao động có biên độ vượt quá giới hạn cho phép nêu trong nhiệm vụ thiết kế.

**8.11.5** Đối với máy công cụ cấp chính xác cao đặt trên móng được chống rung và có yêu cầu hiệu chỉnh định kỳ, nên sử dụng các bộ phận gối đàn hồi – cứng tổ hợp cho phép chuyển từ cách lắp đặt đàn hồi đảm bảo chống rung cho móng sang cách lắp đặt cứng.

Khi thiết kế các móng chống rung cho máy công cụ đặt trên thảm (đệm) cao su cần phải có các thiết bị đảm bảo được khả năng thay thế các đệm này.

**8.11.6** Đối với móng độc lập của máy công cụ cấp chính xác bình thường và chính xác nâng cao có khối lượng đến 30 T thì chiều cao móng cần lấy phù hợp với số liệu nêu trong Bảng 12, còn đối với máy công cụ có khối lượng lớn hơn 30 T thì chiều cao móng được xác định từ điều kiện đảm bảo độ cứng cần thiết của khung máy nhờ có móng, cũng như từ yêu cầu cấu tạo (trong trường hợp riêng, tùy thuộc vào chiều sâu các hố).

**Bảng 12 – Chiều cao móng máy cắt gọt kim loại**

Đơn vị tính bằng mét

Nhóm máy	Máy công cụ	Chiều cao móng h của máy cắt gọt kim loại cấp chính xác trung bình và chính xác nâng cao có khối lượng đến 30 T
1	Máy tiện	$0,3\sqrt{L}$
	Máy chuốt ngang	
	Máy phay dọc	
	Máy bào dọc	
2	Máy mài	$0,4\sqrt{L}$
3	Máy cắt răng	$0,6\sqrt{L}$
	Máy tiện tự động và bán tự động kiểu đứng, kiểu quay	
	Máy phay có bàn xoay	
	Máy phay công xôn và máy phay thân cố định	
	Máy doa ngang	
4	Máy khoan đứng và máy khoan hướng tâm	0,6 m đến 1,0 m
5	Máy bào ngang và máy xọc	0,8 m đến 1,4 m
Các ký hiệu:		
L là chiều dài móng, tính bằng mét (m).		
CHÚ THÍCH 1: Đối với nhóm 4 và 5, giá trị lớn dùng cho máy công cụ kích thước lớn.		
CHÚ THÍCH 2: Đối với các tổ máy cấp chính xác nâng cao, các máy công cụ đa năng và các máy công cụ có chương trình điều khiển (riêng biệt hoặc trong dây chuyền tự động hóa), chiều cao móng phải tăng lên 20 %.		

**8.11.7** Chiều cao móng chung của máy công cụ cấp chính xác trung bình và nâng cao cần được xác định theo kết quả tính toán móng theo độ bền và độ cứng có xét đến chiều cao cần thiết tối thiểu (xem Bảng 12) đảm bảo độ cứng yêu cầu của khung của riêng từng máy, cũng như theo yêu cầu cấu tạo, đặc điểm của loại máy và điều kiện bảo dưỡng máy.

**8.11.8** Các móng máy công cụ cần được đặt các lưới thép làm từ các thanh đường kính 8 mm đến 10 mm với kích thước ô lưới vuông bằng 300 mm × 300 mm, cách mặt trên và mặt dưới móng từ 20

mm đến 30 mm.

**8.11.9** Cho phép đặt máy không cần neo hoặc có neo bằng bu lông móng. Khi đó, việc neo các máy công cụ bằng bu lông móng là bắt buộc trong các trường hợp sau:

- Khi cần thiết phải đảm bảo sự làm việc đồng thời giữa khung máy với móng (ví dụ, khi neo các máy công cụ cấp chính xác cao đặt trên các móng độc lập, hoặc neo các máy công cụ có khung mềm mà độ cứng yêu cầu của khung được đảm bảo do móng);
- Dưới tải trọng động do các khối lượng chuyển động tịnh tiến - khứ hồi (ví dụ, trong máy bào dọc) hoặc do các khối lượng chuyển động quay không cân bằng có thể gây ra chuyển dịch của móng khi các khối lượng này quay với vận tốc cao (ví dụ, trong các máy tiện và máy phay).

**8.11.10** Khi đặt các máy trên các lớp bê tông hoặc bê tông cốt thép đổ dày tăng cường lên sàn hoặc trên các móng độc lập thì các lớp bê tông và móng cần được tính toán theo độ bền chịu tác động của tải trọng tĩnh tính toán phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong 6.2.20 và 6.2.21 và trong trường hợp cần thiết – theo độ cứng (xem 8.11.6).

**8.11.11** Việc tính toán nền móng theo biến dạng cần được tiến hành trong các trường hợp cần hạn chế góc xoay của móng, khi đó cho phép bỏ qua độ đàn hồi của móng. Việc tính toán góc xoay của móng cần được thực hiện chịu tác động của tải trọng tĩnh tính toán lệch tâm (với hệ số độ tin cậy về tải trọng  $\gamma_f = 1,0$ ).

**8.11.12** Thông thường không cần thực hiện tính toán dao động của các móng máy không được chống rung.

**8.11.13** Khoảng cách từ các móng máy cấp chính xác cao đến các móng máy công cụ làm việc với tải trọng động lớn (máy xọc, máy bào và các máy tương tự) không được nhỏ hơn 15 m.

Việc đặt các móng máy cấp chính xác cao trong vùng ảnh hưởng của các nguồn rung động công nghiệp và giao thông khác nhau cần được kiểm tra bằng tính toán phù hợp với 7.5.

## **8.12 Móng lò quay**

**8.12.1** Các yêu cầu của phần này áp dụng để thiết kế móng lò nung quay với số gối lớn hơn hai.

**8.12.2** Trong thành phần số liệu để thiết kế, ngoài các số liệu nêu trong 6.1, cần phải có:

- Các bản vẽ thân lò có chỉ rõ chiều dày vỏ thép, kích thước vành đai và chiều dày lớp lót.
- Số liệu về số lượng răng của vành răng; giá trị tải trọng lên móng do khung đỡ và các trục con lăn, cũng như lên gối của thiết bị dẫn động do các cơ cấu của hệ dẫn động;
- Tần số quay của thân lò ở chế độ làm việc;
- Giá trị nội lực lớn nhất trong gối thủy lực đối với lò có các gối thủy lực.

**8.12.3** Thông thường móng lò quay cần được thiết kế dưới dạng các gối đỡ bê tông cốt thép riêng biệt của kết cấu khung hoặc tường được đổ toàn khối hoặc bán lắp ghép và được tách biệt khỏi móng và các kết cấu khác của nhà. Khi đó, thiết bị dẫn động và gối con lăn gần nhất phải được bố trí trên một gối đỡ của kết cấu tường với các tường trục giao.

**8.12.4** Sơ đồ tính toán của hệ thiết bị (gồm lò và móng) là một dầm liên tục (thân lò) tựa khớp trên các gối tựa đàn hồi. Độ đàn hồi của các gối tựa được kể đến theo phương đứng và phương ngang.

Tải trọng đứng và ngang lên gối tựa, hướng vuông góc và dọc trục lò cần được xác định có xét đến sự làm việc đồng thời của thân lò và móng.

**8.12.5** Khi thiết kế các gối tựa thì các hệ số độ cứng của chúng theo phương ngang, vuông góc với trục lò cần được lấy không nhỏ hơn các hệ số độ cứng của thân lò, trong đó đối với các gối tựa biên thì không nhỏ hơn các hệ số độ cứng của thân lò tại vị trí bố trí các gối tựa liền kề với thân lò.

CHÚ THÍCH: Hệ số độ cứng của thân lò cần được hiểu là phản lực của dầm liên tục ở vị trí bố trí các gối tựa đang xét với chuyển vị ngang đơn vị cắt ngang trục lò.

**8.12.6** Tải trọng ngang tiêu chuẩn lên gối tựa  $F_{n,t}$  tác dụng dọc trục lò cần được xác định theo công thức:

$$F_{n,t} = \frac{F_{n,v} k_f}{\cos \alpha} \quad (126)$$

trong đó:

$F_{n,t}$  tính bằng kilôniutơn (kN);

$F_{n,v}$  là tải trọng đứng tiêu chuẩn, tính bằng kilôniutơn (kN), được xác định theo tổ hợp tương ứng (xem 8.12.9);

$k_f$  là hệ số ma sát của ống lót vành đai với trục con lăn, lấy bằng 0,2;

$\alpha$  là góc giữa đường thẳng đứng và đường thẳng nối liền trục thân lò với trục con lăn.

**8.12.7** Tải trọng ngang lên các gối tựa tác dụng dọc trục lò, khi có cơ sở tính toán, cho phép truyền lên gối tựa của thiết bị dẫn động bằng các thanh chống thép, liên kết các gối tựa ở mức đỉnh của chúng. Khi tính toán các thanh chống, ngoài nội lực nêu trong 8.12.6, cần phải kể đến nội lực xuất hiện do các tác động nhiệt.

**8.12.8** Tải trọng chu kỳ tiêu chuẩn (tải trọng đứng  $F_{n,v}$  và ngang  $F_{n,h}$  tác dụng vuông góc với trục lò) lên các gối tựa do trọng lượng lò, các thiết bị trao đổi nhiệt, lớp lót và vật liệu nung, biến dạng do lắp đặt và biến dạng nhiệt của thân lò, tính bằng kilôniutơn (kN), xuất hiện khi thân lò quay với độ lệch tâm, cần được xác định phù hợp với sơ đồ tính toán nêu trong 8.12.4. Khi đó, phải lấy giá trị phản lực lớn nhất thu được trên gối đỡ với độ lệch tâm của trục thân lò bằng 20 mm cho lần lượt trên mỗi gối theo phương thẳng đứng và nằm ngang. Cho phép xác định tải trọng tính toán lớn nhất của lò với số gối không lớn hơn 4 với độ lệch tâm của trục thân lò bằng 10 mm.

CHÚ THÍCH: Cho phép xác định tải trọng  $F_{n,v}$  và  $F_{n,h}$  đối với lò 3 và 4 gối tựa với độ lệch tâm của trục thân lò bằng 10 mm.

**8.12.9** Việc tính toán gối tựa theo độ bền được tiến hành theo các tổ hợp tải trọng sau:

1)  $F_v, F_t$ ;

2)  $F_{v,c}, F_{t,c}, F_h$ ,

trong đó:

$F_v, F_t, F_h$  là các tải trọng tính toán trên các gối tựa đang xét, tính bằng kilôniutơn (kN), được xác định phù hợp với 8.12.6, 8.12.8 và 6.2.21;

$F_{v,c}$  là tải trọng đứng tính toán trên gối tựa, tính bằng kilôniutơn (kN), được xác định phù hợp với 8.12.4 không kể đến độ lệch tâm của lò;

$F_{t,c}$  là tải trọng ngang tính toán trên gối tựa, tính bằng kilôniutơn (kN), tác dụng dọc trục lò, được xác định theo các chỉ dẫn nêu trong 6.2.21 với việc thay tải trọng  $F_{n,v}$  trong công thức (128) bằng tải trọng  $F_{n,v,c}$  (được xác định không kể đến độ lệch tâm của lò).

CHÚ THÍCH 1: Đối với gối tựa được trang bị thủy lực, để lấy làm giá trị tính toán của tải trọng ngang, hướng dọc trục lò,  $F_t$ , tính bằng kilôniutơn (kN), cần lấy giá trị lớn hơn trong hai giá trị của lực này đã được xác định theo công thức (126) và theo nội lực trong gối thủy lực.

CHÚ THÍCH 2: Việc tính toán gối theo tổ hợp tải trọng 2) cần được tiến hành có xét đến mô men tác dụng trong mặt phẳng nằm ngang do tải trọng  $F_t$  chỉ đặt vào một trong các gối con lăn của lò.

**8.12.10** Việc tính toán các cấu kiện bê tông cốt thép của gối theo độ bền mỏi cần được tiến hành với các tải trọng đã được xác định phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong 8.12.9, với hệ số độ tin cậy về tải trọng  $\gamma_f = 0,8$ .

**8.12.11** Diện tích đế gối cần được xác định từ điều kiện cho phép tách nó từ nền ra không nhỏ hơn một phần tư chiều rộng đế.

**8.12.12** Móng dưới lò cần được thiết kế sao cho giá trị của tần số dao động riêng thứ nhất của thiết bị theo phương đứng và ngang, đã được xác định theo sơ đồ tính toán trong 8.12.4, khác không ít hơn 25 % so với giá trị tần số góc của các răng  $\omega$  tính được theo công thức:

$$\omega = 0,105N \cdot n_r \quad (127)$$

trong đó:

$\omega$  tính bằng  $s^{-1}$ ;

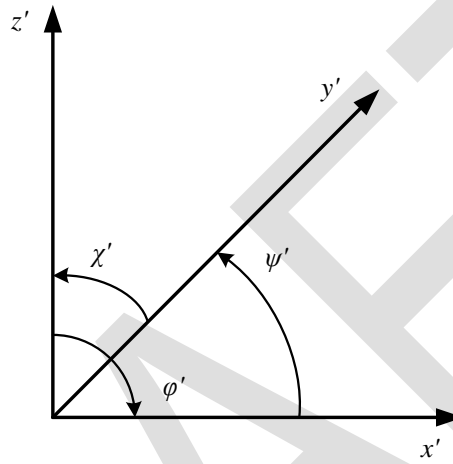
$N$  là số răng của vành răng;

$n_r$  là tần số quay của lò, tính bằng vòng trên phút (r/min).

**Phụ lục A**  
(tham khảo)

**Tính toán dao động móng khối và móng hộp  
với sự phụ thuộc bất kỳ của tải trọng theo thời gian**

**A.1** Móng được coi là tuyệt đối cứng, có 6 bậc tự do: 3 chuyển vị thẳng  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$ , gốc tọa độ  $O'$  và 3 góc xoay  $\chi'$ ,  $\varphi'$ ,  $\psi'$  đối với các trục  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  tương ứng (Hình A.1).



**Hình A.1 – Các bậc tự do của móng**

**A.2** Dao động của móng được mô tả bằng hệ sáu phương trình vi phân:

$$\begin{aligned} M'_{i1} \ddot{x}' + M'_{i2} \ddot{y}' + M'_{i3} \ddot{z}' + M'_{i4} \ddot{\chi}' + M'_{i5} \ddot{\varphi}' + M'_{i6} \ddot{\psi}' + B'_{i1} \dot{x}' + B'_{i2} \dot{y}' + B'_{i3} \dot{z}' + B'_{i4} \dot{\chi}' + \\ + B'_{i5} \dot{\varphi}' + B'_{i6} \dot{\psi}' + K'_{i1} x' + K'_{i2} y' + K'_{i3} z' + K'_{i4} \chi' + K'_{i5} \varphi' + K'_{i6} \psi' = f'_i(t) \quad (1 \leq i \leq 6) \end{aligned} \quad (\text{A.1})$$

trong đó:

$M'_{ij}$ ,  $B'_{ij}$ , và  $K'_{ij}$  là các phần tử của ma trận quán tính, cản và độ cứng tương ứng;

$f'_i(t)$  là lực tổng quát tác dụng lên móng (tác dụng thẳng và xoay, các giá trị tiêu chuẩn).

**A.3** Tọa độ gốc  $O'$  nằm tại trọng tâm đế móng; trục  $z'$  hướng thẳng đứng lên trên; các trục nằm ngang nằm trong mặt phẳng đế móng và là các trục chính của đế móng. Khi đó các ma trận cản và độ cứng là ma trận chéo:  $B'_{ij} = 0$  và  $K'_{ij} = 0$  khi  $i \neq j$ , ( $1 \leq i \leq 6$ ;  $1 \leq j \leq 6$ ).

**A.4** Các phần tử chéo của ma trận độ cứng cần được xác định theo công thức:

$$K'_{11} = K'_{22} = K'_x; \quad K'_{33} = K'_z; \quad K'_{44} = \bar{K}_x; \quad K'_{55} = \bar{K}_\varphi; \quad K'_{66} = K'_\psi \quad (\text{A.2})$$

trong đó:

$K_x$ ,  $K_z$ , và  $K_\psi$  được tính theo các công thức (11), (9) và (12), còn  $\bar{K}_x$  và  $\bar{K}_\varphi$  – theo các công thức:

$$\bar{K}_x = C_\phi I_{x'} - mgh_2; \bar{K}_{\phi'} = C_\phi I_{y'} - mgh_2 \tag{A.3}$$

trong đó:

$I_x$  và  $I_y$  là các mô men quán tính của đế móng đối với các trục  $x'$  và  $y'$  tương ứng.

**A.5** Các phần tử của ma trận quán tính là khối lượng toàn bộ thiết bị (móng với đất đắp trên mặt móng và bậc móng, máy), các mô men tĩnh của nó và mô men quán tính của nó, được xác định trong hệ tọa độ  $O'x'y'z'$ .

**A.6** Các phần tử chéo khác không của ma trận cần cần được xác định theo các công thức:

$$B'_{ii} = 2D_i \sqrt{K_{ii} M_{ii}} \quad (1 \leq i \leq 6) \tag{A.4}$$

trong đó:

$D_1 = D_2 = \zeta_x, D_3 = \zeta_z, D_4 = D_5 = \zeta_\phi, D_6 = \zeta_\psi$  là các giá trị hệ số cần  $\zeta_x, \zeta_z, \zeta_\phi$  và  $\zeta_\psi$  được xác định phù hợp với các chỉ dẫn nêu trong 7.1.5 và 7.1.6.

**A.7** Đối với hệ phương trình (A.1) với sự phụ thuộc bất kỳ của tải trọng theo thời gian cần sử dụng các phương pháp số để giải các phương trình vi phân. Trong các trường hợp riêng của tải trọng chu kỳ, tải trọng xung hoặc tải trọng ngẫu nhiên, cũng như khi có mặt phẳng đối xứng thì có thể sử dụng các phương pháp phân tích.



## Phụ lục B (tham khảo)

### Tính toán biến dạng móng máy có các bộ phận quay

**B.1** Việc tính toán biến dạng móng máy có các bộ phận quay cần được tiến hành chịu tải trọng thường xuyên với hệ số độ tin cậy về tải trọng  $\gamma_f = 1,0$ . Các tải trọng có thể được xác định không kể đến sự phân phối lại chúng bởi kết cấu phía trên của móng.

**B.2** Khi hạn chế biến dạng của bản móng dưới thì các yêu cầu về khả năng chống nứt: sự hình thành vết nứt ở bản móng dưới khi có tác động của các tải trọng thường xuyên và tải trọng thi công.

**B.3** Đối với các móng máy mà biến dạng của chúng cần được hạn chế thì không cho phép sử dụng các loại đất sau đây thay cho nền tự nhiên:

- Cát rời;
- Cát mịn và cát bụi bị xói ở trạng thái bão hòa nước;
- Đất sét dẻo chảy;
- Đất đắp và đất eluvi có mô đun biến dạng nhỏ hơn 10 MPa;
- Bùn, đất hữu cơ, đất lẫn tạp chất hữu cơ.

**B.4** Đối với các móng của tổ hợp máy tuốc bin, trong các trường hợp khi bị giới hạn do công nghệ, thì đại lượng biến dạng dài hạn của bản móng dưới trên đất nền (sự thay đổi độ võng sau chu kỳ sử dụng 4 năm)  $\Delta f$  được phép đánh giá như là phần trăm  $\kappa$  của đại lượng tính toán của độ võng đàn hồi toàn phần  $f$ :

$$\Delta f = \kappa \cdot f \quad (\text{B.1})$$

Hệ số  $\kappa$  lấy theo Bảng B.1.

Giá trị hệ số  $\kappa$  đặc trưng bởi phần trăm biến dạng toàn phần của móng và nền, xuất hiện sau chu kỳ 4 năm đầu tiên sử dụng máy từ thời điểm khởi động sau khi lắp dựng và đến sửa chữa lớn đầu tiên. Đối với các chu kỳ tiếp sau, biến dạng tương ứng được giảm xuống.

Độ võng toàn phần tính toán của móng,  $f$ , nên được xác định bằng tính toán biến dạng đồng thời của nền và móng.

**Bảng B.1 – Phần trăm tổng biến dạng  $\kappa$**

Loại đất	Phần trăm tổng biến dạng sau thời gian 4 năm, $\kappa$
Cát sỏi, thô và thô vừa, chặt, không phụ thuộc vào độ bão hòa nước	0,0
Cát sỏi, thô và thô vừa, chặt vừa. Cát mịn chặt, không phụ thuộc vào độ bão hòa nước	0,1
Cát mịn chặt vừa, không phụ thuộc vào độ bão hòa nước. Cát bụi chặt và chặt vừa, ít ẩm	0,2
Cát bụi chặt và chặt vừa, ẩm và bão hòa nước	0,3
Đất không lún ướt và không trương nở: á cát cứng, á sét và sét cứng và nửa cứng	0,4
Đất không lún ướt và không trương nở: á cát dẻo cứng và dẻo mềm, á sét và sét cứng dẻo cứng và dẻo mềm và dẻo chảy	0,5

**B.5** Cho phép đưa vào tính toán chỉ bản móng dưới và kể đến ảnh hưởng của độ cứng của kết cấu bên trên của móng khung bằng cách giảm độ võng toàn phần tính toán 15 %.

Đối với móng dài, cho phép tính toán uốn bản móng dưới theo sơ đồ dầm theo phương dọc trùng với phương trục của máy, với liên kết cứng tuyệt đối theo phương ngang.

**B.6** Khi tính toán biến dạng, độ cứng của bản móng dưới được xác định từ điều kiện làm việc chịu uốn của nó như đối với vật thể đồng nhất theo công thức:

$$B_{sb} = \gamma_{cr} E_b I_{red} \tag{B.2}$$

trong đó:

$\gamma_{cr}$  là hệ số, kể đến ảnh hưởng từ biến ngắn hạn và dài hạn của bê tông, lấy bằng 0,6;

$E_b$  là mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông khi nén và khi kéo;

$I_{red}$  là mô men quán tính của tiết diện quy đổi của bản móng dưới đối với trọng tâm của nó.

**B.7** Trong các trường hợp cần hạn chế biến dạng của móng và khi trong nền có đất sét với chỉ số chảy  $I_L > 0,5$ , cũng như có cát mịn và cát bụi bão hòa nước, thì khi tính toán biến dạng bản móng dưới, mô đun biến dạng tính toán của đất nền phải nhân với hệ số điều kiện làm việc của đất nền  $\gamma_{vc} = 0,7$ , kể đến khả năng xuất hiện biến dạng dài hạn khi có tác dụng của tải trọng động.