



BỘ XÂY DỰNG
Ministry of Construction

VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG
Vietnam Institute for Building Science and Technology

Add: 81 Trần Cung - Nghĩa Tân - Cầu Giấy - Hà Nội - Tel: 84.4.37544196 - Fax: 84.4.38361197
Website: www.ibst.vn - Email: vkcnxd@ibt.vn

HƯỚNG DẪN PHÂN LOẠI TẢI TRỌNG, TỔ HỢP TẢI TRỌNG, ĐỘ VỒNG VÀ CHUYỂN VỊ VÀ MỘT SỐ TẢI TRỌNG KHÁC (KHÔNG BAO GỒM TẢI TRỌNG GIÓ, CẦU TRỤC VÀ CẦN TRỤC TREO)

Đề tài: "Nghiên cứu biên soạn hướng dẫn tính toán tải trọng và tác động theo TCVN 2737:2023"

Mã số: RD 32-24

Hà Nội, 2025



BỘ XÂY DỰNG
Ministry of Construction

VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG
Vietnam Institute for Building Science and Technology

Add: 81 Trần Cung - Nghĩa Tân - Cầu Giấy - Hà Nội - Tel: 84.4.37544196 - Fax: 84.4.38361197
Website: www.ibst.vn - Email: vkhcnxd@ibst.vn

HƯỚNG DẪN PHÂN LOẠI TẢI TRỌNG, TỔ HỢP TẢI TRỌNG, ĐỘ VỒNG VÀ CHUYỂN VỊ VÀ MỘT SỐ TẢI TRỌNG KHÁC (KHÔNG BAO GỒM TẢI TRỌNG GIÓ, CẦU TRỤC VÀ CẦN TRỤC TREO)

**Đề tài: "Nghiên cứu biên soạn hướng dẫn tính toán tải trọng
và tác động theo TCVN 2737:2023"**

Mã số: RD 32-24

Chủ trì: TS. Vũ Thành Trung
ThS. Đỗ Văn Mạnh
ThS. Hồ Hữu Thắng
ThS. Nguyễn Ngọc Huy
KS. Tống Sĩ Biễn
ThS. Quách Thanh Phúc
và các CTV khác

Hà Nội, ngày tháng năm 2025
**THỦ TRƯỞNG CƠ QUAN
CHỦ TRÌ TIÊU CHUẨN**

Hà Nội, ngày tháng năm 2025
CHỦ TRÌ TIÊU CHUẨN

TS. Vũ Thành Trung

MỤC LỤC

Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu	7
3.1 Thuật ngữ và định nghĩa	7
3.2 Ký hiệu.....	14
4 Yêu cầu chung.....	15
5 Phân loại tải trọng.....	15
6 Tổ hợp tải trọng	18
7 Trọng lượng của kết cấu và đất.....	24
8 Tải trọng do thiết bị, người, động vật, vật liệu và sản phẩm chất kho, phương tiện giao thông, xe chữa cháy	25
8.1 Yêu cầu chung	25
8.2 Xác định tải trọng do thiết bị, vật liệu và sản phẩm chất kho	25
8.3 Tải trọng phân bố đều	27
8.4 Tải trọng tập trung.....	29
8.5 Tải trọng do phương tiện giao thông	30
8.6 Tải trọng do xe chữa cháy lên sàn mái phần hầm hoặc sàn mái khối đế của nhà	31
Tải trọng do trục thăng.....	35
8.8 Tải trọng va chạm do xe nâng.....	38
9. (11) Độ võng và chuyển vị.....	40
9.1 (11.1) Phạm vi áp dụng.....	40
9.2 (11.2) Yêu cầu chung.....	40
9.3 (11.3) Độ võng giới hạn.....	41
9.4 (11.4) Chuyển vị giới hạn	41
10. (Phụ lục A) Trọng lượng đơn vị của vật liệu	41
10.1 (A.1) Trọng lượng đơn vị của một số vật liệu có thể tham khảo trong Bảng A.1.....	41
11. (Phụ lục G) Độ võng và chuyển vị.....	56
12. (Phụ lục H) Hệ số tầm quan trọng của công trình	66
Thư mục tài liệu tham khảo.....	68

DRAFT

Lời giới thiệu

Trong bối cảnh ngành xây dựng tại Việt Nam đang phát triển mạnh mẽ cả về quy mô lẫn yêu cầu kỹ thuật, việc áp dụng đúng và đầy đủ các tiêu chuẩn kỹ thuật trong thiết kế và thi công là điều kiện tiên quyết để đảm bảo chất lượng, an toàn và hiệu quả cho các công trình xây dựng. Một trong những tiêu chuẩn quan trọng nhất trong lĩnh vực thiết kế kết cấu là TCVN 2737:2023 Tải trọng và tác động, quy định các yêu cầu, quy định về tải trọng và tổ hợp tải trọng trong tính toán kết cấu nhà và công trình. Tuy nhiên, với nhiều nội dung mới so với phiên bản trước đó (TCVN 2737:1995), việc hiểu và áp dụng tiêu chuẩn này một cách chính xác là rất cần thiết với các kỹ sư, các đơn vị tư vấn...

Do vậy, nhóm nghiên cứu thực hiện đề tài "Nghiên cứu biên soạn hướng dẫn tính toán tải trọng và tác động theo TCVN 2737:2023", mã số RD 32-24 đã biên soạn tài liệu "Hướng dẫn phân loại tải trọng, tổ hợp tải trọng, độ võng và chuyển vị và một số tải trọng khác (không bao gồm tải trọng gió, cầu trục và cầu trục treo)". Tài liệu này là kết quả của quá trình tổng hợp, phân tích, đối chiếu giữa các quy định trong tiêu chuẩn với thực tiễn thiết kế xây dựng công trình tại Việt Nam.

Mục tiêu của hướng dẫn là giúp người dùng tiêu chuẩn hiểu rõ các khái niệm, nguyên tắc và phương pháp áp dụng TCVN 2737:2023 trong thực tiễn một cách mạch lạc, dễ tiếp cận và có thể vận dụng linh hoạt trong nhiều tình huống khác nhau. Hướng dẫn cũng đóng vai trò là tài liệu đào tạo hữu ích cho sinh viên ngành xây dựng và các kỹ sư trẻ.

Trong tài liệu này, các nội dung quan trọng như: phân loại tải trọng, tổ hợp tải trọng, độ võng, chuyển vị, cũng như tải trọng từ thiết bị, người, phương tiện... đã được trình bày rõ ràng, có giải thích và ví dụ minh họa cụ thể. Ngoài ra, các bảng hệ số, sơ đồ phân loại và tổ hợp, công thức tính toán cũng được cập nhật theo đúng quy định mới nhất, đồng thời được bổ sung phần bình luận, nhận xét giúp người đọc hiểu sâu hơn bản chất vấn đề.

Trong Hướng dẫn, số hiệu các đầu mục, bảng, hình vẽ, công thức được đánh số lần lượt, các số hiệu tương ứng của TCVN 2737:2023 được ghi trong ngoặc đơn.

Tài liệu này có thể có các vấn đề chưa được đề cập hoặc ví dụ tính toán chưa bao quát hết các trường hợp thực tế xảy ra, người đọc có thể tự tìm hiểu hoặc tham khảo ở các tài liệu kỹ thuật khác.

Hướng dẫn này có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho kỹ sư, sinh viên và các cá nhân, tổ chức có liên quan, cũng như làm cơ sở để biên soạn tài liệu giảng dạy trong các cơ sở đào tạo chuyên ngành Kỹ thuật xây dựng.

Mặc dù đã rất cố gắng trong việc rà soát và trình bày nội dung, nhưng chắc chắn không thể tránh khỏi những thiếu sót. Nhóm biên soạn mong nhận được sự đóng góp ý kiến từ người đọc để hoàn thiện tài liệu hơn nữa.

Trân trọng cảm ơn!

DRAFT

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu về tải trọng, tác động và các tổ hợp của chúng dùng trong tính toán kết cấu của nhà và công trình theo các trạng thái giới hạn nhóm 1 (thứ nhất) và nhóm 2 (thứ hai) phù hợp với TCVN 9379.

Tải trọng động đất và tổ hợp tải trọng có tải trọng động đất được quy định trong TCVN 9386.

Các tác động địa kỹ thuật được quy định trong các tiêu chuẩn về thiết kế nền nhà và công trình, cũng như các tiêu chuẩn khác về địa kỹ thuật có liên quan.

Các tải trọng xuất hiện trong quá trình thi công và sử dụng công trình, cũng như trong quá trình chế tạo, bảo quản và vận chuyển kết cấu xây dựng, cũng cần được kể đến khi thiết kế.

Các tải trọng và tác động khác không nêu trong tiêu chuẩn này (các tải trọng công nghệ đặc biệt; tải trọng rung do tất cả các loại phương tiện giao thông; tải trọng do tích tụ bụi công nghiệp; tác động do độ ẩm, co ngót, v.v...) được quy định trong các tiêu chuẩn khác về thiết kế kết cấu và nền hoặc trong nhiệm vụ thiết kế hoặc trong các tài liệu kỹ thuật chuyên ngành.

Bình luận: TCVN 9379 và TCVN 9386 hiện nay đang được soát xét, khi chưa có phiên bản mới thì sử dụng phiên bản hiện tại, sau khi soát xét và công bố sẽ sử dụng phiên bản mới nhất.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau 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 8590-1:2010 (ISO 4301-1:1986), *Cần trục – Phân loại theo chế độ làm việc – Phần 1: Yêu cầu chung*

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

TCVN 9386, *Thiết kế công trình chịu động đất*

3 Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1.1

Áp lực gió cơ sở (basic wind pressure), W_0

Áp lực gió, tính bằng decaniutơn trên mét vuông (daN/m²), tương ứng với vận tốc gió cơ sở V_0 (xem V_0 tại 3.1.24).

Bình luận: Áp lực gió cơ sở được xác định bởi công thức: $W_0 = 0,0613 \times V_0^2$.

3.1.2

Điều kiện sử dụng bình thường (serviceability)

Điều kiện sử dụng các công trình xây dựng phù hợp với các điều kiện đã quy định trong các tiêu chuẩn hoặc nhiệm vụ thiết kế, bao gồm cả bảo dưỡng (bảo trì), sửa chữa lớn và sửa chữa nhỏ.

Bình luận: Trong thiết kế kết cấu, công trình không chỉ cần đảm bảo an toàn về cường độ (không bị sập đổ) mà còn phải đáp ứng các yêu cầu về sử dụng. Công trình có thể vẫn không bị hư hỏng nhưng nếu sàn quá võng, tường bị nứt hoặc cầu rung lắc quá nhiều thì vẫn không đạt yêu cầu sử dụng bình thường. Một số điều kiện sử dụng bình thường bao gồm:

- Không có biến dạng quá mức (võng, nghiêng, xoắn...).
- Không xuất hiện vết nứt lớn làm giảm thẩm mỹ hoặc ảnh hưởng chức năng.
- Không gây rung động khó chịu cho người sử dụng.
- Không làm giảm tuổi thọ hoặc độ bền của công trình.

3.1.3

Giá trị tiêu chuẩn (cơ sở) của tải trọng (characteristic (basic) value of load)

Đặc trưng cơ bản chính của tải trọng, được quy định trong tiêu chuẩn này, các tiêu chuẩn thiết kế, các tiêu chuẩn về yêu cầu kỹ thuật hoặc trong nhiệm vụ thiết kế tương ứng.

Bình luận: Giá trị đặc trưng của tải trọng là giá trị tải trọng không có hệ số an toàn, thường được lấy dựa trên:

- Dữ liệu thực nghiệm hoặc thống kê (ví dụ: tải trọng gió, tải trọng tuyết, tải trọng sử dụng...).
- Tiêu chuẩn kỹ thuật.

Các giá trị này phản ánh mức tải trọng có khả năng xảy ra với xác suất cao trong suốt vòng đời của công trình.

3.1.4

Giá trị tính toán của tải trọng (design value of load)

Giá trị giới hạn (lớn nhất hoặc nhỏ nhất) của tải trọng trong suốt thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình.

Bình luận: Tải trọng tính toán (còn gọi là tải trọng thiết kế) là giá trị tải trọng đã được điều chỉnh bằng hệ số riêng, dùng để đảm bảo công trình chịu được tác động thực tế mà vẫn duy trì độ an toàn, ổn định và bền vững trong suốt vòng đời sử dụng.

Sử dụng giá trị tải trọng tính toán nhằm:

- Đảm bảo an toàn cho công trình: Trong thực tế, tải trọng có thể thay đổi do các yếu tố môi trường, sai số khi xây dựng hoặc những điều kiện bất ngờ (bão mạnh hơn dự báo, số lượng người trên sàn cao hơn mức tiêu chuẩn...).
- Giảm thiểu rủi ro do sai số thiết kế hoặc thi công: Trong quá trình xây dựng, có thể xảy ra sai số như: Vật liệu có chất lượng kém hơn dự kiến, công trình chịu tác động môi trường khắc nghiệt hơn bình thường, sai số khi đo đạc hoặc thi công. Tải trọng thiết kế giúp đảm bảo công trình vẫn hoạt động tốt ngay cả khi có những sai số này.
- Giúp tối ưu hóa thiết kế và tiết kiệm chi phí: nếu chỉ sử dụng tải trọng đặc trưng, công trình có thể không đủ an toàn. Nếu sử dụng tải trọng quá lớn, chi phí xây dựng công trình sẽ tốn kém do phải dùng vật liệu dư thừa. Tải trọng thiết kế giúp tìm ra mức an toàn hợp lý mà vẫn tiết kiệm chi phí.

3.1.5

Hệ quả tải trọng (load effect)

Hệ quả của tải trọng lên các cấu kiện kết cấu (ví dụ: nội lực, mô men, ứng suất, biến dạng) hoặc lên kết cấu tổng thể (ví dụ: độ võng, góc xoay).

3.1.6

Hệ số độ tin cậy về tải trọng (partial factor for load), γ_f

Hệ số kể đến độ lệch có thể của tải trọng trong điều kiện sử dụng bình thường của công trình về phía bất lợi (nhiều hơn hoặc ít hơn) so với giá trị tiêu chuẩn của tải trọng.

Bình luận: Hệ số độ tin cậy về tải trọng được nhân với giá trị đặc trưng của tải trọng để tính ra tải trọng thiết kế, giúp đảm bảo công trình chịu được những sai số, biến động tải trọng thực tế và các yếu tố bất định trong quá trình sử dụng. Hệ số này dùng để bù đắp sai số trong ước lượng tải trọng và đảm bảo an toàn khi có tải trọng bất lợi nhất.

3.1.7

Hệ số tầm quan trọng của công trình (importance factor), γ_n

Hệ số kể đến mức độ quan trọng của nhà và công trình mà khi chúng bị hư hỏng hoặc phá hoại thì sẽ gây ra các hậu quả về xã hội, môi trường và kinh tế.

Bình luận: Hệ số tầm quan trọng nhằm đảm bảo an toàn cho công trình quan trọng: chẳng hạn khi bệnh viện bị hư hại do động đất, hậu quả sẽ nghiêm trọng hơn nhiều so với nhà kho. Vì vậy, hệ số tầm quan trọng giúp gia tăng độ bền của công trình này. Đồng thời phân bổ tài nguyên hợp lý: Không cần thiết kế tất cả công trình với cùng mức an toàn. Công trình ít quan trọng có thể thiết kế giảm nhẹ hơn để tiết kiệm chi phí. Khi tính toán kết cấu, hệ số tầm quan trọng giúp điều chỉnh tải trọng cho phù hợp với cấp độ công trình.

Hệ số tầm quan trọng của công trình γ_n được lấy theo Bảng H.1 khi tính toán theo trạng thái giới hạn thứ nhất và lấy bằng 1,0 khi tính toán theo trạng thái giới hạn thứ hai.

Bảng 1 – Giá trị tối thiểu của hệ số tầm quan trọng γ_n

Cấp hậu quả của công trình	Mức độ quan trọng của công trình	Giá trị γ_n
C1	Thấp	0,87
C2	Trung bình	1,00
C3	Cao	1,15
CHÚ THÍCH: Đối với nhà cao trên 250 m và mái nhíp lớn (không có trụ trung gian) với nhíp lớn hơn 120 m thì hệ số γ_n lấy không nhỏ hơn 1,2.		

Phụ thuộc vào công năng sử dụng, cũng như hậu quả về xã hội, môi trường và kinh tế do sự hư hỏng và phá hoại của nó gây ra, việc phân cấp hậu quả của công trình được thực hiện theo QCVN 03:2022/BXD, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Phân cấp công trình phục vụ thiết kế xây dựng.

3.1.8

Hệ số tổ hợp tải trọng (load combination factor), ψ

Hệ số kể đến sự giảm xác suất đạt tới đồng thời các giá trị tính toán của một số tải trọng.

Bình luận: Trong thực tế, công trình thường chịu nhiều loại tải trọng cùng lúc (ví dụ: trọng lượng bản thân, tải trọng thường xuyên, tải trọng gió, động đất...). Tuy nhiên, không phải lúc nào tất cả tải trọng cũng đạt giá trị lớn nhất cùng lúc, do đó cần hệ số tổ hợp tải trọng để điều chỉnh mức độ ảnh hưởng của từng tải trọng trong các tình huống khác nhau.

3.1.9

Tác động (action)

Tải trọng, sự thay đổi nhiệt độ, ảnh hưởng của môi trường lên công trình xây dựng, tải trọng gió, động đất, sự lún nền, sự dịch chuyển của trụ đỡ, sự suy giảm tính chất vật liệu theo thời gian và các ảnh hưởng khác gây nên sự thay đổi trạng thái ứng suất - biến dạng của kết cấu xây dựng. Khi tiến hành tính toán, các tác động được phép thay bằng các tải trọng tương đương.

3.1.10

Tải trọng (load)

Ngoại lực cơ học (trọng lượng của kết cấu, thiết bị, người và tương tự) tác dụng lên kết cấu công trình xây dựng.

3.1.11

Tải trọng thường xuyên (permanent load), G

Tải trọng tồn tại trong suốt thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình xây dựng và sự thay đổi giá trị tính toán của tải trọng là rất nhỏ so với giá trị trung bình của tải trọng; hoặc là tải trọng mà sự thay đổi giá trị tính toán của tải trọng luôn đơn điệu theo một chiều đến khi đạt tới giá trị giới hạn.

Bình luận: Tải trọng thường xuyên là tải trọng luôn tồn tại và không thay đổi đáng kể theo thời gian. Ví dụ: Trọng lượng bản thân của kết cấu bê tông, tường, mái hay tải trọng do hệ thống kỹ thuật cố định như thang máy, bồn nước, đường ống... Giá trị tải trọng này ít biến đổi trong suốt vòng đời của công trình (Tường gạch có trọng lượng rất ít thay đổi, sàn bê tông có khối lượng gần như không đổi sau khi thi công...). Tải trọng này chỉ tăng theo thời gian hoặc không đổi, không dao động ngẫu nhiên. Ví dụ như tải trọng đất tác động lên móng sẽ chỉ tăng nếu có thêm lớp đất đắp nhưng không giảm...

3.1.12

Tải trọng tạm thời (variable load), Q

Tải trọng mà sự thay đổi độ lớn hoặc hướng của tải trọng phải được kể đến.

Bình luận: Tải trọng tạm thời không tồn tại liên tục trong suốt thời gian sử dụng công trình (có thể có hoặc không tại một thời điểm bất kỳ) và có thể thay đổi giá trị đáng kể theo thời gian (số lượng người

trong một tòa nhà thay đổi theo giờ làm việc), có khi đạt cực đại (khi nhiều người cùng tập trung ở ban công), có khi biến mất (không có người trong tòa nhà văn phòng vào ban đêm hoặc ngày nghỉ).

3.1.13

Tải trọng tạm thời dài hạn (long-term variable load), Q_L

Tải trọng tạm thời mà sự thay đổi giá trị tính toán của tải trọng trong suốt thời gian sử dụng theo thiết kế của công trình xây dựng là rất nhỏ (đến mức có thể bỏ qua) so với giá trị trung bình của tải trọng.

Bình luận: Các loại tải trọng tạm thời dài hạn được liệt kê trong 5.4.

3.1.14

Tải trọng tạm thời ngắn hạn (short-term variable load), Q_t

Tải trọng tạm thời mà thời hạn tác dụng của các giá trị tính toán của tải trọng nhỏ hơn đáng kể so với thời hạn sử dụng của công trình xây dựng.

Bình luận: Các loại tải trọng tạm thời dài hạn được liệt kê trong 5.5.

3.1.15

Tải trọng đặc biệt (accidental load), A

Tải trọng và tác động tạo nên tình huống tính toán đặc biệt có thể gây hậu quả nghiêm trọng (ví dụ: nổ, va chạm của phương tiện giao thông với các bộ phận công trình, sự cố thiết bị, cháy, động đất, một số tải trọng khí hậu).

Bình luận: Tải trọng đặc biệt hay còn gọi là tải trọng ngẫu nhiên, tải trọng bất thường, tải trọng sự cố... Đây là tải trọng hiếm khi xảy ra trong suốt vòng đời công trình, nhưng có cường độ lớn và có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến kết cấu nếu không được tính toán đúng cách. Tải trọng đặc biệt thường xuất hiện bất ngờ, không theo chu kỳ (không giống tải trọng thường xuyên, tải trọng tạm thời, tải trọng đặc biệt không xảy ra thường xuyên) và có thời gian tác động ngắn hoặc đột ngột (động đất, lốc xoáy, va chạm với xe cộ hay sự cố với thiết bị gây đóng mở đột ngột... chỉ xảy ra trong vài giây hoặc phút), có thể gây hậu quả nghiêm trọng nếu không được xem xét trong thiết kế, công trình có thể bị sập, hư hại lớn.

Các loại tải trọng đặc biệt được liệt kê trong 5.6.

3.1.16

Thời hạn sử dụng (service life)

Khoảng thời gian theo điều kiện sử dụng bình thường của công trình xây dựng có bảo trì và sửa chữa (bao gồm cả sửa chữa lớn) đến khi công trình đạt tới tình trạng không được phép sử dụng hoặc tình trạng sử dụng không còn phù hợp.

3.1.17

Thời hạn sử dụng theo thiết kế (design service life)

Khoảng thời gian công trình được dự kiến sử dụng, đảm bảo yêu cầu về an toàn và công năng sử dụng.

Khoảng thời gian nêu trên (có bảo trì đến khi sửa chữa lớn và/hoặc cải tạo) được nêu trong các tiêu chuẩn thiết kế hoặc nhiệm vụ thiết kế. Thời hạn sử dụng theo thiết kế được tính từ lúc bắt đầu sử dụng công trình hoặc khôi phục khả năng sử dụng công trình sau khi sửa chữa lớn hoặc cải tạo.

CHÚ THÍCH: Thuật ngữ “Thời hạn sử dụng theo thiết kế” còn có thể gọi là “tuổi thọ thiết kế”.

Bình luận: Theo Nghị định 06/2021/NĐ-CP: Thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình (tuổi thọ thiết kế) là khoảng thời gian công trình được dự kiến sử dụng, đảm bảo yêu cầu về an toàn và công năng sử dụng. Thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình được quy định trong quy chuẩn kỹ thuật, tiêu chuẩn áp dụng có liên quan, nhiệm vụ thiết kế xây dựng công trình.

Thời hạn sử dụng thực tế của công trình (tuổi thọ thực tế) là khoảng thời gian công trình được sử dụng thực tế, đảm bảo các yêu cầu về an toàn và công năng sử dụng.

Theo QCVN 03:2022/BXD, thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình được chia thành bốn mức như bảng dưới đây, người quyết định đầu tư hoặc chủ đầu tư có thể sử dụng các mức này để xác định thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình trong nhiệm vụ thiết kế xây dựng công trình.

Bảng 2 - Thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình

Mức	Thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình ¹⁾	Công trình
1	Nhỏ hơn 25 năm	Công trình quy định tại A.2, Phụ lục A của QCVN 03:2022/BXD
2	Không nhỏ hơn 25 năm	Công trình chịu tác động trực tiếp của môi trường xâm thực mạnh 2) (hóa chất, môi trường biển), trừ công trình tạm.
3	Không nhỏ hơn 50 năm	Các công trình dân dụng, công nghiệp, hạ tầng kỹ thuật và các công trình dạng nhà khác không thuộc các mức 1, 2 và 4 trong bảng này.
4	Không nhỏ hơn 100 năm	Nhà và công trình độc đáo, có giá trị kiến trúc hoặc mang ý nghĩa biểu tượng quan trọng (Bảo tàng quốc gia, nhà lưu giữ hiện vật quốc gia, sân vận động thi đấu cấp quốc gia hoặc quốc tế, nhà hát quốc gia, công trình điểm nhấn có kiến trúc độc đáo tại các địa phương và các công trình tương tự).

1) Thời hạn sử dụng theo thiết kế của một số bộ phận kết cấu và bộ phận bao che riêng biệt có thể lấy khác thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình.

2) Xác định theo thang phân loại môi trường xâm thực trong tiêu chuẩn có liên quan.

3.1.18

Tình huống tính toán (design situation)

Tập hợp các điều kiện bất lợi nhất có thể xảy ra khi tính toán kết cấu công trình trong các giai đoạn xây dựng và sử dụng công trình.

Bình luận: Tình huống tính toán là tập hợp các điều kiện tải trọng và môi trường mà công trình có thể gặp phải trong suốt vòng đời thiết kế. Tình huống tính toán được sử dụng để đánh giá độ bền, độ ổn định và khả năng sử dụng của công trình trong từng trạng thái hoạt động cụ thể, nhằm đảm bảo công

trình có độ an toàn cao nhất trong các tình huống thực tế có thể xảy ra, đồng thời để xác định các tổ hợp tải trọng phù hợp để kiểm tra theo các trạng thái giới hạn cực hạn và sử dụng.

3.1.19

Tình huống tính toán đặc biệt (accidental design situation)

Tình huống tính toán tương ứng với điều kiện làm việc đặc biệt của công trình mà có thể dẫn đến hậu quả đáng kể về xã hội, kinh tế và môi trường.

Bình luận: Tình huống tính toán có kể đến các tải trọng và tác động đặc biệt. Là các tình huống tính toán hiếm gặp nhưng có thể gây hư hỏng nghiêm trọng hoặc sụp đổ công trình nếu không được thiết kế đúng cách.

3.1.20

Tổ hợp tải trọng (load combination)

Tất cả các tổ hợp bất lợi có thể của các tải trọng cần được kể đến khi thiết kế nhà và công trình.

Bình luận: Tổ hợp tải trọng bao gồm các tổ hợp cơ bản và tổ hợp đặc biệt. Các tổ hợp cơ bản của tải trọng, bao gồm các tải trọng thường xuyên, tạm thời dài hạn và tạm thời ngắn hạn. Các tổ hợp đặc biệt của tải trọng, bao gồm các tải trọng thường xuyên, tạm thời dài hạn, tạm thời ngắn hạn và một trong các tải trọng đặc biệt. Chi tiết các tổ hợp tải trọng phục vụ thiết kế được trình bày trong mục 6.

3.1.21

Trạng thái giới hạn (limit state)

Trạng thái mà khi vượt quá các thông số đặc trưng của tải trọng thì việc sử dụng kết cấu hoặc là không được phép, hoặc bị gây khó khăn hoặc không còn phù hợp.

[TCVN 5574:2018, 3.1.34]

3.1.22

Trạng thái giới hạn nhóm 1 (thứ nhất) (ultimate limit state)

Trạng thái giới hạn của kết cấu xây dựng mà khi vượt quá sẽ dẫn tới mất khả năng chịu lực hoặc xuất hiện các dạng phá hoại khác của kết cấu xây dựng.

Bình luận: Hay còn gọi là trạng thái giới hạn cực hạn, là các trạng thái giới hạn liên quan đến an toàn sinh mạng và an toàn kết cấu (sự sụp đổ và các dạng hư hỏng khác). Ngoài ra, trong một số trường hợp, các trạng thái giới hạn liên quan đến việc bảo vệ các vật thể bên trong công trình (tài sản, vật thể có giá trị quan trọng, những kiệt tác trong viện bảo tàng, báu vật quốc gia, vật liệu hạt nhân hoặc chất thải cực kỳ độc hại khác v.v.) cũng cần được phân loại thuộc các trạng thái giới hạn cực hạn.

3.1.23

Trạng thái giới hạn nhóm 2 (thứ hai) (serviceability limit state)

Trạng thái giới hạn của kết cấu xây dựng mà khi vượt quá sẽ dẫn tới điều kiện sử dụng bình thường của kết cấu xây dựng không còn đảm bảo, dự trữ độ bền lâu bị mất hoặc điều kiện tiện nghi không còn đảm bảo.

Bình luận: Các trạng thái giới hạn sử dụng là các trạng thái liên quan đến việc: thực hiện chức năng của kết cấu hoặc các cấu kiện trong quá trình sử dụng bình thường, đảm bảo tiện nghi cho người sử dụng, biểu hiện bề ngoài của công trình xây dựng.

3.1.24

Vận tốc gió cơ sở (basic wind velocity), V_0

Vận tốc gió được lấy trung bình trong khoảng thời gian 3 s, chu kỳ lặp 20 năm (bị vượt trung bình một lần trong khoảng thời gian 20 năm), ở độ cao 10 m so với mốc chuẩn, tương ứng với địa hình dạng B (xem 5.2.4 tại [1]).

CHÚ THÍCH: Các dạng địa hình xem trong Bảng 8.

Bình luận: Vận tốc gió tương ứng với áp lực gió cơ sở W_0 trong cột (3) Bảng 5.1, QCVN 02:2022/BXD, được tính bởi công thức: $V_0 = \sqrt{W_0/0,0613}$.

3.2 Ký hiệu

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các ký hiệu chính sau:

F	Tải trọng
A	Tải trọng đặc biệt
A_d	Giá trị tính toán của tải trọng đặc biệt
G	Tải trọng thường xuyên
G_k	Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng thường xuyên
Q	Tải trọng tạm thời
Q_k	Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời
Q_L	Tải trọng tạm thời dài hạn
$Q_{k,L}$	Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời dài hạn
Q_t	Tải trọng tạm thời ngắn hạn
$Q_{k,t}$	Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn
$q_{k,t}$	Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn phân bố đều
$q_{k,qper}$	Giá trị tiêu chuẩn giảm của tải trọng tạm thời ngắn hạn phân bố đều ($q_{k,qper} = \eta \cdot q_{k,t}$)
W	Tải trọng gió
W_k	Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng gió
W_0	Áp lực gió cơ sở
b	Chiều rộng công trình
d	Chiều dài (chiều sâu) công trình
h	Chiều cao công trình
γ_f	Hệ số độ tin cậy về tải trọng
γ_n	Hệ số tầm quan trọng của công trình
η	Hệ số giảm của tải trọng tạm thời ngắn hạn
ψ	Hệ số tổ hợp của tải trọng tạm thời

- ψ_L Hệ số tổ hợp của tải trọng tạm thời dài hạn
- ψ_t Hệ số tổ hợp của tải trọng tạm thời ngắn hạn

4 Yêu cầu chung

4.1 Các đặc trưng cơ bản của các tải trọng quy định trong tiêu chuẩn này là các giá trị tiêu chuẩn (cơ sở) của chúng.

Khi cần thiết phải kể đến ảnh hưởng của các tính chất biến dạng hoặc phi tuyến của vật liệu, thời hạn tác dụng của tải trọng hoặc khi kiểm tra mỗi và trong các trường hợp khác nêu trong các tiêu chuẩn về thiết kế kết cấu và nền thì cần thiết lập giá trị tiêu chuẩn giảm của tải trọng do thiết bị, người, động vật và phương tiện giao thông lên sàn nhà ở, công cộng và nông nghiệp, do cầu trục và cần trục treo, do tác động nhiệt khí hậu.

Bình luận: Khái niệm "giá trị tiêu chuẩn giảm" ở đây tương ứng với khái niệm "phần dài hạn của tải trọng tiêu chuẩn" trong Bảng 3, TCVN 2737:1995. Giá trị tiêu chuẩn giảm bằng giá trị tiêu chuẩn nhân với hệ số giảm η quy định trong 8.3.3, 8.5.4 và 9.19.

4.2 Giá trị tính toán của tải trọng được xác định bằng tích của giá trị tiêu chuẩn của tải trọng với hệ số độ tin cậy về tải trọng ứng với trạng thái giới hạn đang xét. Giá trị tối thiểu của hệ số độ tin cậy về tải trọng γ_f trong các tổ hợp cơ bản và đặc biệt lấy như sau:

- a) Khi tính toán theo các trạng thái giới hạn nhóm 1 (thứ nhất): theo 7.2; 7.3; 8.2.4; 8.3.5; 8.4.3; 8.5.5; 8.6.2; 8.7.2; 9.8 và 10.1.6;
- b) Khi tính toán theo các trạng thái giới hạn nhóm 2 (thứ hai): lấy bằng 1,0, nếu trong các tiêu chuẩn về thiết kế kết cấu và nền không quy định các giá trị khác.

Bình luận: Các giá trị tải trọng khi tính toán theo các TTGH thứ nhất và TTGH thứ 2 đều là các giá trị tính toán. Khi tính theo TTGH thứ 2, hệ số độ tin cậy được lấy bằng 1, khi tính theo TTGH thứ nhất, hệ số độ tin cậy có giá trị khác theo 4.2a).

4.3 Giá trị tính toán của một số tải trọng đặc biệt (tải trọng do xe chữa cháy; tải trọng va chạm do trực thăng; tải trọng va chạm do xe nâng) được quy định tương ứng trong 8.6, 8.7.3 và 8.8. Giá trị tính toán của các tải trọng đặc biệt khác được quy định trong các tiêu chuẩn thiết kế có liên quan hoặc trong nhiệm vụ thiết kế.

4.4 Giá trị tính toán của tải trọng và tác động khí hậu (tải trọng gió, tác động nhiệt độ và tác động khác) được phép xác định trên cơ sở phân tích dữ liệu khí hậu đối với địa điểm xây dựng.

4.5 Các yêu cầu bổ sung về quy định các giá trị tiêu chuẩn và tính toán của tải trọng, cũng như hệ số độ tin cậy về tải trọng và hệ số tổ hợp tải trọng được phép quy định trong các tiêu chuẩn đối với các loại của công trình, kết cấu xây dựng và nền.

5 Phân loại tải trọng

5.1 Tùy theo thời hạn tác dụng, các tải trọng được phân thành tải trọng thường xuyên G , tải trọng tạm thời Q (dài hạn Q_L và ngắn hạn Q_t) và tải trọng đặc biệt A .

5.2 Tải trọng xuất hiện trong quá trình chế tạo, bảo quản và vận chuyển kết cấu, cũng như thi công công trình được đưa vào tính toán như là tải trọng tạm thời ngắn hạn.

Tải trọng xuất hiện trong giai đoạn sử dụng công trình được kể đến theo các chỉ dẫn trong 5.3 đến 5.6.

5.3 Các tải trọng sau đây được xếp vào loại tải trọng thường xuyên G :

- a) Trọng lượng của các phần, bộ phận của công trình, trong đó có trọng lượng của các kết cấu chịu lực, các kết cấu bao che;
- b) Trọng lượng và áp lực của đất (đắp, lấp); áp lực sinh ra do việc khai thác mỏ, v.v...;
- c) Áp lực thủy tĩnh.

Lực còn dư trong kết cấu hoặc nền do ứng suất trước cần được đưa vào tính toán như tải trọng thường xuyên.

5.4 Các tải trọng sau đây được xếp vào loại tải trọng tạm thời dài hạn Q_L :

- a) Trọng lượng của các tường (vách) ngăn tạm thời, bê tông lót hoặc vữa lót đệm dưới thiết bị;
- b) Trọng lượng của thiết bị cố định: máy cái; mô tơ; kết cấu chứa; đường ống dẫn kèm cả phụ kiện; gối tựa; lớp ngăn cách; băng tải; băng chuyền; các máy nâng cố định kể cả dây cáp và thiết bị điều khiển chúng; cũng như trọng lượng các chất lỏng và chất rắn trong thiết bị;
- c) Áp lực (hơi, chất lỏng, vật liệu rời) trong kết cấu chứa và đường ống dẫn; áp lực dư và sự giảm áp của không khí sinh ra khi thông gió các hầm lò;
- d) Tải trọng tác dụng lên sàn tầng do vật liệu chất kho và giá (kệ) trong các phòng kho, kho lạnh, kho chứa vật liệu hạt, kho sách, kho lưu trữ và các phòng tương tự;
- e) Tác động nhiệt công nghệ do thiết bị cố định;
- f) Trọng lượng lớp nước trên các mái bằng đầy nước;
- g) Trọng lượng bụi tích tụ trong quá trình sản xuất, nếu không có biện pháp thích hợp làm sạch bụi tích tụ;
- h) Giá trị tiêu chuẩn giảm của tải trọng tạm thời ngắn hạn (xem 4.1) quy định trong tiêu chuẩn này và trong các tiêu chuẩn về thiết kế kết cấu và nền;

CHÚ THÍCH: Thuật ngữ “*giá trị tiêu chuẩn giảm của tải trọng tạm thời ngắn hạn*” trong tiêu chuẩn này tương đương với khái niệm “*phần dài hạn của tải trọng tạm thời tiêu chuẩn*” nêu trong [3].

Bình luận: Khái niệm “phần dài hạn của tải trọng tạm thời tiêu chuẩn” được sử dụng trong TCVN 5574:2018. Trong TCVN 2737:2023, sử dụng khái niệm tương đương là “giá trị tiêu chuẩn giảm của tải trọng tạm thời ngắn hạn”, tương đương với giá trị trong cột 4 (phần dài hạn), Bảng 3, TCVN 2737:1995.

Mục 8.3.3 trong TCVN 2737:2023 có nêu: Giá trị tiêu chuẩn giảm $q_{k,qper}$ của các tải trọng tạm thời ngắn hạn phân bố đều trong Bảng 4 lấy bằng các giá trị $q_{k,t}$ nêu trong Bảng 4 (trừ các khu vực B5 và H) nhân hệ số giảm $\eta = 0,35$.

Hay nói cách khác, trong hầu hết trường hợp: $q_{k,qper} = 0,35q_{k,t}$.

- i) Tác động gây bởi sự biến dạng của nền nhưng không làm thay đổi cơ bản cấu trúc của đất;
- k) Tác động gây bởi sự thay đổi của độ ẩm, co ngót và từ biến của vật liệu.

5.5 Các tải trọng sau đây được xếp vào loại tải trọng tạm thời ngắn hạn Q_t :

- a) Tải trọng do thiết bị phát sinh trong các quá trình khởi động, đóng máy, chuyển tiếp và thử máy, cũng như khi thay đổi vị trí hoặc thay thế thiết bị;
- b) Trọng lượng của người, vật liệu sửa chữa trong khu vực bảo dưỡng và sửa chữa thiết bị;
- c) Tải trọng do người, động vật, thiết bị lên sàn tầng của nhà ở, nhà công cộng, nhà nông nghiệp, trừ các tải trọng nêu trong 5.4a, b, d, e;
- d) Tải trọng do thiết bị nâng chuyển di động (xe bốc xếp, xe điện nâng chuyển di động, cầu, pa lăng điện, cũng như do cầu trục, cần trục treo), bao gồm trọng lượng vật vận chuyển;
- e) Tải trọng do phương tiện giao thông;
- f) Tải trọng khí hậu (tải trọng gió, nhiệt ...).

Bình luận: Tải trọng nhiệt được liệt kê, tuy nhiên, trong TCVN 2737:2023 chưa có hướng dẫn tính toán xác định tải trọng nhiệt do chưa có các số liệu điều kiện tự nhiên liên quan đến loại tải trọng này. Tải trọng thi công được phân thành tải trọng tạm thời ngắn hạn, được xác định bằng các tài liệu chuyên ngành khác có liên quan, và cần được tính đến khi tính toán trong quá trình thi công.

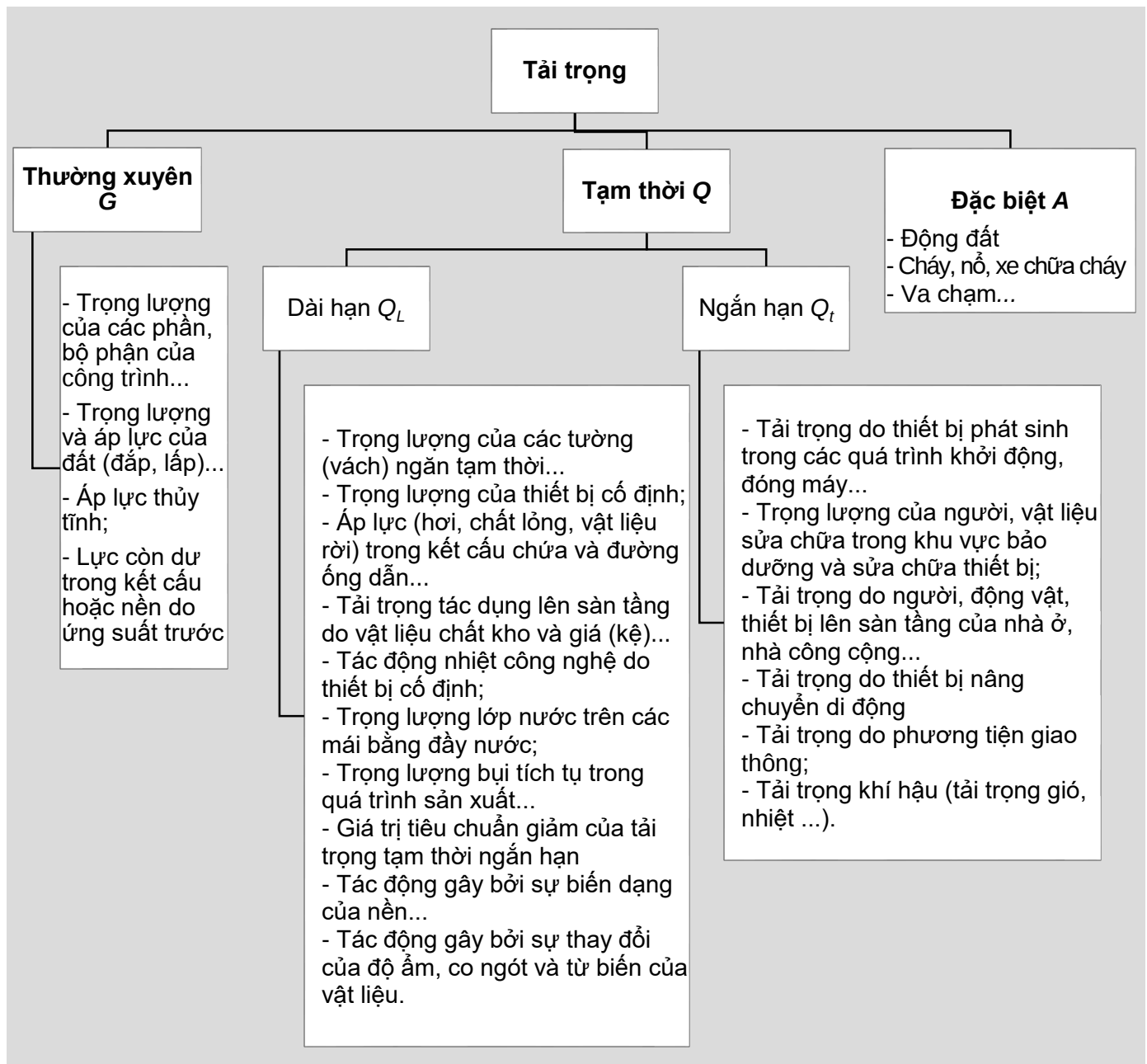
5.6 Các tải trọng sau đây được xếp vào loại tải trọng đặc biệt A:

- a) Tải trọng động đất;
- b) Tải trọng nổ;
- c) Tải trọng va chạm, trong đó có tải trọng do va chạm của phương tiện giao thông, thiết bị xây dựng và thiết bị sửa chữa với các bộ phận công trình, do va chạm của trực thăng đáp xuống (ví dụ: mái nhà), do va chạm của xe nâng;
- d) Tải trọng gây bởi sự vi phạm đột ngột quá trình công nghệ, thiết bị trục trặc hoặc hư hỏng tạm thời;
- e) Tác động gây bởi sự biến dạng của nền có kèm theo sự thay đổi cơ bản cấu trúc đất (ví dụ: đất lún ướt), hoặc gây bởi sự sụt lún trong vùng khai thác mỏ hoặc trong vùng các tơ;
- f) Tải trọng gây bởi cháy.
- g) Tải trọng xe chữa cháy lên sàn mái khối đế và sàn mái phần ngầm của nhà.

Các loại tác động đặc biệt khác được quy định bổ sung trong các tiêu chuẩn về thiết kế kết cấu và nền.

Bình luận: Tải trọng cháy, nổ, tải trọng do va chạm của phương tiện giao thông, thiết bị xây dựng và thiết bị sửa chữa với các bộ phận công trình được liệt kê, tuy nhiên, trong TCVN 2737:2023 chưa có hướng dẫn tính toán xác định các loại tải trọng này. Để xác định tải trọng đặc biệt trên, cần sử dụng các tài liệu chuyên ngành khác có liên quan.

Phân loại tải trọng được trình bày trong Hình 1 dưới đây.



Hình 1 – Phân loại tải trọng

6 Tổ hợp tải trọng

6.1 Khi tính toán kết cấu và nền theo các trạng thái giới hạn thứ nhất và thứ hai cần kể đến các tổ hợp bất lợi của các tải trọng hoặc hệ quả tải trọng tương ứng của chúng.

Các tổ hợp này được thiết lập từ việc phân tích các phương án thực tế tác dụng đồng thời của các tải trọng khác nhau đối với giai đoạn đang xét về sự làm việc của kết cấu hoặc nền.

6.2 Tùy thuộc vào các thành phần tải trọng được kể đến, cần phân biệt:

a) Các tổ hợp cơ bản của tải trọng, bao gồm các tải trọng thường xuyên, tạm thời dài hạn và tạm thời ngắn hạn. Các tổ hợp cơ bản có thể được biểu diễn bằng công thức tổng quát:

$$C_m = \gamma_n \left(\sum_{i \geq 1} \gamma_{f,i} G_{k,i} \text{ "+" } \sum_{j \geq 1} \gamma_{f,j} \psi_{L,j} Q_{k,L,j} \text{ "+" } \sum_{m \geq 1} \gamma_{f,m} \psi_{t,m} Q_{k,t,m} \right) \quad (1)$$

trong đó:

ký hiệu “+” có nghĩa là “tổ hợp với”;

$G_{k,i}$ là giá trị tiêu chuẩn của tải trọng thường xuyên thứ i ;

$Q_{k,L,j}$ là giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời dài hạn thứ j ;

$Q_{k,t,m}$ là giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn thứ m ;

$\gamma_{f,i}$ là hệ số độ tin cậy về tải trọng của tải trọng thường xuyên thứ i ;

$\gamma_{f,j}$ là hệ số độ tin cậy về tải trọng của tải trọng tạm thời dài hạn thứ j ;

$\gamma_{f,m}$ là hệ số độ tin cậy về tải trọng của tải trọng tạm thời ngắn hạn thứ m ;

$\psi_{L,j}$ là hệ số tổ hợp của tải trọng tạm thời dài hạn thứ j ;

$\psi_{t,m}$ là hệ số tổ hợp của tải trọng tạm thời ngắn hạn thứ m ;

γ_n là hệ số tầm quan trọng của công trình (xem Phụ lục H).

CHÚ THÍCH 1: Xem 6.1 về nguyên tắc xác định các tải trọng thành phần được xét đồng thời cho tình huống tính toán cụ thể.

CHÚ THÍCH 2: Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn và giá trị tiêu chuẩn giảm (xem 5.4h) của nó không được xét đồng thời trong cùng một tổ hợp tải trọng.

b) Các tổ hợp đặc biệt của tải trọng, bao gồm các tải trọng thường xuyên, tạm thời dài hạn, tạm thời ngắn hạn và một trong các tải trọng đặc biệt. Các tổ hợp đặc biệt có thể được biểu diễn bằng công thức tổng quát:

$$C_a = \left(\sum_{i \geq 1} \gamma_{f,i} G_{k,i} \text{ "+" } \sum_{j \geq 1} \gamma_{f,j} \psi_{L,j} Q_{k,L,j} \text{ "+" } \sum_{m \geq 1} \gamma_{f,m} \psi_{t,m} Q_{k,t,m} \right) \text{ "+" } A_d \quad (2)$$

trong đó:

A_d là giá trị tính toán của tải trọng đặc biệt;

các đại lượng khác lấy như trong công thức (1).

CHÚ THÍCH 1: Xem 6.1 về nguyên tắc xác định các tải trọng thành phần được xét đồng thời cho tình huống tính toán cụ thể.

CHÚ THÍCH 2: Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn và giá trị tiêu chuẩn giảm (xem 5.4h) của nó không được xét đồng thời trong cùng một tổ hợp tải trọng.

6.3 Đối với các tổ hợp cơ bản và đặc biệt, trừ các trường hợp nêu trong TCVN 9386 và trong các tiêu chuẩn về thiết kế kết cấu và nền, giá trị hệ số tổ hợp của tải trọng tạm thời dài hạn ψ_L được lấy như sau:

$$\psi_{L,1} = 1,0; \quad \psi_{L,2} = \psi_{L,3} = \dots = 0,95$$

trong đó:

$\psi_{L,1}$ là hệ số tổ hợp của tải trọng tạm thời dài hạn chủ đạo (theo mức độ ảnh hưởng);

$\psi_{L,2}, \psi_{L,3} \dots$ là các hệ số tổ hợp của các tải trọng tạm thời dài hạn còn lại.

6.4 Đối với các tổ hợp cơ bản theo công thức (1), giá trị hệ số tổ hợp của các tải trọng tạm thời ngắn hạn ψ_t được lấy như sau:

$$\psi_{t,1} = 1,0; \psi_{t,2} = 0,9; \psi_{t,3} = \psi_{t,4} = \dots = 0,7$$

trong đó:

$\psi_{t,1}$ là hệ số tổ hợp của tải trọng tạm thời ngắn hạn chủ đạo (theo mức độ ảnh hưởng);

$\psi_{t,2}$ là hệ số tổ hợp của tải trọng tạm thời ngắn hạn thứ hai;

$\psi_{t,3}, \psi_{t,4} \dots$ là các hệ số tổ hợp của các tải trọng tạm thời ngắn hạn còn lại;

Đối với tải trọng do cầu trục và cần trục treo, hệ số tổ hợp ψ_t lấy theo 9.18.

6.5 Đối với tổ hợp đặc biệt theo công thức (2), các giá trị hệ số tổ hợp của tải trọng tạm thời ngắn hạn ψ_t được lấy như sau:

$$\psi_{t,1} = 0,5; \psi_{t,2} = \psi_{t,3} = \dots = 0,3$$

trong đó:

$\psi_{t,1}$ là hệ số tổ hợp của tải trọng tạm thời ngắn hạn chủ đạo (theo mức độ ảnh hưởng);

$\psi_{t,2}, \psi_{t,3} \dots$ là các hệ số tổ hợp của các tải trọng tạm thời ngắn hạn còn lại.

Các giá trị khác của hệ số tổ hợp của các tải trọng tạm thời ngắn hạn được quy định trong các tiêu chuẩn về thiết kế kết cấu và nền.

Bình luận: Ngoài việc đưa hệ số tầm quan trọng vào các tổ hợp cơ bản, các nội dung khác về tổ hợp tải trọng theo TCVN 2737:2023 vẫn giống TCVN 2737:1995, nhưng được trình bày dưới dạng công thức để dễ áp dụng.

Một số tổ hợp tải trọng trong trường hợp cụ thể được trình bày dưới đây:

- Các thông số và ký hiệu:

+ Cấp hậu quả của công trình: C2

+ Hệ số tầm quan trọng: 1

+ Hệ số độ tin cậy của tải trọng tường: 1,15

+ Hệ số vượt tải của tải trọng hoàn thiện sàn: 1,2

+ SW: Tải trọng bản thân

+ TTG, TTS: Tải trọng tường, hoàn thiện sàn

+ HT-AL: Hoạt tải các nhóm A, B, H, I, L

+ HT-CD: Hoạt tải các nhóm C, D

+ HT-F: Hoạt tải nhóm F (bãi đỗ xe tải trọng < 3 tấn)

+ WX, WY, EQX, EQY: Gió và Động đất theo các phương

+ XCC: Xe chữa cháy

- Các tổ hợp tính toán cho TTGH1:

STT	Tên tổ hợp	SW	TTG	TTS	HT-AL	HT-CD	HT-F	WX	WY	XCC	EQX	EQY
1	TH1	1,1	1,15	1,2	1,3	1,3	1,2					
2	TH2	1,1	1,15	1,2				2,1				
3	TH3	1,1	1,15	1,2				-2,1				
4	TH4	1,1	1,15	1,2					2,1			
5	TH5	1,1	1,15	1,2					-2,1			
6	TH6	1,1	1,15	1,2	1,3	1,3	1,2	1,89				
7	TH7	1,1	1,15	1,2	1,3	1,3	1,2	-1,89				
8	TH8	1,1	1,15	1,2	1,3	1,3	1,2		1,89			
9	TH9	1,1	1,15	1,2	1,3	1,3	1,2		-1,89			
10	TH10	1,1	1,15	1,2	1,17	1,17	1,08	2,1				
11	TH11	1,1	1,15	1,2	1,17	1,17	1,08	-2,1				
12	TH12	1,1	1,15	1,2	1,17	1,17	1,08		2,1			
13	TH13	1,1	1,15	1,2	1,17	1,17	1,08		-2,1			
14	TH14	1,1	1,15	1,2	0,65	0,65	0,6			1		
15	TH15	1,1	1,15	1,2				1,05		1		
16	TH16	1,1	1,15	1,2				-1,05		1		
17	TH17	1,1	1,15	1,2					1,05	1		
18	TH18	1,1	1,15	1,2					-1,05	1		
19	TH19	1,1	1,15	1,2	0,65	0,65	0,6	0,63		1		
20	TH20	1,1	1,15	1,2	0,65	0,65	0,6	-0,63		1		
21	TH21	1,1	1,15	1,2	0,65	0,65	0,6		0,63	1		
22	TH22	1,1	1,15	1,2	0,65	0,65	0,6		-0,63	1		
23	TH23	1,1	1,15	1,2	0,39	0,39	0,36	1,05		1		
24	TH24	1,1	1,15	1,2	0,39	0,39	0,36	-1,05		1		
25	TH25	1,1	1,15	1,2	0,39	0,39	0,36		0,63	1		
26	TH26	1,1	1,15	1,2	0,39	0,39	0,36		-0,63	1		
27	TH27	1	1	1	0,3	0,6	0,6				1	0,3
28	TH28	1	1	1	0,3	0,6	0,6				0,3	1

- Các tổ hợp tính toán cho TTGH2:

STT	Tên tổ hợp	SW	TTG	TTS	HT	WX	WY	Enve W	THT G1	THT G2	EQX	EQY
1	TH1	1	1	1	1							
2	TH2	1	1	1		1						
3	TH3	1	1	1		-1						
4	TH4	1	1	1			1					
5	TH5	1	1	1			-1					
6	TH6	1	1	1	1	0,9						
7	TH7	1	1	1	1	-0,9						
8	TH8	1	1	1	1		0,9					
9	TH9	1	1	1	1		-0,9					
10	TH10	1	1	1	0,9	1						
11	TH11	1	1	1	0,9	-1						
12	TH12	1	1	1	0,9		1					
13	TH13	1	1	1	0,9		-1					
14	EnveW					± 1	± 1					
15	THTG1	1	1	1	1			0,9				
16	THTG2	1	1	1	0,9			1				
17	TH14								1	1		
18	TH15	1	1	1	0,35							
19	TH16										1	1

CHÚ THÍCH:

Từ 1 đến 13: dùng để kiểm tra áp lực nền (móng nông) và độ lún (móng nông, móng cọc).

Số 14: dùng để kiểm tra chuyển vị đỉnh và lệch tầng dưới tác dụng tải trọng gió, và dùng trong các tổ hợp số 15, 16.

Số 15 và 16: các tổ hợp trung gian, được sử dụng trong tổ hợp số 17.

Số 17 và 18: dùng để kiểm tra vết nứt và độ võng.

Số 19: dùng để kiểm tra chuyển vị lệch tầng dưới tác dụng của tải động đất (nếu có).

6.6 Khi xét các tổ hợp tải trọng theo 6.3 đến 6.5 thì một tải trọng trong các trường hợp sau đây được coi là một tải trọng tạm thời:

a) Tải trọng cùng một loại do một nguồn sinh ra (áp lực hoặc sự giảm áp trong kết cấu chứa; tải trọng

gió; tác động nhiệt khí hậu; tải trọng do một xe bốc xếp, một xe điện nâng chuyển di động, một cầu trục hoặc một cần trục treo);

b) Tải trọng do một số nguồn sinh ra (với giá trị tính toán của chúng), nếu các nguồn này tác dụng đồng thời (tải trọng do thiết bị, người và vật liệu chất kho lên một hoặc một số sàn có kể đến các hệ số φ_1 đến φ_4 nêu trong 6.7 và 6.8; tải trọng do một số cầu trục hoặc cần trục treo có kể đến hệ số tổ hợp ψ_t nêu trong 9.18).

6.7 Khi tính toán dầm, xà, tường, cột và móng chịu tải trọng truyền từ một sàn thì giá trị tiêu chuẩn của các tải trọng nêu trong Bảng 4 được phép giảm xuống tùy theo diện chịu tải A , m^2 , mà từ đó tải trọng truyền lên cấu kiện đang xét, bằng cách nhân với hệ số φ_1 hoặc φ_2 như sau:

a) Đối với các khu vực A và B (xem Bảng 4) (khi $A > A_1 = 9 \text{ m}^2$):

$$\varphi_1 = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{A/A_1}} \geq 0,6 \quad (3)$$

b) Đối với các khu vực C và D (xem Bảng 4) (khi $A > A_2 = 36 \text{ m}^2$):

$$\varphi_2 = 0,5 + \frac{0,5}{\sqrt{A/A_2}} \geq 0,6 \quad (4)$$

Đối với các khu vực E1, E3 (theo Bảng 2); F, G, G1 (theo Bảng 5), các hệ số φ_1 , φ_2 lấy bằng 1,0.

Đối với khu vực E2 theo Bảng 2, các hệ số φ_1 và φ_2 được xác định theo nhiệm vụ thiết kế trên cơ sở các giải pháp công nghệ, nhưng không nhỏ hơn giá trị tính được theo công thức (4).

6.8 Khi xác định nội lực để tính toán cột, tường và móng chịu tải trọng truyền từ hai sàn tầng trở lên thì giá trị tiêu chuẩn đối với các khu vực A đến D nêu trong Bảng 4 được phép giảm xuống bằng cách nhân với các hệ số φ_3 hoặc φ_4 như sau:

a) Đối với các khu vực A và B (xem Bảng 4):

$$\varphi_3 = 0,4 + \frac{\varphi_1 - 0,4}{\sqrt{n}} \geq 0,5 \quad (5)$$

b) Đối với các khu vực C và D (xem Bảng 4):

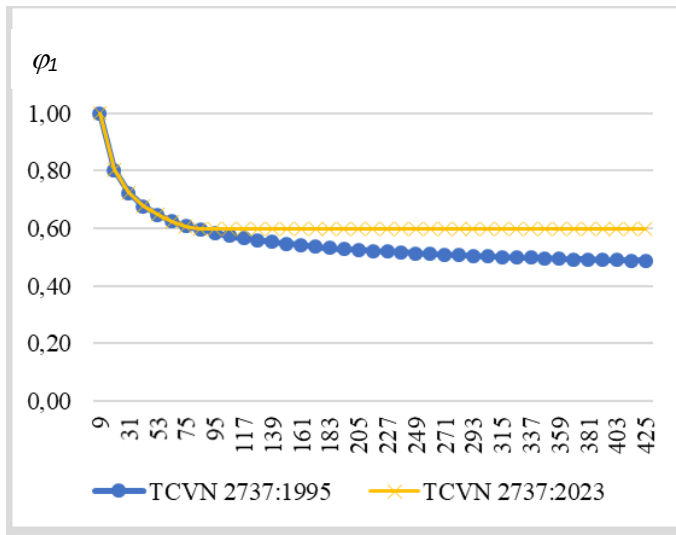
$$\varphi_4 = 0,5 + \frac{\varphi_2 - 0,5}{\sqrt{n}} \geq 0,5 \quad (6)$$

trong đó:

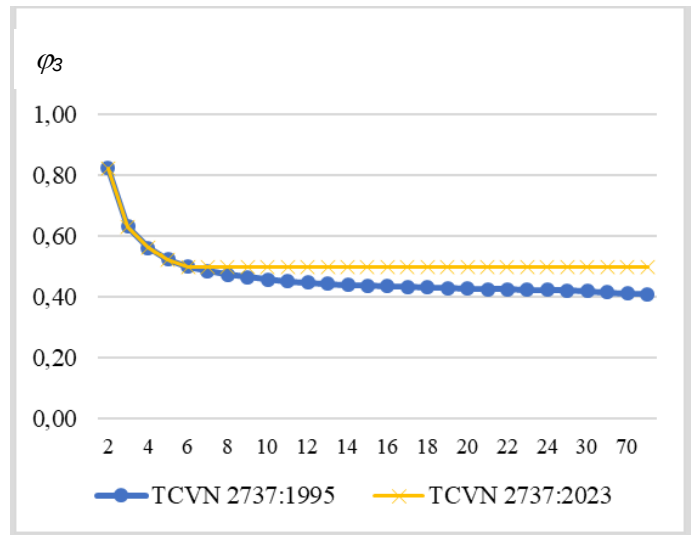
φ_1 và φ_2 xác định theo 6.7;

n là tổng số các sàn mà tải trọng truyền từ chúng được kể đến trong tính toán tiết diện đang xét của cột, tường, móng.

Bình luận: Các hệ số từ φ_1 , φ_2 , φ_3 , φ_4 trong TCVN 2737:2023 về cơ bản giống các hệ số φ_{A1} , φ_{A2} , φ_{n1} , φ_{n2} nhưng có bổ sung giá trị lớn nhất của φ_1 , φ_2 là 0,6 và giá trị lớn nhất của φ_3 , φ_4 là 0,5.



Hình 2 – So sánh hệ số φ_1 trong TCVN 2737:2023 và TCVN 2737:1995



Hình 3 – So sánh hệ số φ_3 trong TCVN 2737:2023 và TCVN 2737:1995

7 Trọng lượng của kết cấu và đất

7.1 Giá trị tiêu chuẩn của trọng lượng kết cấu chế tạo trong nhà máy cần được xác định theo các tiêu chuẩn, các bản vẽ thi công hoặc số liệu trong lý lịch thiết bị của nhà sản xuất chế tạo, đối với các kết cấu xây dựng khác và đất – theo kích thước thiết kế và trọng lượng đơn vị của vật liệu và đất có kể đến độ ẩm thực tế của chúng trong các điều kiện thi công và sử dụng công trình.

Trọng lượng đơn vị của một số loại vật liệu có thể tham khảo Phụ lục A.

Bình luận: Trọng lượng đơn vị của một số vật liệu khác có thể tham khảo trong Phụ lục HDA.1.

7.2 Hệ số độ tin cậy về tải trọng γ_f của trọng lượng kết cấu xây dựng và nền lấy theo Bảng 1.

7.3 Khi kiểm tra kết cấu về ổn định vị trí chống lật, cũng như trong các trường hợp khác khi sự giảm trọng lượng kết cấu và đất có thể làm cho điều kiện làm việc của kết cấu nguy hiểm hơn, thì cần tiến hành tính toán với hệ số độ tin cậy về tải trọng $\gamma_f = 0,9$ đối với trọng lượng kết cấu hoặc bộ phận của kết cấu, nếu không có quy định giá trị khác trong các tiêu chuẩn về thiết kế kết cấu và nền.

Khi đó, cũng cần kể đến trường hợp giá trị tiêu chuẩn giảm của tải trọng tạm thời ngắn hạn.

Bảng 3 (1) – Hệ số độ tin cậy về tải trọng γ_f của trọng lượng kết cấu và đất

Kết cấu công trình và loại đất	Giá trị γ_f
1. Kết cấu	
a) Kim loại, trừ trường hợp nêu trong 7.3	1,05
b) Bê tông (có khối lượng thể tích trung bình lớn hơn 1 600 kg/m ³), bê tông cốt thép, khối xây, gỗ	1,1
c) Bê tông (có khối lượng thể tích nhỏ hơn hoặc bằng 1 600 kg/m ³), các lớp ngăn cách, lớp căn phẳng, lớp hoàn thiện (bản, vật liệu cuộn, đệm, lớp lán phẳng và tương tự), được sản xuất, chế tạo:	

Kết cấu công trình và loại đất	Giá trị γ_f
– Trong nhà máy – Ngoài công trường	1,2 1,3
2. Đất	
a) Nguyên thổ	1,1
b) Đắp	1,15
CHÚ THÍCH: Khi xác định tải trọng do đất, cần kể đến tải trọng do vật liệu chất đống, thiết bị, phương tiện giao thông truyền lên đất.	

8 Tải trọng do thiết bị, người, động vật, vật liệu và sản phẩm chất kho, phương tiện giao thông, xe chữa cháy

8.1 Yêu cầu chung

Điều này quy định các tải trọng do người, động vật, thiết bị, sản phẩm, vật liệu, vách ngăn tạm thời, phương tiện giao thông tác dụng lên các sàn tầng, sàn mái, cầu thang bộ của nhà và công trình và sàn trên nền đất.

Các phương án chất các tải này lên sàn tầng lấy theo các điều kiện dự tính khi thi công và khai thác sử dụng nhà tại vị trí bất lợi nhất.

Nếu trong giai đoạn thiết kế, dữ liệu về các điều kiện này không đầy đủ, thì khi tính kết cấu và nền móng phải xét các phương án chất tải sau đây đối với các sàn tầng riêng biệt:

- Chất tải kín sàn tầng bằng tải trọng đã chọn;
- Chất tải từng phần bất lợi lên sàn tầng khi tính toán kết cấu và nền mà nhạy cảm với sơ đồ chất tải;
- Không có tải trọng tạm thời tác dụng lên sàn.

8.2 Xác định tải trọng do thiết bị, vật liệu và sản phẩm chất kho

8.2.1 Tải trọng do thiết bị (trong đó có các đường ống dẫn, phương tiện giao thông), vật liệu và sản phẩm chất kho được xác định theo nhiệm vụ thiết kế trên cơ sở các giải pháp công nghệ, trong đó phải nêu được:

a) Các vị trí bố trí có thể có trên từng sàn tầng và sàn trên nền đất; kích thước bệ đỡ thiết bị; kích thước các khu vực chất kho và bảo quản vật liệu và sản phẩm; các vị trí di chuyển có thể có của thiết bị trong quá trình sử dụng hoặc sắp xếp lại mặt bằng;

b) Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng và hệ số độ tin cậy về tải trọng lấy theo các chỉ dẫn của tiêu chuẩn này; đối với máy có tải trọng động – giá trị tiêu chuẩn của lực quán tính, hệ số độ tin cậy về tải trọng của lực quán tính, cũng như các đặc trưng cần thiết khác.

Tải trọng thực tế tác dụng lên sàn tầng cho phép được thay thế bằng tải trọng phân bố đều tương đương mà giá trị đã tính của tải trọng này phải đảm bảo khả năng chịu lực yêu cầu và độ cứng yêu cầu của các cấu kiện kết cấu và các nút kết cấu theo điều kiện chất tải trọng thực tế.

8.2.2 Giá trị tiêu chuẩn của trọng lượng thiết bị (kể cả đường ống dẫn) được xác định theo các tiêu chuẩn và theo tài liệu kỹ thuật của nhà sản xuất, chế tạo, còn đối với các thiết bị phi tiêu chuẩn – theo các thông số kỹ thuật trong lý lịch thiết bị hay bản vẽ thi công, chế tạo.

Tải trọng do trọng lượng thiết bị bao gồm: trọng lượng bản thân của thiết bị hay máy móc (trong đó kể cả hệ dẫn động, thiết bị gá lắp cố định, bệ đỡ, lớp bê tông hoặc vữa làm đế lót); trọng lượng lớp ngăn cách; trọng lượng các vật liệu chứa trong thiết bị; trọng lượng các chi tiết gia công nặng nhất; trọng lượng vật vận chuyển theo sức nâng danh nghĩa và tương tự.

Khi đó, cần dự tính các biện pháp để loại trừ được sự cần thiết phải gia cường kết cấu chịu lực liên quan đến sự di chuyển thiết bị công nghệ trong thời gian lắp ráp hoặc khai thác sử dụng nhà và công trình.

Khi tính toán các cấu kiện khác nhau, số xe bốc xếp (bao gồm cả xe nâng), thiết bị lắp đặt được kể đến đồng thời và sơ đồ bố trí chúng trên sàn tầng được lấy theo nhiệm vụ thiết kế trên cơ sở các giải pháp công nghệ.

Tác động động lực của tải trọng thẳng đứng do xe bốc xếp hay xe điện nâng chuyển di động được phép xét đến bằng cách nhân giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tĩnh với hệ số động lực $\xi = 1,2$.

8.2.3 Khi chọn giá trị tiêu chuẩn của tải trọng trong các phòng kho, phải kể đến tải trọng phân bố đều tương đương lên sàn tầng, sàn mái, và sàn trên nền đất, cũng như tải trọng đứng tập trung, và khi cần thiết, tải trọng ngang tập trung đặt lên để kể đến ảnh hưởng bất lợi nhất có thể của tải trọng và tác động cục bộ.

Các tải trọng này cần được lấy theo nhiệm vụ thiết kế trên cơ sở các giải pháp công nghệ, có kể đến trọng lượng đơn vị của các vật liệu và sản phẩm chất kho, sự bố trí chúng trên diện tích phòng và giá trị lớn nhất của chiều cao chất kho và lấy không nhỏ hơn các giá trị nêu trong Bảng 2.

Bảng 4 (2) – Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng lên sàn khu vực kho

Khu vực	Giá trị tải trọng phân bố đều $q_{k,t}$, kN/m ²	Giá trị tải trọng tập trung $Q_{k,t}$, kN
Khu vực E: Khu vực kho		
E1: Kho thương mại	Không nhỏ hơn 5,0	Không nhỏ hơn 6,0
E2: Phòng kho xưởng và công nghiệp	Theo nhiệm vụ thiết kế, nhưng không nhỏ hơn: 3,0 – để tính bản sàn và dầm phụ; 2,0 – để tính xà (dầm), cột và móng.	Theo nhiệm vụ thiết kế, nhưng không nhỏ hơn 3,0
E3: Kho sách, kho lưu trữ	Theo nhiệm vụ thiết kế, nhưng không nhỏ hơn 5,0	Không nhỏ hơn 6,0
CHÚ THÍCH: Giá trị $q_{k,t}$ dùng để xác định hiệu ứng tổng thể và giá trị $Q_{k,t}$ dùng để xác định hiệu ứng cục bộ. Các giá trị $q_{k,t}$ và $Q_{k,t}$ không áp dụng đồng thời.		

8.2.4 Hệ số độ tin cậy về tải trọng γ_f của trọng lượng thiết bị và vật liệu lấy theo Bảng 3.

Bảng 5 (3) – Hệ số độ tin cậy về tải trọng γ_f của lượng thiết bị và vật liệu

Thiết bị và vật liệu	Giá trị γ_f
1. Thiết bị cố định	1,05
2. Lớp ngăn cách của thiết bị cố định	1,2
3. Các chất chứa trong thiết bị (trong đó có bể chứa và đường ống):	
a) Chất lỏng	1,0

Thiết bị và vật liệu	Giá trị γ_f
b) Chất huyền phù, chất cặn, vật liệu rời	1,1
4. Xe bốc xếp và xe điện nâng chuyển di động (gồm cả vật bốc xếp và di chuyển)	1,2
5. Vật liệu và sản phẩm chất kho	1,2
6. Kho sách, kho lưu trữ	1,2

8.3 Tải trọng phân bố đều

8.3.1 Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn phân bố đều lên sàn, mái, cầu thang bộ và sàn trên nền đất được nêu trong Bảng 4.

Bảng 6 (4) – Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn phân bố đều $q_{k,t}$ lên sàn, mái, cầu thang bộ

Khu vực	Giá trị $q_{k,t}$, kN/m ² , không nhỏ hơn
Khu vực A: Khu vực ở	
A1: Căn hộ nhà ở; phòng ngủ của trường mầm non và trại trẻ mồ côi; phòng ngủ của nhà nghỉ, nhà dưỡng lão, ký túc xá và khách sạn; phòng ngủ và nghỉ của bệnh viện và nhà nghỉ dưỡng; bếp và vệ sinh: a) Sàn b) Ban công, lô gia	1,5 2,0
A2: Sảnh, phòng chờ, hành lang, cầu thang bộ (với các đường đi lại liên quan) thông với khu vực A1	3,0
Khu vực B: Khu vực làm việc, văn phòng, kỹ thuật	
B1: Phòng làm việc của trụ sở cơ quan, phòng làm việc cho người nghiên cứu khoa học; phòng sinh hoạt (phòng vệ sinh, phòng tắm, phòng để quần áo) của cơ sở công nghiệp và của nhà và công trình công cộng: a) Sàn b) Ban công, lô gia	2,0 2,5
B2: Phòng làm việc và phòng thí nghiệm của cơ sở y tế; phòng thí nghiệm của cơ sở giáo dục, đào tạo, khoa học; phòng máy tính; khu bếp nhà công cộng; phòng của cơ sở dịch vụ đời sống (cắt tóc, xưởng mỹ thuật và tương tự): a) Sàn b) Ban công, lô gia	2,0 2,5
B3: Gian phòng kỹ thuật	2,0
B4: Sảnh, phòng chờ, hành lang, cầu thang bộ (với các đường đi lại liên quan) thông với các khu vực B1, B2 và B3	3,0
B5: Các khu vực bảo dưỡng và sửa chữa thiết bị trong các phòng xưởng	1,5
Khu vực C: Khu vực có thể tập trung đông người, trừ các khu vực A, B và D	
C1: Các khu vực có bàn và tương tự: C1.1 Phòng học của cơ sở giáo dục, lễ tân	2,0

Khu vực	Giá trị $q_{k,t}$, kN/m ² , không nhỏ hơn
C1.2 Phòng đọc sách	2,0
C1.3 Phòng ăn, ví dụ: trong quán cà phê, nhà hàng, nhà ăn	3,0
C1.4 Sảnh, phòng chờ, hành lang, cầu thang bộ (với các đường đi lại liên quan) thông với các khu vực C1.1, C1.2 và C1.3	3,0
C2: Các khu vực có ghế gắn cố định:	
C2.1 Rạp chiếu phim, rạp hát, nhà thờ, phòng hòa nhạc, phòng hội trường, phòng họp, phòng chờ	4,0
C2.2 Sảnh, phòng chờ, hành lang, cầu thang bộ (với các đường đi lại liên quan) thông với khu vực C2.1	4,0
C3: Khu vực người đi lại tự do, ví dụ: các khu vực trong nhà thờ, bảo tàng; các gian phòng triển lãm, các gian phòng trưng bày và tương tự, và các khu vực thông với chúng trong công trình công cộng, trụ sở cơ quan, khách sạn, bệnh viện; sân ga đường sắt; cầu vượt bộ hành sân ga	4,0
C4: Khu vực người hoạt động nhiều, ví dụ: phòng khiêu vũ, phòng tập thể hình, phòng bida và các khu vực thông với chúng như sảnh, phòng chờ, hành lang, cầu thang bộ (với các đường đi lại liên quan)	4,0
C5: Khu vực tập trung rất đông người	
C5.1 Khu vực có các sự kiện cộng đồng như: phòng hòa nhạc; phòng tập thể thao, khán đài; ban công và các phòng tập trung đông người thông với ban công; sân khấu; sân thượng; cầu vượt bộ hành tại sân ga đường sắt lớn; sân ga đường sắt lớn, tàu điện ngầm, tàu điện trên cao và tương tự; gian lánh nạn	5,0
C5.2 Sảnh, phòng chờ, hành lang, cầu thang bộ (với các đường đi lại liên quan) thông với khu vực C5.1	5,0
Khu vực D: Khu vực thương mại	
D1: Khu vực cửa hàng kinh doanh bán lẻ	4,0
D2: Khu vực bán hàng ở trung tâm thương mại, siêu thị và tương tự	5,0
Khu vực H: Mái không sử dụng, chỉ có người đi lại sửa chữa	0,3
Khu vực I: Mái có sử dụng	
I1: Những chỗ tập trung đông người (đi từ các phòng xường, phòng họp lớn, phòng hội trường và tương tự)	4,0
I2: Những chỗ nghỉ ngơi	1,5
I3: Những chỗ khác	0,7
Khu vực L: Khu vực chăn nuôi	
L1: Khu vực chăn nuôi gia súc nhỏ	2,0 ¹⁾
L2: Khu vực chăn nuôi gia súc lớn	5,0 ¹⁾
¹⁾ Tải trọng cho các khu vực này lấy theo nhiệm vụ thiết kế trên cơ sở giải pháp công nghệ, nhưng không nhỏ hơn các giá trị nêu tại các khu vực L1 và L2.	

Khu vực	Giá trị $q_{k,t}$, kN/m ² , không nhỏ hơn
CHÚ THÍCH 1: Riêng cầu thang bộ và tiền sảnh (trước cửa ra vào chính) của nhà ở và tổ hợp cao trên 75 m; công trình công cộng cao trên 50 m và nhà đa năng (mà trong đó các gian phòng có công năng công cộng được bố trí ở độ cao trên 50 m) thì $q_{k,t}$ lấy không nhỏ hơn 5,0 kN/m². CHÚ THÍCH 2: Riêng sảnh, phòng chờ, hành lang tầng 1 của các nhà và công trình nêu tại CHÚ THÍCH 1 thì $q_{k,t}$ lấy không nhỏ hơn 4,0 kN/m². CHÚ THÍCH 3: Khi thiết kế các gian phòng khiêu vũ, sân khấu nhà hát và khán đài công trình thể thao thì phải kể đến tác dụng động của tải trọng với tần số bằng 2 Hz và biên độ bằng 1,7 kPa. Giá trị hệ số động lực, cũng như diện tích tác dụng được quy định trong các tiêu chuẩn về thiết kế hoặc trong nhiệm vụ thiết kế.	

Bình luận: Các giá trị trong Bảng 4, TCVN 2737:2023 tương tự như Bảng 3, TCVN 2737:1995 nhưng chi tiết hơn, nhiều khu vực hơn. Trong Bảng 4 này đã bỏ cột 4 của Bảng 3, TCVN 2737:1995. Các giá trị thành phần ngắn hạn này được tính bằng cách lấy giá trị trong Bảng 4 nhân với hệ số giảm η quy định trong 8.3.3, 8.5.4 và 9.19.

8.3.2 Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng do trọng lượng các tường (vách) ngăn tạm thời tác dụng lên xà (dầm), sàn tầng được lấy phụ thuộc vào kết cấu, sơ đồ bố trí và đặc điểm tựa lên sàn tầng và tường của chúng. Tải trọng vừa nêu được phép coi là tải trọng phân bố đều bổ sung với giá trị tiêu chuẩn được lấy trên cơ sở tính toán theo sơ đồ bố trí đã dự tính, nhưng không nhỏ hơn 1,0 kN/m².

8.3.3 Giá trị tiêu chuẩn giảm $q_{k,per}$ của các tải trọng tạm thời ngắn hạn phân bố đều nêu trong Bảng 4 lấy bằng các giá trị $q_{k,t}$ nêu trong Bảng 4 (trừ các khu vực B5 và H) nhân với hệ số giảm $\eta = 0,35$, nếu trong các tiêu chuẩn về thiết kế kết cấu và nền không quy định giá trị khác tùy thuộc vào tình huống tính toán đang xét.

8.3.4 Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng ngang tác dụng lên tay vịn của cầu thang bộ và ban công lấy bằng:

- 0,5 kN/m – đối với nhà ở, nhà mẫu giáo, mầm non, nhà nghỉ, nhà dưỡng lão, bệnh viện và các cơ sở khám chữa bệnh khác;
- 1,5 kN/m – đối với khán đài và phòng thể thao;
- 0,8 kN/m hoặc theo nhiệm vụ thiết kế – đối với nhà và công trình khác;
- 0,3 kN/m – đối với các sàn phục vụ, cầu nhỏ, rào chắn mái dành cho người đi lại không lâu, giá trị tiêu chuẩn của tải trọng ngang tác dụng lên tay vịn lan can, nếu trong nhiệm vụ thiết kế trên cơ sở các giải pháp công nghệ không yêu cầu giá trị tải trọng lớn hơn.

8.3.5 Hệ số độ tin cậy về tải trọng γ_f của:

- các tải trọng phân bố đều nêu trong 8.3.1: lấy bằng 1,3;
- trọng lượng tường (vách) ngăn tạm thời nêu trong 8.3.2: lấy theo 8.2.4;
- các tải trọng nêu trong 8.3.4: lấy bằng 1,2.

8.4 Tải trọng tập trung

8.4.1 Các bộ phận chịu lực của sàn tầng, sàn mái, cầu thang bộ và ban công (lô gia) cần được kiểm tra khả năng chịu tải trọng tập trung thẳng đứng đặt lên một bộ phận tại một vị trí bất lợi trên một diện tích hình vuông có cạnh không lớn hơn 100 mm.

8.4.2 Nếu trong nhiệm vụ thiết kế trên cơ sở các giải pháp công nghệ không quy định giá trị tiêu chuẩn lớn hơn của tải trọng tập trung thì giá trị tiêu chuẩn được lấy bằng:

- a) 1,5 kN – đối với sàn tầng và cầu thang bộ;
- b) 1,0 kN – đối với sàn tầng áp mái, sàn mái, sân thượng và ban công;
- c) 0,5 kN – đối với mái mà chỉ đi được trên đó bằng thang hoặc cầu nhỏ.

Đối với các bộ phận mà được tính chịu tải trọng cục bộ do thiết bị hoặc phương tiện giao thông có thể sinh ra trong các quá trình thi công và khai thác sử dụng, thì được phép không cần kiểm tra chịu tải trọng tập trung nêu trên.

8.4.3 Đối với tải trọng tập trung nêu trong 8.4.2, lấy hệ số độ tin cậy về tải trọng $\gamma_f = 1,2$.

8.5 Tải trọng do phương tiện giao thông

8.5.1 Điều này quy định các giá trị tải trọng thẳng đứng tác dụng lên sàn tầng, sàn mái và sàn trên nền đất do các bánh xe của các phương tiện giao thông di chuyển tự do, cũng như trên các đường ray.

Giá trị tính toán của các tải trọng đó bao gồm trọng lượng bản thân của phương tiện giao thông và tải trọng có ích đã được xác định bởi các thông số kỹ thuật theo lý lịch phương tiện giao thông của nhà sản xuất, chế tạo.

Trong các trường hợp nêu trong các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu, cũng cần kể đến tải trọng ngang truyền vào các bộ phận của kết cấu chịu lực của nhà và công trình.

Các tải trọng đứng và ngang, phương pháp và sự bố trí tải trọng cần được xác định trong từng trường hợp cụ thể theo nhiệm vụ thiết kế.

Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn tương đương thẳng đứng phân bố đều và cục bộ lên các sàn (sàn tầng, sàn mái và sàn trên nền đất) của bãi đỗ xe được xác định theo Bảng 5.

8.5.2 Khi tính toán chọc thủng bản sàn tầng và trong các trường hợp kể đến tác động cục bộ thì cần kể đến các tải trọng tập trung có giá trị bằng $0,5Q_{k,t}$ đặt lên hai diện tích hình vuông nằm cách nhau 1,8 m tại vị trí bất lợi nhất (mỗi hình vuông có cạnh bằng 100 mm đối với khu vực F trong Bảng 5 và bằng 200 mm đối với khu vực G trong Bảng 5). Các tải trọng tập trung vừa nêu không được xét đồng thời với tải trọng phân bố đều $q_{k,t}$.

8.5.3 Giá trị tính toán của tải trọng nêu trong Bảng 5 được phép chính xác lại dựa theo các thông số kỹ thuật của phương tiện giao thông vận tải có kể đến sơ đồ bố trí cho trước và hệ số động lực $\xi \geq 1,4$.

Bảng 7 (5) – Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn tương đương thẳng đứng phân bố đều và cục bộ lên các sàn (sàn tầng, sàn mái và sàn trên nền đất) của bãi đỗ xe

Khu vực	Tải trọng phân bố đều $q_{k,t}$, kN/m ² , không nhỏ hơn	Tải trọng tập trung $Q_{k,t}$, kN, không nhỏ hơn
Khu vực F: Bãi đỗ xe trong nhà cho phương tiện giao thông có tổng trọng lượng không lớn hơn 30 kN: a) Khu vực đỗ xe	3,5	20,0

Khu vực	Tải trọng phân bố đều $q_{k,t}$, kN/m ² , không nhỏ hơn	Tải trọng tập trung $Q_{k,t}$, kN, không nhỏ hơn
b) Đường dốc và đoạn đường vào cửa tầng hầm/nửa hầm	5,0	25,0
Khu vực G: Bãi đỗ xe trong nhà cho phương tiện giao thông có tổng trọng lượng lớn hơn 30 kN nhưng không lớn hơn 160 kN: a) Khu vực đỗ xe b) Đường dốc và đoạn đường vào cửa tầng hầm/nửa hầm	5,0 7,0	90 100
Khu vực G1: Bãi đỗ xe cho phương tiện giao thông có tổng trọng lượng lớn hơn 160 kN	Theo nhiệm vụ thiết kế	
CHÚ THÍCH 1: Tổng trọng lượng là tổng của trọng lượng bản thân phương tiện giao thông và tải trọng có ích lớn nhất trong xe. CHÚ THÍCH 2: Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng đối với khu vực G cần được lấy theo nhiệm vụ thiết kế trên cơ sở các giải pháp công nghệ. CHÚ THÍCH 3: Giá trị $q_{k,t}$ dùng để xác định hiệu ứng tổng thể và giá trị $Q_{k,t}$ dùng để xác định hiệu ứng cục bộ. Các giá trị $q_{k,t}$ và $Q_{k,t}$ không áp dụng đồng thời trong một tổ hợp tải trọng.		

8.5.4 Giá trị tiêu chuẩn giảm $q_{k,qper}$ của các tải trọng tạm thời ngắn hạn phân bố đều nêu trong Bảng 5 lấy bằng các giá trị $q_{k,t}$ nêu trong Bảng 5 nhân với hệ số giảm $\eta = 0,6$ cho khu vực F, $\eta = 0,35$ cho khu vực G, và η theo nhiệm vụ thiết kế trên cơ sở các giải pháp công nghệ cho khu vực G1, nếu trong các tiêu chuẩn về thiết kế kết cấu và nền không quy định giá trị khác tùy thuộc vào tình huống tính toán đang xét.

8.5.5 Đối với tải trọng nêu trong 8.5.1, lấy hệ số độ tin cậy về tải trọng $\gamma_f = 1,2$.

8.6 Tải trọng do xe chữa cháy lên sàn mái phần hầm hoặc sàn mái khối đế của nhà

8.6.1 Khi tính toán nhà và công trình trong tình huống tính toán đặc biệt phải kể đến tải trọng do xe chữa cháy (là tải trọng đặc biệt, xem 5.6) theo thông số kỹ thuật của xe chữa cháy và phù hợp với nhiệm vụ thiết kế. Tải trọng này cần được kể đến trong tổ hợp đặc biệt.

Bình luận: Cần lưu ý, tải trọng do xe chữa cháy là tải trọng đặc biệt, cần được kể đến trong các tổ hợp đặc biệt.

8.6.2 Giá trị tính toán của tải trọng do xe chữa cháy tác dụng lên tường tầng hầm và sàn mái phần hầm hoặc sàn mái khối đế của nhà được lấy theo thông số kỹ thuật của phương tiện giao thông và phù hợp với nhiệm vụ thiết kế. Khi không có thông số kỹ thuật của xe chữa cháy thì giá trị tiêu chuẩn q_k của tải trọng do trọng lượng xe chữa cháy được lấy không nhỏ hơn 15 kN/m² và giá trị tính toán lấy bằng $q_d = \gamma_f \cdot \xi \cdot q_k$, trong đó γ_f là hệ số độ tin cậy về tải trọng, lấy bằng 1,2; ξ là hệ số động lực, lấy bằng 1,4.

8.6.3 Khi cho phép xe chữa cháy chạy trên sàn mái phần hầm hoặc sàn mái khối đế của nhà thì giá trị tính toán của tải trọng do xe chữa cháy tác dụng lên các mái này cần được lấy phụ thuộc vào loại xe, nhưng không nhỏ hơn 160 kN lên mỗi trục, hoặc được lấy bằng 450 kN, đặt tại vị trí bất lợi nhất có thể.

Trong tính toán phải kể các tải trọng gây nên phương án chất tải bất lợi nhất.

8.6.4 Áp lực lên sàn mái phần hầm hoặc sàn mái khối đế do chân chống xe chữa cháy phải được kể đến trong tổ hợp tải trọng riêng và lấy bằng tải trọng lớn nhất lên một chân chống khi kích nâng thủy lực chuyển động (bằng 1,75 lần tải trọng trung bình tác dụng lên chân chống đó).

8.6.5 Kích thước diện tích truyền tải từ các bánh của xe chữa cháy lên mái ở phần đường xe chạy lấy bằng $(0,2 \times 0,6)$ m; kích thước đế chân chống hoặc đệm chuyên dụng cho chân chống lấy bằng $(0,5 \times 0,5)$ m.

Bình luận: Các thông số kỹ thuật của xe chữa cháy được lấy theo nhiệm vụ thiết kế. Một số loại xe chữa cháy phổ biến ở Việt Nam như trình bày dưới đây.

Bảng 8 – Thông số kỹ thuật một số loại xe chữa cháy ở Việt Nam

Chủng loại xe	Chiều dài, mm	Chiều rộng, mm	Chiều cao, mm	Chiều dài cơ sở, mm	Tải trọng trục trước, kg	Tải trọng trục sau, kg	Tổng khối lượng, kg
MAN TGM 18.240	8.400	2.540	3.420	4.425	7.100	11.500	18.000
MAN TGM 18.280	7890	2550	3500	4123	7100	11500	18.000
MAN TGS 33.400	10.400	2.500	3.800	9.700	-	-	33.000
ISUZU FRR90HE5	6.100	2.280	2.540	-	-	-	11.000
DONGFENG 4000L	7.300	2.280	2.990	3.800	-	-	10.300
DONGFENG KLF5070GXFSG25	7.350	2.280	3.120	3.308	-	-	3.760
FN129M4/VPM-CC4000L	7.965	2.260	3.200	4.500	-	-	11.130



Hình 4 – Xe chữa cháy FN129M4/VPM-CC4000L



Hình 5 – Xe chữa cháy KLF5070GXFSG25



Hình 6 – Xe chữa cháy MAN TGS 33.400 tổng trọng lượng 33 T



Hình 7 – Xe chữa cháy MAN TGM 18.240 tổng trọng lượng 18 T

8.7 Tải trọng do trực thăng

8.7.1 Khi tính toán tải trọng lên sàn mái do trực thăng, phải kể đến tải trọng tĩnh và động.

Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn lên sàn mái nhà do trực thăng khi cất cánh được nêu trong Bảng 6.

Bảng 9 (6) – Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn lên sàn mái nhà do trực thăng

Khu vực	Hạng trực thăng theo trọng lượng cất cánh	Trọng lượng trực thăng, kN	Tải trọng cất cánh, $Q_{k,t}$, kN	Kích thước diện truyền tải, m × m
K	HC1 (nhẹ)	< 50 ¹⁾	20	0,2 × 0,2
	HC2 (trung bình)	≥ 50 và ≤ 150 ²⁾	60	0,3 × 0,3

¹⁾ Tải trọng tiêu chuẩn do trọng lượng cất cánh của trực thăng lên kết cấu đỡ chính (quy ước) không lớn hơn 20 kN.
²⁾ Tải trọng tiêu chuẩn do trọng lượng cất cánh của trực thăng lên kết cấu đỡ chính (quy ước) trên 20 kN đến 60 kN.

8.7.2 Giá trị tính toán của tải trọng do trực thăng lên sàn mái nhà khi cất cánh $F_{d,up}$ được tính theo công thức:

$$F_{d,up} = \gamma_f \xi Q_{k,t} \quad (7)$$

trong đó:

γ_f là hệ số độ tin cậy về tải trọng, lấy bằng 1,2;

ξ là hệ số động lực khi cất cánh, xét đến ảnh hưởng va chạm của trực thăng với sàn mái, cho phép lấy bằng 1,4.

Ví dụ: Với trực thăng Cabri G2 (Hình 8.1), trọng lượng trực thăng tối đa 7 kN (hạng nhẹ), giá trị tính toán của tải trọng do trực thăng khi cất cánh:

$$F_{d,up} = \gamma_f \xi Q_{k,t} = 1,2 * 1,4 * 20 = 33,6 \text{ kN}$$



Hình 8 - Trực thăng Cabri G2

Với trực thăng Bell 505 (Hình 8.2), trọng lượng cất cánh tối đa 16,7 kN (hạng nhẹ), giá trị tính toán của tải trọng do trực thăng khi cất cánh:

$$F_{d,up} = \gamma_f \xi Q_{k,t} = 1,2 * 1,4 * 20 = 33,6 \text{ kN}$$



Hình 9 - Trực thăng Bell 505

Với trực thăng UH-1 Huey (Hình 8.3), trọng lượng cất cánh tối đa 43 kN (hạng nhẹ), giá trị tính toán của tải trọng do trực thăng khi cất cánh:

$$F_{d,up} = \gamma_f \xi Q_{k,t} = 1,2 * 1,4 * 20 = 33,6 \text{ kN}$$



Hình 10 - Trực thăng UH-1 Huey

Với trực thăng EC-225 Super Puma (Hình 8.4), trọng lượng cất cánh tối đa 112 kN (hạng trung bình), giá trị tính toán của tải trọng do trực thăng khi cất cánh:

$$F_{d,up} = \gamma_f \xi Q_{k,t} = 1,2 \cdot 1,4 \cdot 60 = 100,8 \text{ kN}$$



Hình 11 - Trực thăng UH-1 Huey

8.7.3 Tải trọng va chạm do trực thăng

Khi thiết kế nhà và công trình có sàn mái dùng làm bãi đỗ trực thăng thì phải kể đến tác động do va chạm trực thăng khi hạ cánh.

Giá trị tính toán của tải trọng tĩnh tương đương thẳng đứng đứng khi hạ cánh $F_{d,down}$, kN, cần được xác định theo công thức:

$$F_{d,down} = C\sqrt{m} \quad (8)$$

trong đó:

C lấy bằng $3 \text{ kN} \cdot \text{kg}^{-0,5}$;

m là khối lượng của trực thăng, tính bằng kilôgam (kg).

Tác động do va chạm của trực thăng tác dụng lên khoảng diện tích có kích thước $(2 \times 2) \text{ m}$ tại bất kỳ vị trí nào trên sàn mái.

Bình luận: Tải trọng va chạm do trực thăng là tải trọng đặc biệt, cần xét đến trong các tổ hợp đặc biệt.

Ví dụ: Với trực thăng Cabri G2, trọng lượng trực thăng tối đa 7 kN, giá trị tính toán của tải trọng tĩnh tương đương thẳng đứng đứng khi va chạm:

$$F_{d,down} = C\sqrt{m} = 3\sqrt{700} = 79,4 \text{ kN}$$

Với trực thăng Bell 505, trọng lượng cất cánh tối đa 16,7 kN, giá trị tính toán của tải trọng tĩnh tương đương thẳng đứng đứng khi va chạm:

$$F_{d,down} = C\sqrt{m} = 3\sqrt{1670} = 122,6 \text{ kN}$$

Với trực thăng UH-1 Huey, trọng lượng cất cánh tối đa 43 kN, giá trị tính toán của tải trọng tĩnh tương đương thẳng đứng đứng khi va chạm:

$$F_{d,down} = C\sqrt{m} = 3\sqrt{4300} = 196,7 \text{ kN}$$

Với trục thăng EC-225 Super Puma, trọng lượng cất cánh tối đa 112 kN, giá trị tính toán của tải trọng tĩnh tương đương thẳng đứng khi va chạm:

$$F_{d,down} = C\sqrt{m} = 3\sqrt{11200} = 196,7 \text{ kN}$$

8.8 Tải trọng va chạm do xe nâng

Khi tính toán va chạm của xe nâng với tường và móng nhà (mà được coi là cứng) thì cần kể đến tải trọng tĩnh tương đương tính toán $F_{d,h}$, kN, xác định theo công thức:

$$F_{d,h} = \xi G_k \quad (9)$$

trong đó:

ξ là hệ số động lực, lấy bằng 5;

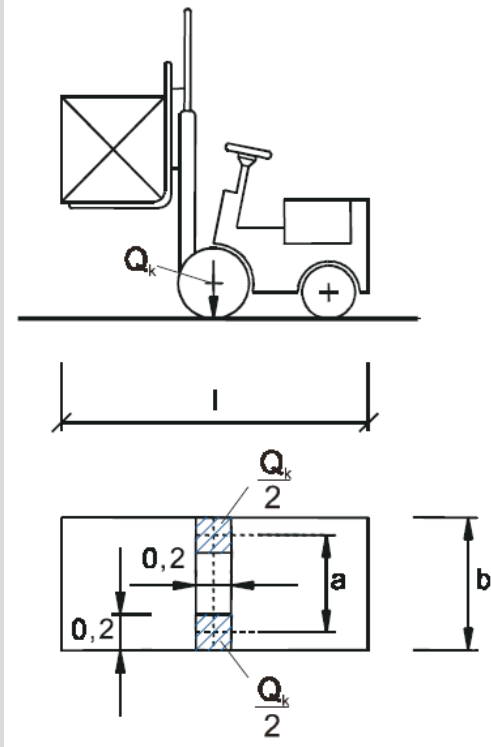
G_k là trọng lượng của xe nâng bao gồm cả trọng lượng lớn nhất của vật nâng, tính bằng kilôniutơn (kN).

Bình luận: Tải trọng va chạm do xe nâng là tải trọng đặc biệt, cần xét đến trong các tổ hợp đặc biệt.

Xe nâng hàng được phân loại theo 6 cấp từ FL 1 đến FL 6 tùy thuộc vào trọng lượng bản thân xe, kích thước và tải trọng nâng, xem Bảng 10.

Bảng 10 – Trọng lượng, kích thước của xe nâng hàng theo các cấp FL

Cấp xe nâng	Trọng lượng xe, kN	Tải trọng nâng, kN	Khoảng cách trục bánh xe a, m	Bề rộng xe b, m	Chiều dài xe l, m
FL 1	21	10	0,85	1,00	2,60
FL 2	31	15	0,95	1,10	3,00
FL 3	44	25	1,00	1,20	3,30
FL 4	60	40	1,20	1,40	4,00
FL 5	90	60	1,50	1,90	4,60
FL 6	110	80	1,80	2,30	5,10



Hình 12 - Kích thước xe nâng

Ví dụ: Với xe nâng cặp FL1 có trọng lượng xe là 21 kN, tải trọng nâng là 10 kN thì tải trọng va chạm được xác định bằng:

$$F_{d,h} = \xi G_k = 5 \cdot (21 + 10) = 155 \text{ kN}$$

Với xe nâng cặp FL5 có trọng lượng xe là 90 kN, tải trọng nâng là 60 kN thì tải trọng va chạm được xác định bằng:

$$F_{d,h} = \xi G_k = 5 \cdot (90 + 60) = 750 \text{ kN}$$

9. (11) Độ võng và chuyển vị

9.1 (11.1) Phạm vi áp dụng

Điều này quy định các giá trị giới hạn về độ võng và chuyển vị của kết cấu chịu lực và bao che (ngăn che) của nhà và công trình khi tính toán theo các trạng thái giới hạn thứ hai dưới tác dụng của tải trọng tĩnh.

CHÚ THÍCH: Yêu cầu về khống chế mức độ dao động của kết cấu được quy định trong các tiêu chuẩn thiết kế, vệ sinh dịch tễ hoặc nhiệm vụ thiết kế.

Điều này không áp dụng cho các công trình thủy công, giao thông, nhà máy điện nguyên tử, cũng như cột đường dây tải điện trên không, cột đỡ thiết bị phân phối ngoài trời và cột đỡ ăng ten của các công trình thông tin liên lạc.

9.2 (11.2) Yêu cầu chung

9.2.1 (11.2.1) Khi tính toán các kết cấu xây dựng cần phải thỏa mãn điều kiện:

$$f \leq f_u \quad (10)$$

trong đó:

f là độ võng (độ võng) hoặc chuyển vị của các cấu kiện của kết cấu (hay kết cấu tổng thể), được xác định có kể đến các yếu tố có ảnh hưởng đến các giá trị của chúng theo Phụ lục G;

f_u là độ võng (độ võng) hoặc chuyển vị giới hạn được quy định trong tiêu chuẩn này.

Việc tính toán phải được thực hiện xuất phát từ các yêu cầu sau đây:

- Yêu cầu công nghệ (đảm bảo điều kiện sử dụng bình thường của các thiết bị công nghệ, các thiết bị nâng chuyển, các dụng cụ đo đạc và kiểm tra, v.v...);
- Yêu cầu cấu tạo (đảm bảo tính toàn vẹn của các cấu kiện tiếp giáp với nhau và các mối nối của chúng, đảm bảo độ nghiêng cho trước);
- Yêu cầu tâm sinh lý (ngăn ngừa các tác động có hại và cảm giác không thoải mái khi kết cấu dao động);
- Yêu cầu thẩm mỹ - tâm lý (đảm bảo có ấn tượng tốt về hình dáng bên ngoài của kết cấu, loại trừ các cảm giác sợ nguy hiểm).

Khi tính toán, mỗi yêu cầu trên cần được thỏa mãn riêng biệt không phụ thuộc lẫn nhau.

Bình luận: Cần lưu ý rằng độ võng, chuyển vị của kết cấu nhà và công trình cần được tính toán, kiểm tra với bốn yêu cầu độc lập nêu trên, tùy thuộc vào nhiệm vụ thiết kế.

9.2.2 (11.2.2) Các tình huống tính toán mà trong đó cần xác định độ võng và chuyển vị, các tải trọng tương ứng với chúng, cũng như các yêu cầu liên quan đến độ võng thì công được nêu trong G.1.5 (Phụ lục G).

9.2.3 (11.2.3) Độ võng của các cấu kiện kết cấu theo yêu cầu thẩm mỹ - tâm lý không cần phải khống chế nếu độ võng này không làm xấu đi hình dáng bên ngoài của kết cấu (ví dụ: mái màng, mái đua nghiêng, kết cấu có cánh dưới treo hoặc nâng cao), hoặc nếu các cấu kiện kết cấu bị khuất tầm nhìn.

CHÚ THÍCH: Đối với tất cả các dạng mái thì tính toàn vẹn của lớp phủ mái cần được đảm bảo bằng các biện pháp cấu tạo (ví dụ: sử dụng cơ cấu bù trừ hoặc tạo tính liên tục cho các bộ phận của mái) mà không phải bằng biện pháp tăng độ cứng của các cấu kiện chịu lực.

9.2.4 (11.2.4) Đối với các cấu kiện của mái cần phải đảm bảo sao cho ngay cả khi tính cả độ võng của chúng thì độ dốc của mái theo một trong các phương không nhỏ hơn 1/200 (trừ các trường hợp được nêu trong các tiêu chuẩn khác).

9.2.5 (11.2.5) Hệ số động lực ξ đối với các tải trọng do xe bốc xếp, xe điện nâng chuyển di động, cầu trục và cần trục treo lấy bằng 1,0.

9.3 (11.3) Độ võng giới hạn

9.3.1 (11.3.1) Độ võng giới hạn của các cấu kiện kết cấu của mái và sàn tầng theo các yêu cầu về công nghệ, cấu tạo và tâm sinh lý cần được tính từ trục uốn của cấu kiện tương ứng với trạng thái tại thời điểm đặt tải trọng gây ra độ võng cần tính, còn theo yêu cầu thẩm mỹ - tâm lý thì được tính từ đường thẳng nối các gối tựa của các cấu kiện này (xem cùng G.1.7, Phụ lục G).

9.3.2 (11.3.2) Khoảng cách (khe hở) từ đỉnh xe con của cầu trục đến điểm dưới cùng của kết cấu chịu lực bị võng của mái (hoặc các vật gắn với chúng) lấy không nhỏ hơn 100 mm.

9.3.3 (11.3.3) Độ võng giới hạn đối với các tình huống tính toán khác nhau được nêu trong G.2, Phụ lục G.

9.4 (11.4) Chuyển vị giới hạn

Chuyển vị giới hạn quy định trong Phụ lục G.

10. (Phụ lục A) Trọng lượng đơn vị của vật liệu

10.1 (A.1) Trọng lượng đơn vị của một số vật liệu có thể tham khảo trong Bảng A.1.

Bảng 11 (A.1) – Trọng lượng đơn vị của một số vật liệu

Đơn vị tính bằng kilôniutơn trên mét khối

Vật liệu	Giá trị
1. Nhôm	27,0
2. Thép	78,5
3. Bê tông nặng không có cốt thép	24,0
4. Bê tông nặng có cốt thép	25,0
5. Kính tấm	25,0

10.2 (A.2) Để có thêm thông tin, trọng lượng đơn vị của các vật liệu khác có thể tham khảo trong các tiêu chuẩn sản phẩm và các tài liệu kỹ thuật do nhà sản xuất, chế tạo công bố.

Bình luận: Trọng lượng riêng một số loại vật liệu có thể tham khảo Bảng 12 dưới đây.

Bảng 12 - Trọng lượng riêng của một số vật liệu khác (tham khảo)

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghiêng φ
K.1. Gỗ, kN/m³			
1	Tuyết tùng	4	Thay đổi tùy thuộc tỷ lệ nước
2	Linh sam, độc cần, bạch dương	4-5	Thay đổi tùy thuộc tỷ lệ nước
3	Thông, thông đỏ	5-6	Thay đổi tùy thuộc tỷ lệ nước
4	Xoan, tần bì, bu-lô, lá lĩnh	6-7	Thay đổi tùy thuộc tỷ lệ nước
5	Sồi xanh	7-8	Thay đổi tùy thuộc tỷ lệ nước
6	Sồi, bạch đàn		Thay đổi tùy thuộc tỷ lệ nước
7	Đàn hương	5	Thay đổi tùy thuộc tỷ lệ nước
8	Mùn cưa	2-2,5	Có chất bảo quản, 3 kN/m ³
9	Ván ép làm từ gỗ mềm	5	
10	Ván gỗ ép fiber board	4-5	
11	Ván gỗ ép cork board	2,5	
12	Ván gỗ ép chipboard	6	
13	Ván ép làm từ gỗ birch	7	
14	Ván gỗ ép lamiboard và blockboard	4,5	
K.2. Gỗ dán, kN/m²			
15	Veneer 3 lớp (bạch dương)	0,019	
16	Veneer 3 lớp (gỗ bass)	0,028	
17	Veneer 3 lớp (tần bì)	0,028	
18	Veneer 5 lớp (bạch dương)	0,03	
19	Veneer 5 lớp (gỗ bass)	0,034	
20	Veneer 5 lớp (tần bì)	0,04	
21	Mây, trúc, mía ép (tính cho chiều dày 10 mm)	0,03	Chiều dày thông dụng là 13 mm, 15 mm, 19 mm và 25 mm
22	Màn cách âm (tính cho chiều dày 10 mm)	0,03	Chiều dày thông dụng là 13 mm và 20 mm
23	Tấm gỗ xylolite (tính cho chiều dày 10 mm)	0,12	Chiều dày thông dụng là 6 mm và 20 mm
K.3. Sản phẩm từ quặng kim loại, kN/m³			
24	Gang nguyên khối	72,5	
25	Gang thành phẩm	77,5	
26	Gang vụn	27,6	
27	Quặng hematite	25-30	

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghỉ φ
28	Sắt nguyên khối	71-72,5	
29	Sắt (đồ trang trí, thành phẩm)	76	
30	Thép	78,5	
31	Đồng nguyên chất	89	
32	Đồng thau, gunmetal	89	
33	Quặng đồng sunfua	42	
34	Nhôm	27	
35	Hợp kim nhôm	28	
36	Kẽm	70,5	
37	Quặng mỏ kẽm	40,5	
38	Chì	114	
39	Khoáng galen	74.5	
40	Vàng	193	
41	Bạch kim	213	
42	Bạc	105	
43	Thiếc	73,5	
44	Kẽm	89	
45	Thủy ngân	136	
46	Vonfam	189	
47	Magie	18,5	
48	Antimon	66,6	
49	Tinh thể	29,5	
50	Borac	17,5	
51	Quặng lưu huỳnh	20,5	
52	Quặng mỏ amiăng	24,6	
53	Amiăng	10	Nén, ép
54	Amiăng	4	Rời, độ ẩm không quá 15 %
55	Caolin	22	
56	Thạch cao mỏ	25,5	
57	Thạch cao	13-14,5	Góc nghỉ $\varphi = 30^\circ$
58	Thạch cao bột	9	Góc nghỉ $\varphi = 40^\circ$
K.4. Đất, cát, đá, sỏi, kN/m³			

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghỉ φ
59	Đất mùn	15-16	Khô, $\varphi = 40^\circ$; ướt $\varphi = 35^\circ$; rất ướt $\varphi = 25^\circ$
60	Cát	13,5	Khô, mềm, độ rỗng 1,0
61	Cát	16	Khô, $\varphi = 40^\circ$, nén chặt
62	Cát	18	Ướt, $\varphi = 35^\circ$, nén chặt
63	Cát	20	Rất ướt, $\varphi = 35^\circ$, nén chặt
64	Sỏi	12,2	Khô
65	Sỏi pha cát	16	Khô, $\varphi = 35^\circ$, nén chặt
66	Sỏi pha cát	18	Ướt, $\varphi = 35^\circ$, nén chặt
67	Sỏi pha cát	20	Rất ướt, $\varphi = 25^\circ$, nén chặt
68	Sỏi pha cát	14	Khô, cát nguyên chất
69	Sỏi pha cát	17	Khô, cát nguyên chất
70	Đá cuội	16-18	Khô
71	Đất sét pha đá cuội	17-18	Khô, mềm
72	Đất sét nhão	18,5-19,5	
73	Cát pha đá cuội	15-17	Khô, mềm
74	Cát pha đá cuội	16-19,2	Khô, nén chặt
75	Cát pha đá cuội	18,9-19,2	Ướt
76	Đá bột	6-8	Khô
77	Vật liệu lấp đầy bằng đá bột	4-6	
78	Đá cát kết / sa thạch	23,6	
79	Đá phiến	28	
80	Đá phiến	14,8	Xếp thành lớp
81	Đá mác nơ	14	$\varphi = 40^\circ$
82	Đá granite, đá marble	28	
83	Đá granite	15,4	Xếp thành lớp
84	Đá vôi	26,4	
85	Đá vôi	15,2	Xếp thành lớp
86	Đá dolomit	16	Xếp thành lớp, $\varphi = 48^\circ$
87	Đá tan	27,1	
88	Đá lửa	35,2	
89	Đá bazan	29,5	
90	Đá fenspat	25,5	

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghỉ φ
91	Đá hộcblen, đá focfia	30	
92	Đá hộcblen, đá focfia	17,1	Xếp thành lớp
93	Đá dăm	14-15	
94	Đá bột	16	Sét tự nhiên hoặc dính quánh
95	Đất sét bột	5-8	Vật liệu lấp đầy, $\varphi = 35^\circ$
96	Đá tấm điaba	29,5	
97	Đá vụn có đầm lèn	20,5-21,5	
K.5. Gạch			
98	Gạch phổ thông	18	240mm×115mm×53mm (684 viên/m ³)
99	Gạch phổ thông	19	Sản xuất bằng máy
100	Gạch nung clinker	21-21,5	230mm×110mm×65mm (609 viên/m ³)
101	Gạch đỏ clinker	20,4	
102	Gạch chịu lửa firebrick	19-22	230mm×110mm×65mm (609 viên/m ³)
103	Gạch lát mái	23-25	230mm×113mm×65mm (590 viên/m ³)
104	Gạch cát – vôi/tro	18	Tỷ lệ Cát:Tro = 92:8
105	Gạch xỉ	17-18,5	
106	Gạch xỉ	18,5	Tỷ lệ Xỉ cứng:Muội:Vôi/tro = 75:15:10
107	Gạch than cám	12-14	
108	Gạch bồ hóng	14-15	Tỷ lệ Xỉ:Cacbua:muội = 20:40:30
109	Gạch đất sét	12-15	
110	Gạch mùn cưa	9	
111	Gạch xỉ rỗng	10	290mm×290mm×140mm (85 viên/m ³)
112	Gạch xi măng rỗng lát mái	9,8	290mm×290mm×140mm (85 viên/m ³)
113	Gạch xi măng rỗng	10,3	300mm×250mm×110mm (121 viên/m ³)
114	Gạch xi măng rỗng	9,6	300mm×250mm×160mm (83 viên/m ³)
115	Gạch xỉ than nén	14-16	Khối lượng tùy thuộc mức độ khô
116	Gạch xi măng rỗng nhỏ	11,8	390mm×190mm×190mm

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghỉ φ
117	Gạch vụn	12	Xếp thành đống
118	Gạch xi măng lát mái	19,8	200mm×200mm×24mm (1042 viên/ m ³)
119	Gạch tráng sứ	19,8	150mm×150mm×8mm (5556 viên/ m ³)
120	Khảm gốm	0,12 kN/m ²	Tính cho chiều dày 5 mm
K.6. Vôi, xi măng, vữa và bê tông, kN/m³			
121	Khối vôi sống	11	Xếp thành đống, $\varphi = 35^\circ$
122	Vôi bột sống	12	Xếp thành đống, $\varphi = 30^\circ$
123	Vôi tôi trắng	13,5	
124	Vữa vôi, vữa vôi xi măng	17	
125	Vữa xi măng, vôi, xỉ	14	
126	Xỉ vôi	10-12	
127	Xỉ xi măng	12-14	
128	Vữa xi măng, xỉ	13	
129	Vôi lẫn đất	17,5	Tỷ lệ Vôi:Đất = 3:7, đầm
130	Vữa vôi, rơm	16	
131	Vữa vôi, giấy	16	
132	Vữa vôi, mùn cưa	3,4	Tỷ lệ Vôi:Mùn cưa = 1:3
133	Vữa vôi, bê tông	17,5	Vôi, cuội, sỏi
134	Xi măng	12,5	Nhẹ, rời rạc, $\varphi = 20^\circ$
135	Xi măng	14,5	Xếp thành đống, $\varphi = 20^\circ$
136	Xi măng	16	Đóng bao, nén chặt, $\varphi = 40^\circ$
137	Vữa xi măng	20	
138	Xi măng, vữa lỏng	5-8	
139	Vữa xi măng khoáng	19	
140	Vữa thạch cao	12	
141	Bê tông gạch vụn	18,5	
142	Bê tông	22-24	Đầm hoặc không đầm
143	Bê tông xỉ	20	
144	Bê tông than cám	16-17	Dùng để chịu lực
145	Bê tông than cám	10-14	Dùng để lấp đầy
146	Bê tông khoáng sắt	28-65	

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghỉ φ
147	Bê tông đá bọt	9-14	
148	Bê tông nhựa đường	20	
149	Bê tông tổ ong không chứa cát	16-19	
150	Bê tông bọt	4-6	
151	Bê tông xốp aerocrete	5,5-7,5	
152	Bê tông cốt thép	24-25	
153	Bê tông cốt thép gạch vụn	20	
154	Tấm xi măng-thép	25	Dùng để chịu lực
155	Bê tông thủy tinh chống thấm	20-23,5	
K.7 Nhựa, than, dầu, kN/m³			
156	Nhựa đường dầu mỏ	10-11	Tùy thuộc tỷ trọng
157	Nhựa đường	12	
158	Than đá hắc ín	13,4	
159	Nhựa than đá	10	
160	Antraxit	15,5	Nguyên chất
161	Antraxit	9,5	Vật liệu thô, $\varphi = 30^\circ$
162	Antraxit	8	Vỡ vụn, $\varphi = 35^\circ$
163	Than bánh	10	Vật liệu thô
164	Than non	12,5	
165	Than non	7-8	Vật liệu thô
166	Than bùn	7,5	
167	Than bùn	3,2-3,4	Vật liệu thô
168	Than cốc	12	
169	Than cốc	7	Vật liệu thô, $\varphi = 45^\circ$
170	Than xỉ	10	
171	Than tro	6,5	
172	Than tro	8	Nén chặt
173	Than chì	20,8	
174	Than sáp	9	
175	Dầu sáp	9,6	
176	Dầu thô	8,8	
177	Dầu lửa	8	

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghiêng ϕ
178	Dầu lửa	7,2	Thành phẩm, hàm lượng 0,82-0,89
179	Dầu máy	7,4	
180	Dầu hỏa	6,7	
181	Dầu hỏa	6,4	Thành phẩm, hàm lượng 0,72-0,76
182	Dầu động vật, dầu thực vật	9,3	
183	Dầu đậu	8	Thùng lớn, mỗi thùng 360 kg
K.8 Hỗn hợp, kN/m³			
184	Kính dạng tấm	25,6	
185	Kính, đã vỡ vụn	22	
186	Kính kim loại	26	
187	Kính bột	1,4	
188	Tấm nhựa acrylic	12	
189	Nhựa tổng hợp dạng tấm hoặc hạt	0,3	
190	Bột thủy tinh	3-5	
191	Bông thủy tinh	0,5-1	Dùng cho lớp cách âm của vật liệu lấp đầy
192	Bông khoáng	0,5-2,5	
193	Tấm bông thủy tinh		
194	Cốt sợi thủy tinh	14-22	
195	Bông xỉ	1,2-1,5	Rời, hệ số truyền nhiệt 0,031-0,044 [W/(m.K)]
196	Bông xỉ thành phẩm (dạng tấm, khối hoặc ống)	3,5-4	Hệ số truyền nhiệt 0,041-0,052 [W/(m.K)]
197	Bông xỉ than asphan	1,2-1,6	Hệ số truyền nhiệt 0,041-0,052 [W/(m.K)]
198	Đá bột trân châu (đá perlite)	0,8-2,5	Khô, mềm, hệ số truyền nhiệt 0,052-0,076 [W/(m.K)]
199	Xi măng đá trân châu (đá perlite) thành phẩm	3,5-4	Cường độ 1N/mm ² , mềm, hệ số truyền nhiệt 0,058-0,081 [W/(m.K)]
200	Đá khoáng vơ mi	0,8-2	Hệ số truyền nhiệt 0,052-0,07 [W/(m.K)]
201	Đá khoáng vơ mi	3,5-4,5	Hệ số truyền nhiệt 0,081-0,105 [W/(m.K)]

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghiêng
202	Xi măng đá khoáng vơ mi thành phẩm	4-6	Hệ số truyền nhiệt 0,093-0,14 [W/(m.K)]
203	Bột nhựa	0,5	Hệ số truyền nhiệt không lớn hơn 0,035 [W/(m.K)]
204	Tấm amiăng	13	Tỷ lệ nước không lớn hơn 3%
205	Nhựa đường lỏng	9,8-10,5	
206	Cao su dẻo	9,3	
207	Phốt pho trắng	18,3	
208	Nhựa thông	10,7	
209	Manhêtit	24	
210	Cồn	7,85	100% (NET)
211	Cồn	6,6	Thành phẩm, nồng độ 79-82%
212	Axit hydrocoric	12	Nồng độ 40%
213R	Rượu	10	
214	Axit nitric	15,1	Nồng độ 91%
215	Axit sunfuaric	13,7	Nồng độ 30%
216	Axit sunfuaric	17,9	Nồng độ 87%
217	Axit clohydric	11,8	Nồng độ 40%
218	Kiểm alkali	17	Nồng độ 60%
219	Muối tinh thể amoni clorua	7,5	Đóng thành bao
220	Amoni bicacbonat	8	Đóng thành bao
221	Nước	10	Lớn nhất ở nhiệt độ 4°C
222	Băng	8,96	
223	Bia	10	
224	Sữa	10	
225	Sách	5	
226	Giấy in	10	
227	Báo	7	
228	Bánh trắng	4	
229	Cotton	4	
230	Mùn cưa	1,2	
231	Mảnh vỡ khi phá dỡ công trình	15	
K.9 Thực phẩm, kN/m³			

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghỉ φ
232	Lúa	6	$\varphi = 35^\circ$
233	Gạo	8,5	Đánh đồng
234	Đậu hạt	7,5-8	$\varphi = 20^\circ$
235	Đậu hạt	6,8	Đóng bao
236	Ngũ cốc	7,8	$\varphi = 28^\circ$
237	Kê, lúa miến	7	Tải hàng hóa
238	Kê, lúa miến	6	Đóng bao
239	Vừng	4,5	Đóng bao
240	Hạt men rượu (dạng ướt)	8,8	
241	Hạt cỏ thảo mộc	3,4	$\varphi = 30^\circ$
242	Hạt men rượu (dạng ướt)	7,4	$\varphi = 30^\circ$
243	Hạt cỏ thảo mộc	5,0	
244	Ngô hạt đánh đồng	5,0	$\varphi = 30^\circ$
245	Ngô hạt đóng bao	6,4	$\varphi = 25^\circ$
246	Yến mạch	7,0	$\varphi = 30^\circ$
247	Các loại hạt lấy dầu, dạng mẫu nhỏ hoặc hạt	7,8	$\varphi = 30^\circ$
248	Lúa mạch đen	7,5	
249	Hạt lúa mì đánh đồng	7,8	
250	Hạt lúa mì đóng bao	7,5	$\varphi = 30^\circ$
251	Bột mì	7	$\varphi = 30^\circ$
252	Trái cây tươi	3,5	Tải hàng hóa
253	Trái cây tươi	3	Đóng bao
254	Lạc	2	Nguyên vỏ, đóng bao
255	Đồ hộp	4,5	Đóng thùng
256	Rượu vang, nước tương, dầu, dấm	4	Trong chai và thùng
257	Bánh đậu	9	
258	Muối hạt	10	Trong thùng
259	Muối	8,6	Hạt nhỏ, chất thành đồng
260	Muối	8,1	Đóng bao
261	Đường hạt	7,5	Tải hàng hóa
262	Đường hạt	7	Đóng bao
K.10 Khối xây			

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghiêng
263	Khối xây đá – vữa	26,4	Đá granite, đá vuông
264	Khối xây đá – vữa	25,6	Đá vôi
265	Khối xây đá – vữa	22,4	Đá cát kết
266	Khối xây đá vụn – vữa	24,8	Đá granite, mức cao hơn và thấp hơn bề mặt
267	Khối xây đá vụn – vữa	24	Đá vôi
268	Khối xây đá vụn – vữa	20,8	Đá cát kết
269	Khối xây đá – khô	20,8	Đá granite, mức cao hơn và thấp hơn bề mặt
270	Khối xây đá – khô	20	Đá vôi
271	Khối xây đá – khô	17,6	Đá cát kết
272	Khối xây gạch phổ thông	18	
273	Khối xây gạch – vữa	19	
274	Khối xây gạch nung clinker	21	
275	Khối xây gạch chịu lửa	22	
276	Khối xây gạch xỉ	21	
277	Khối xây nhựa đường vụn	12,5-14	
278	Gạch sống	16	
K.11 Vách ngăn và ốp tường, kN/m²			
279	Vách ngăn trát vữa hai mặt	0,9	Chiều dày ở mỗi mặt 16-24 mm
280	Đá dán tường	0,5	Chiều dày 25 mm, bao gồm cả nền
281	Tấm xi măng ốp tường	0,36	Chiều dày 20 mm, bao gồm cả nền
282	Đá mài ốp tường	0,55	Chiều dày 25 mm, bao gồm cả nền
283	Tấm ốp tường hydroborocalcife	0,5	Chiều dày 25 mm, bao gồm cả nền
284	Sỏi đá vôi rửa trắng ốp tường	0,34	Chiều dày 20 mm
285	Ốp tường giả đá	0,5	Chiều dày 25 mm, bao gồm cả nền
K.12 Vi kèo mái, cửa sổ và cửa đi, kN/m²			
286	Kèo gỗ	$0,07+0,007 \times L$	Tính trên diện tích hình chiếu của mái lên mặt phẳng ngang, L là bước kèo, tính bằng mét
287	Kèo thép	$0,12+0,011 \times L$	Bao gồm cả liên kết, tính trên diện tích hình chiếu của mái lên

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghiêng φ
			mặt phẳng ngang, L là bước kèo, tính bằng mét
288	Cửa khung kính – gỗ	0,2-0,3	
289	Cửa khung thép – kính	0,4-0,5	
290	Cửa đi bằng gỗ	0,1-0,2	
291	Cửa đi bằng thép – sắt	0,4-0,5	
K.13 Mái, kN/m²			
292	Ngói đất sét phẳng lợp mái	0,55	Tính trên diện tích thực, tương tự cho các nội dung dưới đây
293	Ngói xi măng phẳng lợp mái	0,5-0,55	
294	Ngói xám nhỏ lợp mái	0,9-1,1	
295	Ngói	0,5	
296	Đá lợp mái	0,46	Chiều dày 6,3 mm
297	Đá lợp mái	0,71	Chiều dày 9.5 mm
298	Đá lợp mái	0,89	Chiều dày 12.1 mm
299	Mái rơm	0,16	Tính cho chiều dày 10 mm
300	Mái tấm amiăng	0,18	
301	Tấm amiăng lượn sóng	0,2	1820mm×725mm×8mm
302	Tấm kim loại mạ	0,05	
303	Tấm sắt lượn sóng	0,05	
304	Tấm ngói bò bằng thép có màu	0,12-0,13	Chiều dày 0,6 mm
305	Tấm thép mái bằng thép tạo hình cong có màu	0,3	Cộng thêm tải đèn cố định 0,15 kN/m ²
306	Màn chắn côn trùng	0,06	Chiều dày 1 mm
307	Mái kính	0,3	Chiều dày 9,5 mm, bao gồm cả khung và kính
308	Ngói kính lợp mái	0,65	Bao gồm cả khung
309	Vải chống thấm mái (bao gồm cả vật liệu nhựa đường chống thấm)	0,05	Quét dầu hai lớp ở mỗi mặt
310		0,25-0,3	Bốn lớp, mỗi lớp quét dầu hai lớp ở mỗi mặt
311		0,3-0,35	Sáu lớp, mỗi lớp quét dầu hai lớp ở mỗi mặt
312		0,35-0,4	Tám lớp, mỗi lớp quét dầu hai lớp ở mỗi mặt
313	Lớp chống thấm mái	0,1	Chiều dày 8 mm

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghiêng
314	Cửa mái	0,35-0,4	Chiều dày 9,5 mm, bao gồm cả kính và khung
K.14 Trần, kN/m²			
315	Trần treo thạch cao khung xương thép	0,45	
316	Thạch cao trang trí ốp trần	0,45	Chiều dày trung bình 20 mm, bao gồm cả nẹp gỗ
317	Trần treo cỏ tranh	0,48	Bao gồm cả nẹp gỗ
318	Trần gỗ thông	0,25	Bao gồm cả nẹp gỗ
319	Trần ba lớp	0,15	Bao gồm cả nẹp gỗ
320	Trần treo tấm bông	0,26	Chiều dày 25 mm, bao gồm cả nẹp gỗ
321	Trần treo tấm bông	0,29	Chiều dày 30 mm, bao gồm cả nẹp gỗ
322	Trần cách âm tấm celotex	0,17	Chiều dày 10 mm, bao gồm cả nẹp gỗ
323	Trần cách âm tấm celotex	0,18	Chiều dày 13 mm, bao gồm cả nẹp gỗ
324	Trần cách âm tấm celotex	0,2	Chiều dày 20 mm, bao gồm cả nẹp gỗ
325	Trần treo bằng tấm thép nhẹ dạng chữ V	0,12	Một lớp dày 9 mm, không có lớp cách nhiệt
326		0,17	Một lớp dày 9 mm, lớp cách nhiệt bằng bông thủy tinh dày 50 mm
327		0,2	Hai lớp dày 9 mm, không có lớp cách nhiệt
328		0,25	Hai lớp dày 9 mm, lớp cách nhiệt bằng bông thủy tinh dày 50 mm
329	Lớp cách nhiệt xỉ - mùn cưa dùng cho trần	0,2	Chiều dày 50 mm, tỷ lệ Xỉ:Mùn cưa = 1:5
K.15 Sàn, kN/m²			
330	Khung sàn	0,2	Tính cho khung
331	Gỗ cứng lát sàn	0,2	Chiều dày 25 mm, không tính khung sàn
332	Gỗ tùng lát sàn	0,18	
333	Đá lát sàn cỡ nhỏ	0,55	Bao gồm cả vữa lát
334	Gạch xi măng lát sàn	0,6	Chiều dày 25 mm, bao gồm cả vữa lát

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghiêng
335	Đá mài	0,65	Chiều dày 10 mm và 20 mm nền
336	Vải dầu	0,02-0,03	Dùng cho mặt sàn
337	Tấm gỗ sàn	0,7	Chiều dày 76 mm
338	Magnesite lát sàn	0,28	Chiều dày 20 mm
339	Gang lát sàn	4-5	60 mm đá vỡ và 60 mm lớp mặt
340	Gạch nung lát sàn	1,7-2,1	60 mm cát nền và 60 mm lớp mặt
341	Gạch nung lát sàn	3,3	60 mm cát nền và 115 mm lớp mặt
K.16 Tấm thép định hình			
342	Tấm lượn sóng đơn V-300 (S-30)	0,1	Chiều cao sóng: 173 mm, chiều dày tấm: 0,8 mm
343	Tấm lượn sóng đôi W-550	0,11	Chiều cao sóng: 130 mm, chiều dày tấm: 0,8 mm
344	V-200	0,135	Chiều cao sóng: 70 mm, chiều dày tấm: 1 mm
345	V-125	0,065	Chiều cao sóng: 35 mm, chiều dày tấm: 0,6 mm
346	V-115	0,079	Chiều cao sóng: 35 mm, chiều dày tấm: 0,6 mm
K.17 Tấm trang trí			
347	Tấm mặt dựng bằng kim loại màu	0,11	Hai lớp, chiều dày lớp kim loại màu: 0,6 mm và chiều dày lớp vật liệu ở giữa: 25 mm
348	Tấm composite polyurethane kim loại cách nhiệt	0,14	Chiều dày tấm: 40 mm, chiều dày lớp kim loại: 0,6 mm
349		0,15	Chiều dày tấm: 60 mm, chiều dày lớp kim loại: 0,6 mm
350		0,16	Chiều dày tấm: 80 mm, chiều dày lớp kim loại: 0,6 mm
351	Tấm kim loại màu với polyphenyl hexylene cách nhiệt	0,12-0,15	Hai lớp, chiều dày lớp kim loại màu: 0,6 mm và chiều dày lớp vật liệu polyphenyl hexylene cách nhiệt: 50-250 mm
352	Tấm sandwich kim loại chứa bông thủy tinh	0,24	Chiều dày tấm: 100 mm, hai tấm kim loại màu, chứa bông thủy tinh
353	Tấm sandwich kim loại chứa bông thủy tinh	0,25	Chiều dày tấm: 120 mm, hai tấm kim loại màu, chứa bông thủy tinh
354	Vách ngăn GRC hai lớp	0,3	Chiều dài: 2400-2800mm, chiều rộng: 600 mm, chiều dày: 60 mm

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghiêng
355	Tấm tường GRC trong nhà	0,35	Chiều dài: 2400-2800mm, chiều rộng: 600 mm, chiều dày: 60 mm
356	Vách ngăn nhẹ GRC hai lớp	0,17	300mm×600mm×60mm
357	Tấm GRC nhẹ chịu nhiệt	0,14	300mm×600mm×60mm
358	Tấm tường nhẹ kích thước lớn	0,7-0,9	600mm×1500mm×120mm, bên trong lấp đầy bằng xi măng cường độ cao
359	Tấm tường nhẹ kích thước lớn, chiều dày: 80 mm	0,4	Kích thước tiêu chuẩn: 3000mm×1000mm (1200, 1500 mm), bên trong lấp đầy bằng xi măng cường độ cao
360	Tấm tường nhẹ kích thước lớn, chiều dày: 80 mm	0,45	
361	Tấm tường nhẹ kích thước lớn, chiều dày: 80 mm	0,5	
362	Tấm tường GRC	0,11	Chiều dày: 10 mm
363	Tấm composite kim loại chứa bông thủy tinh (GY board)	1,1	Chiều dày lớp bông thủy tinh: 50 mm, chiều dày lớp vữa: 25 mm
364	Tấm canxi silicat	0,08	Chiều dày: 6 mm
365		0,1	Chiều dày: 8 mm
366		0,12	Chiều dày: 10 mm
367	Tấm composite tổ ong	0,14	Chiều dày: 75 mm
368	Tấm thạch cao đá peclit rỗng	0,45	Chiều dài: 2500-3000 mm, chiều rộng: 600 mm, chiều dày: 60 mm
369	Tấm xi măng thạch cao chịu nhiệt	0,17	300mm×600mm×60mm
370	Mặt dựng nhôm kính	1-1,5	Lớn hơn kính khoảng từ 20-30%
K.18 Sản phẩm nông nghiệp			
371	Phân bón (ít nhất 60% chất rắn)	7,8	
372	Phân bón (với rơm khô)	9,3	$\varphi = 45^\circ$
373	Phân gà khô	6,9	$\varphi = 45^\circ$
374	Bùn nhão (nhiều nhất 20% chất rắn)	10,8	
375	NPK, đã nghiền	8-12	
376	Xi đã nghiền	13,7	
377	Phốt pho, đã nghiền	10-16	
378	Phân kali	12-16	
379	Phân urea	7-8	

TT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Ghi chú, góc nghiêng φ
380	Cỏ khô cho gia súc, còn xanh, đóng gói lỏng	3,5-4,5	
381	Cỏ đóng khối	7,8	$\varphi = 40^\circ$
382	Cỏ phơi khô	1-3	Đóng thành kiện
383	Cỏ phơi khô	6-7	Cuộn tròn
384	Da thuộc	8-9	
385	Hoa ướp rượu bia	1-2	$\varphi = 25^\circ$
386	Mạch nha	4-6	$\varphi = 20^\circ$
387	Bột xay	7	Nghiền thành đóng, $\varphi = 45^\circ$
388	Bột xay	7	Đóng thành kiện, $\varphi = 40^\circ$
389	Thức ăn gia súc chứa và lên men trong silô	5-10	
390	Rơm	0,7	Đánh đồng (khô)
391	Rơm	1,5	Đóng thành kiện
392	Len	3	Đánh đồng
393	Len	7-13	Đóng kiện

11. (Phụ lục G) Độ võng và chuyển vị

11.1 (G.1) Xác định độ võng và chuyển vị

11.1.1 (G.1.1) Khi xác định độ võng và chuyển vị cần phải kể đến tất cả các yếu tố chính ảnh hưởng đến giá trị của chúng (biến dạng không đàn hồi của vật liệu, sự hình thành vết nứt, việc xét đến sơ đồ biến dạng, việc xét đến các kết cấu liên kết, độ mềm dẻo của các nút liên kết và nền). Khi có đủ cơ sở, có thể không cần tính đến một số yếu tố nào đó hoặc tính đến bằng phương pháp gần đúng.

11.1.2 (G.1.2) Đối với kết cấu dùng loại vật liệu có tính từ biến thì phải kể đến sự tăng độ võng theo thời gian. Khi không chế độ võng theo yêu cầu tâm sinh lý thì chỉ kể đến từ biến ngắn hạn xuất hiện ngay sau khi đặt tải, còn theo yêu cầu công nghệ và cấu tạo (trừ khi tính toán kể đến tải trọng gió), thẩm mỹ - tâm lý thì kể đến từ biến toàn phần.

11.1.3 (G.1.3) Khi xác định độ võng ngang của cột nhà một tầng và của trụ cầu cạn do tải trọng ngang của cần trục cần chọn sơ đồ tính của cột (trụ) có kể đến điều kiện liên kết với giả thiết:

- Cột nhà và trụ các cầu cạn trong nhà không có dịch chuyển ngang ở cao độ gối tựa trên cùng (nếu sàn mái không tạo thành tấm cứng trong mặt phẳng ngang, cần kể đến độ mềm dẻo theo phương ngang của gối tựa này);
- Trụ các cầu cạn ngoài trời được coi như công xôn.

11.1.4 (G.1.4) Khi kết cấu xây dựng dao động thì việc phân loại dao động, các thông số quy định, các giá trị giới hạn cho phép của chúng đối với nhà ở, nhà công cộng và nhà công nghiệp phải được quy định theo yêu cầu của các tiêu chuẩn có liên quan.

Khi có các thiết bị và dụng cụ độ chính xác cao nhạy với dao động của kết cấu mà chúng đặt trên đó thì giá trị giới hạn của chuyển vị rung, vận tốc rung và gia tốc rung cần được xác định theo nhiệm vụ thiết kế.

11.1.5 (G.1.5) Tình huống tính toán, mà trong đó phải xác định độ võng, chuyển vị và các tải trọng tương ứng với chúng, phải được lựa chọn tùy thuộc vào việc tính toán được thực hiện theo các yêu cầu nào.

Tình huống tính toán được đặc trưng bởi sơ đồ tính toán kết cấu, loại tải trọng, giá trị các hệ số điều kiện làm việc và các hệ số độ tin cậy, số lượng các trạng thái giới hạn được xét đến trong tình huống tính toán đó.

Nếu việc tính toán được thực hiện theo yêu cầu công nghệ thì tình huống tính toán cần phải phù hợp với tác dụng của các tải trọng gây ảnh hưởng đến sự làm việc của các thiết bị công nghệ.

Nếu việc tính toán được thực hiện theo yêu cầu cấu tạo thì tình huống tính toán cần phải phù hợp với tác dụng của các tải trọng gây ra các hư hỏng của các cấu kiện liên kết do độ võng và chuyển vị quá lớn.

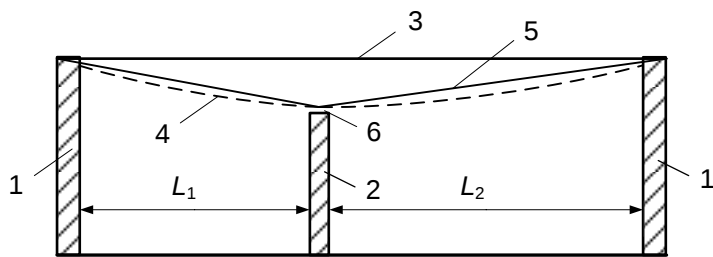
Nếu việc tính toán được thực hiện theo yêu cầu tâm sinh lý thì tình huống tính toán cần phải phù hợp với trạng thái có liên quan đến dao động của kết cấu và khi đó phải kể đến các tải trọng gây ảnh hưởng đến dao động của kết cấu quy định trong tiêu chuẩn này và các tiêu chuẩn khác có liên quan.

Nếu việc tính toán được thực hiện theo yêu cầu thẩm mỹ - tâm lý thì tình huống tính toán cần phải phù hợp với tác dụng của các tải trọng thường xuyên và tạm thời dài hạn.

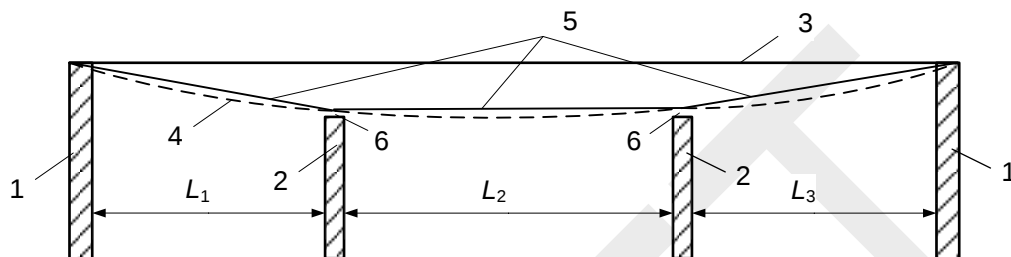
Đối với kết cấu mái và sàn tầng được thiết kế với độ võng thi công thì khi khống chế độ võng theo yêu cầu thẩm mỹ - tâm lý, độ võng đứng xác định được cần phải giảm đi một đại lượng bằng giá trị độ võng thi công đó.

11.1.6 (G.1.6) Độ võng của các cấu kiện của sàn tầng và mái theo yêu cầu cấu tạo không được vượt quá khoảng cách (khe hở) giữa mặt dưới của các cấu kiện đó và mặt trên (đỉnh) của tường ngăn, vách kính, khuôn cửa sổ, khuôn cửa đi và các cấu kiện cấu tạo khác nằm dưới các cấu kiện chịu lực.

11.1.7 (G.1.7) Trong trường hợp giữa các tường có tường ngăn chịu lực (với chiều cao gần bằng chiều cao tường) thì giá trị L trong mục 2a Bảng G.1 lấy bằng khoảng cách giữa mặt trong của các tường chịu lực (hoặc các cột) và các tường ngăn (hoặc giữa mặt trong của các tường ngăn như trên Hình G.1).



a) Có một tường ngăn



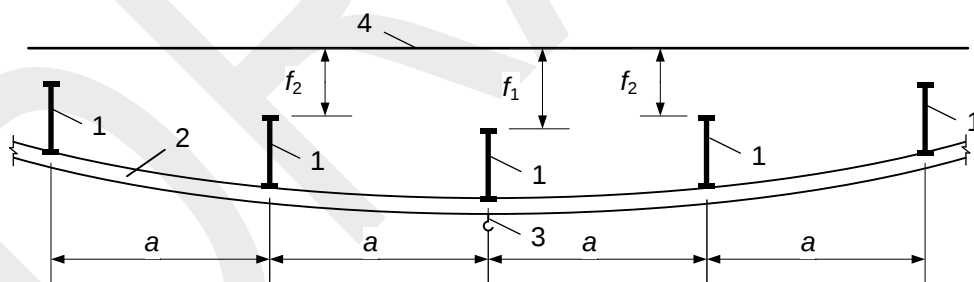
b) Có hai tường ngăn

CHÚ DẪN:

- | | |
|---|---|
| 1 – Tường chịu lực (hoặc cột); | 4 – Sàn tầng (hoặc mái) khi chịu tải trọng; |
| 2 – Tường ngăn; | 5 – Các đoạn thẳng móc để tính độ võng; |
| 3 – Sàn tầng (hoặc mái) trước khi chịu tải trọng; | 6 – Khe hở. |

Hình 13 (G.1) – Sơ đồ xác định các giá trị L (L_1, L_2, L_3) khi có tường ngăn nằm giữa các tường chịu lực

11.1.8 (G.1.8) Độ võng của kết cấu vì kèo khi có đường ray của cần trục treo (Bảng G.1, mục 2c) lấy bằng hiệu các độ võng f_1 và f_2 của các kết cấu vì kèo liên kề nhau (Hình G.2).



CHÚ DẪN:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1 – Kết cấu vì kèo; | 3 – Cần trục treo; |
| 2 – Dầm đỡ đường ray cần trục treo; | 4 – Vị trí ban đầu của kết cấu vì kèo. |

CHÚ THÍCH:

- f_1 – Độ võng của kết cấu vì kèo chịu lực nhiều nhất;
 f_2 – Độ võng của kết cấu vì kèo gần kết cấu vì kèo chịu lực nhiều nhất.

Hình 14 (G.2) – Sơ đồ tính độ võng của kết cấu vì kèo khi có đường ray của cần trục treo

11.1.9 (G.1.9) Chuyển vị ngang của khung cần được xác định trong mặt phẳng tường và tường ngăn mà tính toán vệt của chúng cần được đảm bảo.

11.2 (G.2) Độ võng giới hạn

11.2.1 (G.2.1) Độ võng đứng giới hạn của cấu kiện kết cấu

11.2.1.1 (G.2.1.1) Độ võng đứng giới hạn f_u của các cấu kiện kết cấu và tải trọng tương ứng dùng để xác định độ võng f được nêu trong Bảng G.1.

Bảng 13 (G.1) – Độ võng đứng giới hạn f_u và tải trọng tương ứng để xác định độ võng đứng f

Cấu kiện kết cấu	Yêu cầu	Giá trị f_u	Tải trọng để xác định độ võng đứng f
1. Dầm đỡ cần trục kiểu cầu (cầu trục) và cần trục treo được điều khiển từ cabin ứng với chế độ làm việc (theo TCVN 8590-1:2010 (ISO 4301-1:1986)):			
nhóm A1 đến A6	Tâm sinh lý	$L/400$	Tải trọng do một cần trục
nhóm A7		$L/500$	Tải trọng do một cần trục
nhóm A8		$L/600$	Tải trọng do một cần trục
2. Dầm, giàn, xà, bản, xà gồ, tấm, bản (bao gồm cả sườn của tấm và bản) đỡ:			
a) Mái và sàn tầng nhìn thấy được, có nhịp L , m: $L \leq 1$ $L = 3$	Thẩm mỹ - tâm lý	$L/120$ $L/150$	Tải trọng thường xuyên và tạm thời dài hạn (trong đó có tải trọng tạm thời ngắn hạn nêu tại Bảng 4 với hệ số giảm η nêu tại 8.3.3)
$L = 6$ $L = 24$ (12) $L \geq 36$ (24)	Thẩm mỹ - tâm lý	$L/200$ $L/250$ $L/300$	Tải trọng thường xuyên và tạm thời dài hạn (trong đó có tải trọng tạm thời ngắn hạn nêu tại Bảng 4 với hệ số giảm η nêu tại 8.3.3)
b) Mái và sàn tầng khi sử dụng pa lăng, cần trục treo được điều khiển từ cabin	Tâm sinh lý	$L/400$ hoặc $a/200$ (lấy giá trị nhỏ hơn)	Tải trọng do một cần trục hoặc pa lăng trên một đường ray
c) Sàn tầng chịu tác dụng của:	Tâm sinh lý	$L/350$	Giá trị bất lợi hơn trong hai giá trị: – 0,7 lần giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn lên sàn tầng; – tải trọng do một xe xếp tải.
– các tải trọng di chuyển, vật liệu, chi tiết máy móc và các tải trọng di động khác (trong đó có tải trọng di chuyển trên nền không ray)			
– tải trọng di chuyển trên ray: + khổ hẹp		$L/400$	Tải trọng do một toa (hoặc một xe) chạy trên một đường ray
+ khổ rộng		$L/500$	Tải trọng do một toa (hoặc một xe) chạy trên một đường ray

Cấu kiện kết cấu	Yêu cầu	Giá trị f_u	Tải trọng để xác định độ võng đứng f
d) mái và sàn tầng bãi đỗ xe trong nhà với nhịp L , m: $L = 6$ $L = 12$ $L \geq 24$	Tâm sinh lý	 $L/200$ $L/250$ $L/300$	Tải trọng thường xuyên và tạm thời dài hạn (trong đó có tải trọng tạm thời ngắn hạn nêu tại Bảng 4 với hệ số giảm η nêu tại 8.3.3)
3. Các bộ phận của cầu thang bộ (bản thang, chiếu nghỉ, chiếu tới, cốn), của ban công, của lôgia	Thẩm mỹ - tâm lý	Như trong mục 2a	
	Tâm sinh lý	Xác định theo G.2.2	
4. Lành tô, tấm tường treo phía trên lối cửa sổ và cửa đi (xà và xà gồ vách kính)	Thẩm mỹ - tâm lý	Như trong mục 2a	
Các ký hiệu trong Bảng G.1: L là nhịp tính toán của cấu kiện. a là bước dầm hoặc giàn mà đường đi của cần trục treo liên kết vào.			
CHÚ THÍCH 1: Đối với công xôn L được lấy bằng hai lần chiều dài vươn công xôn. CHÚ THÍCH 2: Đối với các giá trị trung gian của L trong mục 2a, độ võng giới hạn xác định bằng nội suy tuyến tính có kể đến các yêu cầu trong G.1.7. CHÚ THÍCH 3: Trong mục 2a lấy số trong ngoặc đơn khi chiều cao phòng đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 m. CHÚ THÍCH 4: Cách tính độ võng theo mục 2b được nêu trong G.1.8. CHÚ THÍCH 5: Khi khống chế độ võng giới hạn theo yêu cầu thẩm mỹ - tâm lý thì cho phép chiều dài nhịp L lấy bằng khoảng cách giữa mặt trong của các tường chịu lực (hoặc các cột). CHÚ THÍCH 6: Nhóm chế độ làm việc của cần trục kiểu cầu (cầu trục) và cần trục treo lấy theo Bảng B.1, Phụ lục B.			

Bình luận: Trước đây, độ võng cho phép của kết cấu bê tông cốt thép được lấy theo Phụ lục M TCVN 5574:2018, của kết cấu thép theo Bảng 1 TCVN 5575:2012. Hiện tại, được gộp và bổ sung vào Phụ lục G của TCVN 2737:2023.

Độ võng, chuyển vị của kết cấu nhà và công trình cần được tính toán, kiểm tra với bốn yêu cầu độc lập nêu trên, tùy thuộc vào nhiệm vụ thiết kế:

- Yêu cầu công nghệ: đảm bảo điều kiện sử dụng bình thường của các thiết bị công nghệ, các thiết bị nâng chuyển, các dụng cụ đo đạc và kiểm tra...
- Yêu cầu cấu tạo: đảm bảo tính toàn vẹn của các cấu kiện tiếp giáp với nhau và các mối nối của chúng, đảm bảo độ nghiêng cho trước.
- Yêu cầu tâm sinh lý: ngăn ngừa các tác động có hại và cảm giác không thoải mái khi kết cấu dao động.
- Yêu cầu thẩm mỹ - tâm lý: đảm bảo có ấn tượng tốt về hình dáng bên ngoài của kết cấu, loại trừ các cảm giác sợ nguy hiểm.

Khi tính toán, mỗi yêu cầu trên cần được thoả mãn riêng biệt không phụ thuộc lẫn nhau.

Ví dụ, đối với sàn căn hộ dùng để ở có nhịp (6x6) m, nếu có trần giả thì không xét đến, còn nếu không có đóng trần thì độ võng cho phép theo yêu cầu về thẩm mỹ - tâm lý được lấy từ mục 2a) của Bảng G.1 là $L/200 = 30$ mm. Còn khi xét đến cả yêu cầu về cấu tạo, để tránh tải trọng sàn truyền xuống

tường gạch bên dưới thì độ võng sau khi xây tường phải nhỏ hơn khoảng hở thi công, theo G.2.5.1.2 quy định khoảng hở không được lấy quá 40 mm. Thực tế hầu hết các công trình thi công và hồ sơ thiết kế kết cấu không quy định khoảng hở này. Như vậy độ võng cho phép của sàn này là 40 mm.

Ví dụ, đối với sàn nhà để xe (12x12) m, có thể không cần xét đến độ võng cho phép theo yêu cầu về thẩm mỹ, không cần xét đến yêu cầu về cấu tạo nếu không có tường ngăn trên sàn, mà chỉ cần khống chế độ võng về tâm sinh lý theo mục 2d) Bảng G.1 là $L/250 = 48$ mm.

11.2.2 (G.2.2) Yêu cầu tâm sinh lý

Độ võng giới hạn theo yêu cầu tâm sinh lý của các cấu kiện của sàn tầng (dầm, xà, bản), cầu thang, ban công, lôgia, các phòng trong nhà ở và nhà công cộng, cũng như các phòng sinh hoạt của nhà sản xuất cần được xác định theo công thức:

$$f_u = \frac{g(p + p_1 + q)}{30n^2(bp + p_1 + q)} \quad (G.1)$$

trong đó:

g là gia tốc trọng trường;

p là giá trị tiêu chuẩn của tải trọng do trọng lượng con người gây ra dao động, lấy theo Bảng G.2;

p_1 là giá trị tiêu chuẩn giảm của tải trọng lên sàn, lấy theo Bảng G.2;

q là giá trị tiêu chuẩn của tải trọng do trọng lượng của cấu kiện đang tính và các kết cấu tựa lên nó;

n là tần số gia tải khi người đi lại, lấy theo Bảng G.2;

b là hệ số, lấy theo Bảng G.2.

Độ võng f cần được xác định do tổng các tải trọng $\varphi_1 p + p_1 + q$, trong đó φ_1 là hệ số xác định theo công thức (3).

Bảng 14 (G.2) – Các hệ số p , p_1 , n , b

Các khu vực (theo Bảng 4)	p , kN/m ²	p_1 , kN/m ²	n , Hz	b
1. Các khu vực A, B (trừ phòng sinh hoạt ở khu B1); những chỗ nghỉ ngơi thuộc khu vực I2)	0,25	Lấy bằng $q_{k,qper}$ theo 8.3.3	1,5	$125\sqrt{\frac{Q}{\alpha \cdot p \cdot a \cdot L}}$
2. Phòng học thuộc khu vực C1.1 và phòng sinh hoạt thuộc khu vực B1; Các khu vực C (trừ phòng khiêu vũ thuộc khu vực C4) và D; Những chỗ tập trung đông người thuộc khu vực I1	0,50	Lấy bằng $q_{k,qper}$ theo 8.3.3	1,5	$125\sqrt{\frac{Q}{\alpha \cdot p \cdot a \cdot L}}$
Các ký hiệu trong bảng:				

Các khu vực (theo Bảng 4)	p , kN/m ²	p_1 , kN/m ²	n , Hz	b
Q là trọng lượng của một người, lấy bằng 0,8 kN. α là hệ số, lấy bằng: 1,0 – đối với cầu kiện tính theo sơ đồ dầm; 0,6 – đối với các cầu kiện còn lại (ví dụ, khi bản sàn kê ba hoặc bốn cạnh). a là bước dầm, xà; chiều rộng bản sàn (tấm), tính bằng mét (m). L là nhịp tính toán của cầu kiện kết cấu, tính bằng mét (m).				

11.2.3 (G.2.3) Độ võng ngang giới hạn của cột và kết cấu hãm do tải trọng cần trục

Độ võng ngang giới hạn của cột nhà có cần trục kiểu cầu (cầu trục), của trụ cầu cạn, cũng như của dầm đỡ cầu trục và của kết cấu hãm (dầm và giàn) lấy theo Bảng G.3 nhưng không nhỏ hơn 6 mm.

Độ võng cần được kiểm tra tại cao độ mặt trên của đường ray cầu trục theo lực hãm xe con của một cầu trục tác dụng theo hướng cắt ngang đường đi của cầu trục, không kể đến độ nghiêng của móng.

Bảng 15 (G.3) – Độ võng ngang giới hạn f_u của cột nhà có cầu trục, trụ cầu cạn, dầm đỡ cầu trục và kết cấu hãm

Nhóm chế độ làm việc của cần trục kiểu cầu (cầu trục)	Giá trị f_u của		
	Cột nhà và trụ cầu cạn trong nhà	Trụ cầu cạn ngoài trời	Dầm đỡ cầu trục và kết cấu hãm, nhà và cầu cạn (cả trong nhà và ngoài trời)
A1 đến A3	$h/500$	$h/1\,500$	$L/500$
A4 đến A6	$h/1\,000$	$h/2\,000$	$L/1\,000$
A7 đến A8	$h/2\,000$	$h/2\,500$	$L/2\,000$
Các ký hiệu trong Bảng G.3: h là chiều cao từ mặt trên của móng đến đỉnh của đường ray cầu trục (đối với nhà 1 tầng và cầu cạn ngoài trời hoặc trong nhà) hoặc khoảng cách từ trục dầm sàn đến đỉnh của đường ray cầu trục (đối với các tầng trên của nhà nhiều tầng); L là nhịp tính toán của cầu kiện (dầm).			
CHÚ THÍCH: Nhóm chế độ làm việc của cầu trục lấy theo Bảng B.1, Phụ lục B.			

11.2.4 (G.2.4) Độ võng ngang giới hạn của nhà, cấu kiện riêng lẻ và trụ đỡ bằng tải do tải trọng gió, độ nghiêng của móng và tác động nhiệt khí hậu

11.2.4.1 (G.2.4.1) Đối với trạng thái giới hạn thứ hai, chuyển vị ngang của nhà không khung do tải trọng gió không cần khống chế giới hạn.

11.2.4.2 (G.2.4.2) Độ võng ngang giới hạn của cột (trụ) nhà khung do tác động của nhiệt khí hậu và lún lấy bằng:

$h_s/150$ – khi tường và tường ngăn bằng gạch, bê tông thạch cao, bê tông cốt thép hay panen treo;

$h_s/200$ – khi tường được ốp bằng đá tự nhiên, tường bằng gạch đất sét nung hoặc bằng kính (vách kính), trong đó h_s là chiều cao một tầng, còn đối với nhà một tầng có cầu trục thì h_s là chiều cao từ mặt móng đến mặt dưới của dầm đỡ cầu trục.

Khi đó tác động của nhiệt độ cần được lấy không kể đến sự thay đổi nhiệt độ không khí bên ngoài ngày đêm và chênh lệch nhiệt độ do bức xạ mặt trời.

Khi xác định độ võng ngang do tác động của nhiệt khí hậu và lún, giá trị của nó không được cộng với độ võng do tải trọng gió và do độ nghiêng của móng.

11.2.4.3 (G.2.4.3) Độ võng ngang giới hạn của các bộ phận cấu tạo của vách kính và tương tự được quy định theo tiêu chuẩn chuyên ngành có liên quan hoặc theo nhiệm vụ thiết kế.

11.2.5 (G.2.5) Độ võng giới hạn và chuyển vị giới hạn của nhà và các cấu kiện riêng lẻ của nhà theo các yêu cầu công nghệ và cấu tạo

11.2.5.1 (G.2.5.1) Độ võng đứng giới hạn của các cấu kiện kết cấu theo các yêu cầu công nghệ và cấu tạo

11.2.5.1.1 (G.2.5.1.1) Độ võng đứng giới hạn của cấu kiện kết cấu theo yêu cầu công nghệ và cấu tạo được nêu trong Bảng G.4. Yêu cầu về khe hở giữa các cấu kiện liên kết được nêu trong G.2.5.1.2.

Bảng 16 (G.4) – Độ võng đứng giới hạn f_u và tải trọng tương ứng để xác định độ võng đứng f

Cấu kiện kết cấu	Yêu cầu	Giá trị f_u	Tải trọng để xác định độ võng đứng f
1. Dầm đỡ cần trục kiểu cầu (cầu trục) và cần trục treo được điều khiển:			
a) từ dưới nền, kể cả pa lăng	Công nghệ	$L/250$	Tải trọng do một cần trục
b) từ cabin ứng với chế độ làm việc (theo TCVN 8590-1:2010 (ISO 4301-1:1986)):	Công nghệ		
nhóm A1 đến A6		$L/400$	Tải trọng do một cần trục
nhóm A7		$L/500$	Tải trọng do một cần trục
nhóm A8		$L/600$	Tải trọng do một cần trục
2. Dầm, giàn, xà, bản, xà gồ, bản, tấm (bao gồm cả sườn của bản và tấm) của:			
a) Mái và sàn tầng có tường ngăn ngay dưới chúng	Cấu tạo	Lấy theo G.2.5.1.2	Tải trọng làm giảm khe hở giữa cấu kiện chịu lực của kết cấu và tường ngăn nằm ngay dưới chúng
b) Mái và sàn tầng khi sử dụng pa lăng, cần trục treo được điều khiển từ dưới nền	Công nghệ	$L/300$ hoặc $a/150$ (lấy giá trị nhỏ hơn)	Tải trọng tạm thời ngắn hạn có kể đến tải trọng do một cần trục hoặc pa lăng trên một đường ray
c) Sàn tầng mà chịu tác dụng của:			

Cấu kiện kết cấu	Yêu cầu	Giá trị f_u	Tải trọng để xác định độ võng đứng f
– các tải trọng di chuyển, vật liệu, chi tiết máy móc và các tải trọng di động khác (trong đó có tải trọng di chuyển trên nền không ray) – tải trọng di chuyển trên ray: + khổ hẹp + khổ rộng	Công nghệ	$L/350$ $L/400$ $L/500$	Giá trị bất lợi hơn trong hai giá trị: – 0,7 lần giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tạm thời ngắn hạn lên sàn tầng; – tải trọng do một xe xếp tải Tải trọng do một toa (hoặc xe) chạy trên một đường ray Tải trọng do một toa (hoặc xe) chạy trên một đường ray
d) Mái và sàn tầng của bãi đỗ xe trong nhà, có nhịp L , m: $L = 6$ $L = 12$ $L \geq 24$	Công nghệ	$L/200$ $L/250$ $L/300$	Tải trọng thường xuyên và tạm thời dài hạn (trong đó có tải trọng tạm thời ngắn hạn nêu tại Bảng 4 với hệ số giảm η nêu tại 8.3.3 và tải trọng tạm thời ngắn hạn nêu tại Bảng 5 với hệ số giảm η nêu tại 8.5.4)
3. Lanh tô, tấm tường treo phía trên lỗ cửa sổ và cửa đi (xà và xà gồ vách kính)	Cấu tạo	$L/200$	Tải trọng làm giảm khe hở giữa cấu kiện chịu lực và phần chèn các cửa sổ, cửa đi dưới cấu kiện chịu lực đó.
Các ký hiệu trong Bảng G.4: L là nhịp tính toán của cấu kiện kết cấu. a là bước dầm hoặc giàn mà đường đi của cần trục treo liên kết vào.			
CHÚ THÍCH 1: Đối với công xôn L được lấy bằng hai lần chiều dài vưon công xôn. CHÚ THÍCH 2: Cách tính độ võng theo mục 2b được nêu trong G.1.8. CHÚ THÍCH 3: Nhóm chế độ làm việc của cần trục kiểu cầu (cầu trục) và cần trục treo lấy theo Phụ lục B.			

11.2.5.1.2 (G.2.5.1.2) Khe hở giữa mặt dưới của các cấu kiện của mái, sàn tầng và đỉnh tường ngăn nằm dưới các cấu kiện đó, thông thường, không được vượt quá 40 mm. Trong các trường hợp, khi việc thực hiện các yêu cầu vừa nêu liên quan đến sự tăng độ cứng của sàn tầng và mái thì phải sử dụng các biện pháp cấu tạo để tránh sự tăng độ cứng đó (ví dụ: không bố trí các tường ngăn ngay dưới dầm chịu uốn mà bố trí ở bên cạnh nó).

11.2.5.2 (G.2.5.2) Độ dịch ngang (dịch vào) giới hạn của đường cầu, cầu cạn ngoài trời theo yêu cầu công nghệ

Độ dịch ngang (dịch vào) giới hạn của đường cầu, cầu cạn ngoài trời do tải trọng theo phương ngang và tải trọng lệch tâm theo phương đứng do một cầu trục gây ra (không kể đến độ nghiêng của móng) theo yêu cầu công nghệ lấy bằng 20 mm.

11.2.5.3 (G.2.5.3) Độ võng ngang (chuyển vị ngang) giới hạn của nhà, cấu kiện kết cấu riêng lẻ và trụ đỡ bằng tải do tải trọng gió và độ nghiêng của móng

11.2.5.3.1 (G.2.5.3.1) Chuyển vị ngang giới hạn của nhà theo yêu cầu cấu tạo (đảm bảo sự nguyên vẹn của phần chèn khung như tường, tường ngăn, các bộ phận của cửa đi và cửa sổ) được nêu trong Bảng G.5. Các chỉ dẫn về xác định chuyển vị nêu trong G.2.5.3.2.

Chuyển vị ngang của nhà cần được xác định có kể đến độ nghiêng (lún không đều) của móng. Khi đó tải trọng do trọng lượng của thiết bị, đồ gỗ, con người, các loại vật liệu chất kho chỉ kể đến khi các tải trọng này được chất đều lên toàn bộ tất cả các sàn tầng của nhà nhiều tầng (có giảm đi phụ thuộc vào số tầng), trừ các trường hợp dự kiến trước phương án chất tải khác theo điều kiện sử dụng bình thường.

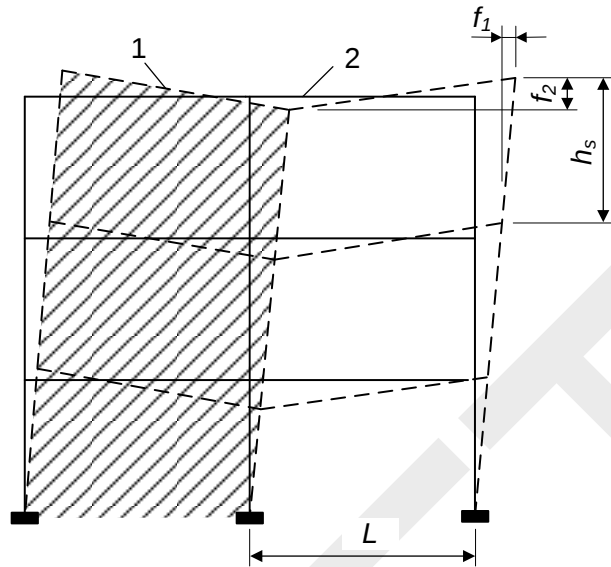
Đối với nhà cao đến 40 m (và các trụ đỡ bằng tải với chiều cao bất kỳ) nằm trong các vùng gió I đến IV (xem Bảng 7) thì cho phép không cần kể đến độ nghiêng của móng do gió gây ra.

Bảng 17 (G.5) – Chuyển vị ngang giới hạn f_u theo yêu cầu cấu tạo

Nhà, tường và tường ngăn	Liên kết giữa tường, tường ngăn với khung nhà	Giá trị f_u
1. Nhà nhiều tầng	Bất kỳ	$h/500$
2. Một tầng của nhà nhiều tầng:		
a) Tường và tường ngăn làm bằng: gạch, bê tông thạch cao, panen bê tông cốt thép	Cứng	$h_s/500$
b) Tường (có ốp đá tự nhiên) làm từ gạch ceramic	Cứng	$h_s/700$
c) Tường và tường ngăn (có ốp đá tự nhiên) làm bằng: gạch, bê tông thạch cao, panen bê tông cốt thép; tường và tường ngăn làm bằng gạch ceramic	Mềm	$h_s/300$
3. Nhà một tầng (với tường tự chịu lực)	Mềm	$h_s/300$
Các ký hiệu trong Bảng G.5: h là chiều cao nhà nhiều tầng, lấy bằng khoảng cách từ mặt móng đến trục của xà đỡ mái. h_s là chiều cao tầng của nhà một tầng, lấy bằng khoảng cách từ mặt móng đến mặt dưới của kết cấu vì kèo; trong nhà nhiều tầng: đối với tầng dưới cùng – bằng khoảng cách từ trên mặt móng đến trục của xà đỡ sàn tầng; đối với các tầng còn lại – bằng khoảng cách giữa các trục của các xà liên kề. CHÚ THÍCH 1: Đối với tầng trên cùng của nhà nhiều tầng được thiết kế có sử dụng các cấu kiện của mái nhà một tầng thì các chuyển vị ngang giới hạn được lấy như đối với nhà một tầng. Khi đó chiều cao tầng trên cùng h_s được tính từ trục của dầm đỡ sàn tầng đến mặt dưới của kết cấu vì kèo. CHÚ THÍCH 2: Các liên kết sau được xếp vào loại mềm: liên kết giữa tường hoặc tường ngăn với khung mà không ngăn cản dịch chuyển của khung (không truyền vào tường và tường ngăn nội lực có thể gây hư hỏng các cấu kiện cấu tạo); các liên kết được xếp vào loại cứng: liên kết ngăn cản các dịch chuyển tương hỗ của khung, tường hoặc tường ngăn. CHÚ THÍCH 3: Đối với nhà một tầng có tường treo (cũng như khi không có tấm mái cứng) và đối với khung độc lập nhiều tầng đỡ thiết bị trong nhà công nghiệp, chuyển vị ngang giới hạn cho phép tăng lên 30 % (nhưng lấy không lớn hơn $h_s/150$) , trong phạm vi mỗi tầng.		

11.2.5.3.2 (G.2.5.3.2) Đối với các sơ đồ khung giằng của nhà nhiều tầng có chiều cao trên 40 m thì độ nghiêng của các mảng tường (thuộc phạm vi các tầng) tiếp giáp với vách cứng tính bằng $f_1/h_s + f_2/L$

(Hình G.3) không được vượt quá (xem Bảng G.5): 1/500 đối với mục 2a và 1/700 đối với mục 2b và 1/300 đối với mục 2c.



CHÚ DẪN:

1 – Vách cứng;

2 – Mảng tường thuộc phạm vi các tầng.

CHÚ THÍCH:

Đường nét liền chỉ sơ đồ ban đầu của khung trước khi chịu tải trọng.

Hình 15 (G.3) – Sơ đồ độ nghiêng lệch của mảng tường (thuộc phạm vi các tầng) tiếp giáp với vách cứng trong nhà có sơ đồ khung giằng

11.2.5.4 (G.2.5.4) Độ võng của các cấu kiện của sàn tầng do lực nén trước

Độ võng giới hạn f_u của các cấu kiện của sàn tầng theo yêu cầu cấu tạo lấy bằng:

khi $L \leq 3$ m: 15 mm;

khi $L \geq 12$ m: 40 mm;

khi $3 \text{ m} < L < 12 \text{ m}$: nội suy tuyến tính.

Độ võng f cần được xác định từ tác dụng của lực nén trước, trọng lượng bản thân của các cấu kiện của sàn tầng và trọng lượng các lớp lát sàn.

12. (Phụ lục H) Hệ số tầm quan trọng của công trình

12.1 (H.1) Tùy thuộc vào cấp hậu quả của công trình, khi thiết kế cần sử dụng hệ số độ tin cậy về tầm quan trọng của công trình γ_n .

12.2 (H.2) Việc phân cấp hậu quả của công trình theo [2] phụ thuộc vào công năng sử dụng, cũng như hậu quả về xã hội, môi trường và kinh tế do sự hư hỏng và phá hoại của nó gây ra.

12.3 (H.3) Hệ số tầm quan trọng của công trình γ_n được lấy theo Bảng H.1 khi tính toán theo trạng thái giới hạn thứ nhất và lấy bằng 1,0 khi tính toán theo trạng thái giới hạn thứ hai.

Bảng 18 (H.1) – Giá trị tối thiểu của hệ số tầm quan trọng γ_n

Cấp hậu quả của công trình	Mức độ quan trọng của công trình	Giá trị γ_n
C1	Thấp	0,87
C2	Trung bình	1,00
C3	Cao	1,15
CHÚ THÍCH: Đối với nhà cao trên 250 m và mái nhíp lớn (không có trụ trung gian) với nhíp lớn hơn 120 m thì hệ số γ_n lấy không nhỏ hơn 1,2.		

Bình luận: Trong mọi trường hợp, đối với công trình thuộc cấp hậu quả C1, tích của hệ số độ tin cậy về tải trọng (γ_f) và hệ số tầm quan trọng (γ_n) không nhỏ hơn 1,0. Tức là $\gamma_f \cdot \gamma_n \geq 1,0$.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] QCVN 02:2022/BXD, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng.
- [2] QCVN 03:2022/BXD, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Phân cấp công trình phục vụ thiết kế xây dựng.
- [3] TCVN 2737:2023, Tải trọng và tác động.
- [4] ASCE 7-22 Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures;
- [5] EN 1991 Eurocode 1 – Actions on structures.
- [6] Designers' Guide to EN 1991-1-1, EN 1991-1-3 and 1991-1-5 to 1-7. Eurocode 1: Actions on Structures. General Rules and Actions on Buildings (not Wind). H. Gulvanessian, J.-A. Calgaro, P. Formichi and G. Harding. Forthcoming: 2007.
- [7] СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2, 3, 4).
- [8] Пособие к СНиП 2.01.07-85 Рекомендации по назначению аэродинамических коэффициентов при определении ветровой нагрузки на покрытия одноэтажных зданий промышленных предприятий, ЦНИИпромзданий 127238, г. Москва, Дмитровское ш., 46 к. 2.
- [9] Указания по определению нагрузок от подвесных кранов.
- [10] Нагрузки и воздействия на здания и сооружения. В. Н. Гордеев, А. И. Лантух-Лященко, В. А. Пашинский, А. В. Перельмутер, С. Ф. Пичугин. 2007 г..
- [11] Методическое пособие математическое (численное) моделирование ветровых нагрузок и воздействий, Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства, Российской Федерации, 2020 г..
- [12] МДС 20-1.2006 Временные нормы по назначению нагрузок и воздействий, действующих на многофункциональные высотные здания и комплексы в Москве.
- [13] СП 267.1325800.2016, Здания и комплексы высотные. Правила проектирования (с Изменением N 1).
- [14] СП 296.1325800.2017, Здания и сооружения. Особые воздействия (с Изменениями N 1, 2).