

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN X1992-1-2:202x

(xuất bản lần 1)

**THIẾT KẾ KẾT CẤU BÊ TÔNG – PHẦN 1-2: QUY ĐỊNH
CHUNG - THIẾT KẾ KẾT CẤU CHỊU LỬA**

Design of Concrete Structures: Part 1-2: General rules - Structural fire design

Dự thảo

HÀ NỘI – 2024



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: vkhcnd@ibst.vn

DỰ THẢO
TIÊU CHUẨN QUỐC GIA TCVN X1992-1-2:202x

**THIẾT KẾ KẾT CẤU BÊ TÔNG – PHẦN 1-2: QUY ĐỊNH CHUNG - THIẾT
KẾ KẾT CẤU CHỊU LỬA**

Design of Concrete Structures: Part 1-2: General rules - Structural fire design

MÃ SỐ: TC 35-20

Chủ nhiệm: TS. Đỗ Tiến Thịnh

Cộng tác viên: TS. Phạm Anh Tuấn
TS. Nguyễn Đại Minh
TS. Cao Duy Khôi
TS. Hoàng Anh Giang
ThS. Ngô Mạnh Toàn

ThS. Nguyễn Hồng Sơn
ThS. Nguyễn Trung Kiên
ThS. Nguyễn Mạnh Cường
TS. Trần Hùng

Ngày.... tháng... năm 2024

THỦ TRƯỞNG CƠ QUAN

CHỦ TRÌ ĐỀ TÀI TIÊU CHUẨN

TS. Nguyễn Hồng Hải

Ngày... tháng... năm 2024

CHỦ TRÌ ĐỀ TÀI TIÊU CHUẨN

[Handwritten signature]

TCVN X1992-1-2:202X

Lời nói đầu	6
1 Quy định chung	7
1.1 Phạm vi áp dụng.....	7
1.2 Tiêu chuẩn viện dẫn	8
1.3 Các giả thiết	8
1.4 Phân biệt giữa nguyên tắc và quy định áp dụng	8
1.5 Các định nghĩa	8
1.6 Các ký hiệu.....	9
2 Cơ sở thiết kế.....	11
2.1 Các quy định	11
2.2 Tác động	12
2.3 Giá trị thiết kế của các tính chất vật liệu	12
2.4 Các phương pháp tính toán.....	13
3 Các tính chất vật liệu	16
3.1 Quy định chung	16
3.2 Các tính chất của cường độ và biến dạng ở nhiệt độ cao.....	16
3.3 Các tính chất nhiệt học và vật lý của bê tông cốt liệu gốc silic và gốc đá vôi	22
3.4 Độ giãn dài do nhiệt của cốt thép và cốt thép ứng suất trước.....	25
4 Các quy trình thiết kế.....	26
4.1 Quy định chung	26
4.2 Phương pháp tính toán đơn giản.....	26
4.3 Các phương pháp tính toán nâng cao	30
4.4 Kiểm tra về cắt, xoắn và neo	32
4.5 Bong bê tông	32
4.6 Các liên kết.....	33
4.7 Các lớp bảo vệ	34
5 Phương pháp tra bảng	34
5.1 Phạm vi	34
5.2 Các quy định thiết kế chung	34
5.3 Cột	39
5.4 Tường	43
5.5 Các cấu kiện chịu kéo	45
5.6 Dầm.....	45
5.7 Sàn.....	51

6 Bê tông cường độ cao (HSC)	56
6.1 Quy định chung.....	56
6.2 Bong bê tông	57
6.3 Các tính chất nhiệt học	57
6.4 Thiết kế kết cấu	58
PHỤ LỤC A (tham khảo) Các đường đẳng nhiệt	60
PHỤ LỤC B (tham khảo) Các phương pháp tính toán đơn giản.....	69
PHỤ LỤC C (tham khảo) Mất ổn định cục bộ của cột trong điều kiện chịu lửa.....	80
PHỤ LỤC D (tham khảo) Các phương pháp tính toán chịu cắt, xoắn và neo.....	107
PHỤ LỤC E (tham khảo) Phương pháp tính toán đơn giản cho dầm và sàn	110
PHỤ LỤC F Các tham số xác định theo quốc gia.....	113

TCVN X1992-1-2:202X

Lời nói đầu

TCVN X1992-1-2:202X được biên soạn trên cơ sở tham khảo BS EN 1992-1-2:2004, phiên bản có bổ sung, chỉnh lý năm 2019.

TCVN X1992-1-2:202X do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Thông tin bổ sung riêng đối với TCVN X1992-1-2:202X

TCVN X1992-1-2:202X trình bày các nguyên tắc, yêu cầu và quy định áp dụng cho thiết kế kết cấu nhà chịu tác động của lửa, bao gồm những khía cạnh sau:

Các yêu cầu về an toàn

Tiêu chuẩn này được chủ định áp dụng cho Chủ đầu tư (tức là để thiết lập các yêu cầu riêng của họ), đơn vị thiết kế, nhà thầu và các cơ quan quản lý.

Những mục tiêu chung của công tác phòng cháy là hạn chế những rủi ro đối với các cá nhân cũng như đối với xã hội, tài sản của chủ sở hữu lân cận và nếu cần thì hạn chế rủi ro cho cả môi trường hoặc tài sản trực tiếp chịu tác động của đám cháy, trong trường hợp xảy ra hỏa hoạn.

Chỉ dẫn các sản phẩm xây dựng 89/106/EEC đưa ra những yêu cầu cần thiết cho việc hạn chế rủi ro cháy như sau:

“Các công trình xây dựng phải được thiết kế và xây dựng để đảm bảo khi xảy ra sự cố cháy thì:

- Công trình phải duy trì khả năng chịu lực trong một khoảng thời gian theo quy định,
- Hạn chế sự phát sinh và lan truyền của lửa và khói ở bên trong công trình,
- Hạn chế sự lan truyền của lửa sang công trình xây dựng lân cận,
- Người sử dụng có thể rời khỏi công trình hoặc được cứu hộ bằng các phương tiện khác,
- Phải tính đến sự an toàn của lực lượng cứu hộ.”

Theo tài liệu “An toàn trong trường hợp hỏa hoạn” yêu cầu cơ bản nêu trên có thể được xem xét theo những tình huống khác nhau đối với các chiến lược an toàn cháy chủ đạo ví dụ như kịch bản cháy truyền thống (các đám cháy tiêu chuẩn) hoặc kịch bản cháy “tự nhiên” (tham số), bao gồm cả các giải pháp phòng cháy thụ động và/hoặc phòng cháy chủ động.

Phần thiết kế chịu lửa trong Bộ tiêu chuẩn thiết kế kết cấu liên quan đến các khía cạnh phòng cháy thụ động dưới dạng thiết kế kết cấu và các bộ phận kết cấu để đảm bảo đủ khả năng chịu lực và để hạn chế sự lan truyền của đám cháy nếu cần.

Các chức năng và mức độ yêu cầu về tính năng có thể được quy định dưới dạng bậc chịu lửa danh định (tiêu chuẩn), thường được đưa ra trong các quy chuẩn về an toàn cháy của quốc gia, hoặc nếu quy chuẩn về an toàn cháy cho phép thì áp dụng phương pháp kỹ thuật an toàn cháy để đánh giá các giải pháp chủ động và thụ động, xem TCVN XXXX (1991-1-2).

Tài liệu này không bao gồm các yêu cầu bổ sung, ví dụ như:

- Khả năng lắp đặt và bảo trì các hệ thống Sprinkler;
- Các điều kiện đối với công năng của nhà hoặc khoang cháy;
- Việc sử dụng các vật liệu bọc bảo vệ và cách nhiệt đã được chứng nhận, bao gồm cả việc bảo trì các lớp bọc này;

do những yêu cầu này chịu sự quy định của cơ quan quản lý theo chức năng.

Những trị số của hệ số riêng và các tham số về độ tin cậy khác được đưa ra dưới dạng giá trị khuyến cáo với độ tin cậy chấp nhận được. Những giá trị này được lựa chọn trên giả thiết là công tác xây dựng đã áp dụng trình độ tay nghề và trình độ quản lý chất lượng thích hợp.

Các quy trình thiết kế

TCVN X1992-1-2:202X

Tổng quát

Một quy trình tính toán phân tích đầy đủ để thiết kế chịu lửa có thể xét đến các đặc điểm: ứng xử của hệ kết cấu ở nhiệt độ cao, nguy cơ chịu tác động của nhiệt và những hệ quả có lợi của các hệ thống phòng cháy chủ động cũng như thụ động. Các yếu tố bất định liên quan đến 03 đặc điểm kể trên và tầm quan trọng của kết cấu (hậu quả nếu kết cấu bị phá hủy) cũng phải được xem xét

Cho đến thời điểm hiện nay, đã có thể thực hiện một quy trình để xác định tính năng làm việc thích hợp có xét đến một số, nếu không phải là toàn bộ, các tham số này và cũng có thể minh chứng được việc kết cấu hoặc các bộ phận của nó có tính năng làm việc thích hợp trong một đám cháy công trình thực sự. Tuy nhiên, nếu quy trình này dựa trên đám cháy danh định (tiêu chuẩn) thì hệ thống phân loại (hệ thống đưa ra các khoảng thời gian xác định về khả năng chịu lửa) phải xét đến (không được ngoại suy) những đặc điểm cùng những bất định đã nói ở trên.

Việc áp dụng các quy trình thiết kế được minh họa trong Hình 0.1. Cả cách thiết kế theo định mức lẫn thiết kế theo công năng đều được trình bày ở đây. Cách thiết kế theo định mức sử dụng các đám cháy danh định để tạo ra các tác động nhiệt học. Bằng kỹ thuật an toàn cháy, cách thiết kế theo công năng sử dụng các tham số vật lý và hóa học để tính đến các tác động nhiệt học. Thông tin bổ sung về các phương pháp thay thế khác của tiêu chuẩn này được cho trong Bảng 0.1

Để thiết kế theo tiêu chuẩn này, đòi hỏi phải xác định các tác động nhiệt học và cơ học lên kết cấu theo TCVN xxxx (EN 1991-1-2).

Hỗ trợ thiết kế

Nếu chưa có các mô hình tính đơn giản, thì phần thiết kế chịu lửa của tiêu chuẩn này đã cung cấp giải pháp thiết kế dưới dạng các bảng tra (dựa vào các thử nghiệm hoặc mô hình tính toán nâng cao) để sử dụng với giới hạn về tính hợp lệ xác định trước.

Hi vọng là các tổ chức khác ở bên ngoài cũng cùng tham gia đóng góp xây dựng nên những giải pháp hỗ trợ thiết kế dựa trên các mô hình tính toán nâng cao được đưa ra trong tiêu chuẩn này.

Phần nội dung chính của tiêu chuẩn này, cùng các Phụ lục tham khảo A, B, C, D và E có nêu hầu hết các khái niệm có tính nguyên tắc và các quy tắc cần thiết để thiết kế chịu lửa cho kết cấu bê tông.

Phụ lục quốc gia của TCVN X1992-1-2:202X

Những quy trình, giá trị và khuyến cáo để phân loại, có thể được lựa chọn theo từng quốc gia, đều được đánh dấu bằng các ghi chú trong tiêu chuẩn này. Chính vì vậy, việc thực hành tiêu chuẩn này ở dạng tiêu chuẩn quốc gia cần phải có Phụ lục quốc gia bao hàm tất cả các tham số xác định theo quốc gia (NDPs) để dùng cho công tác thiết kế trước hết là công trình nhà, còn sau đó nếu có yêu cầu và có thể áp dụng được thì dùng cho cả các công trình hạ tầng kỹ thuật được xây dựng.

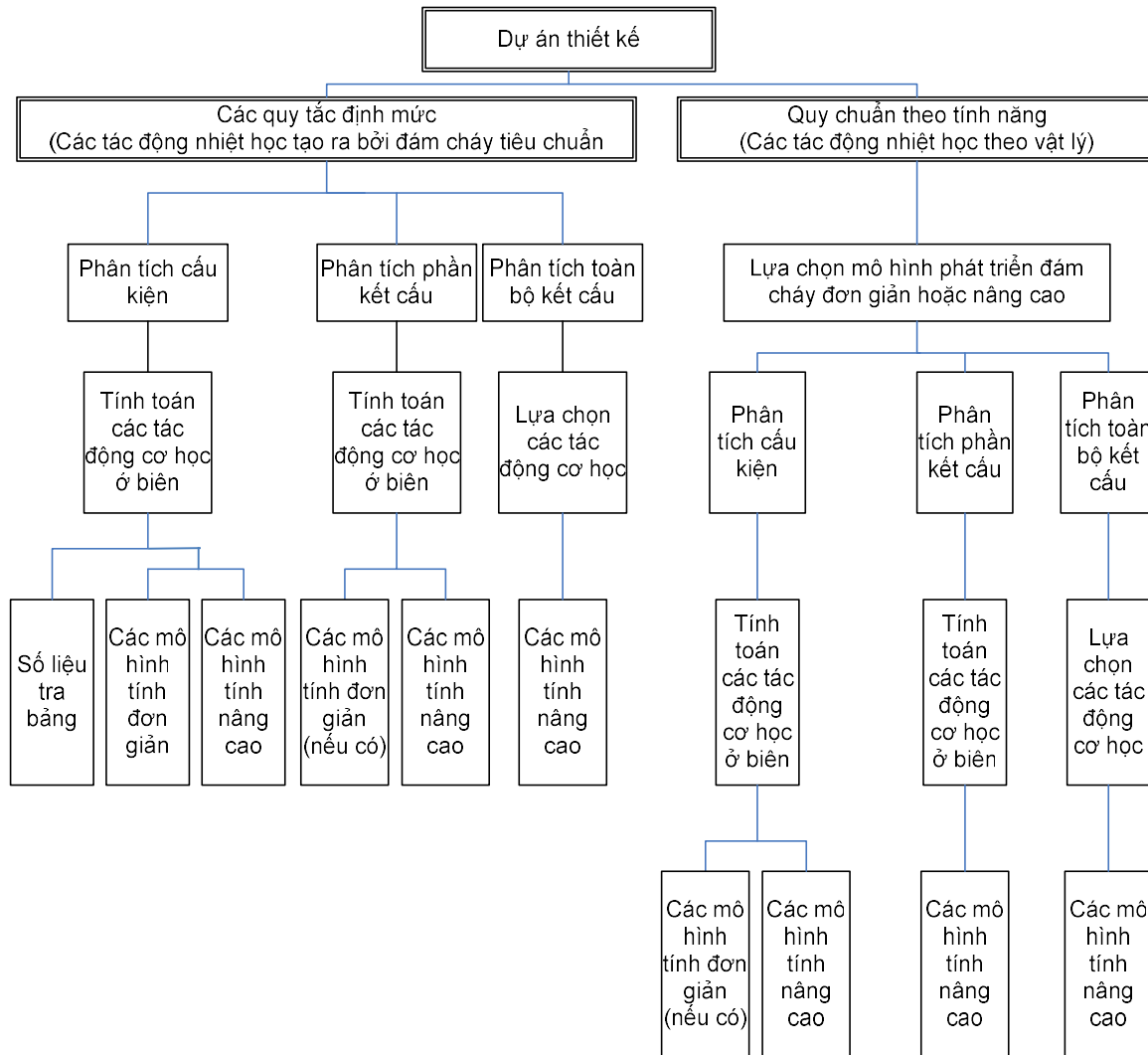
Cho phép lựa chọn tham số theo quốc gia tại những điều sau:

- | | |
|---|-------------|
| – 2.1.3 (2) | – 5.3.2 (2) |
| – 2.3 (2)P | – 5.6.1 (1) |
| – Error! Reference source not found. | – 5.7.3 (2) |

- | | |
|-------------|---------------|
| (5) | - 6.1 (5) |
| - 3.2.4 (2) | - 6.2 (2) |
| - 3.3.3 (1) | - 6.3 (1) |
| - 4.1 (1)P | - 6.4.2.1 (3) |
| - 4.5.1 (2) | - 6.4.2.2 (2) |
| - 5.2 (3) | |
| - 5.3.1 (3) | |

Bảng 0.1 - Tổng hợp về các phương pháp tính toán khác nhau đối với thiết kế chịu lửa

	Phương pháp tra bảng	Phương pháp tính toán đơn giản	Mô hình tính toán nâng cao
<p>Phân tích cấu kiện</p> <p>Cấu kiện được coi là tồn tại riêng biệt. Không xem xét đến các tác động cháy gián tiếp ngoại trừ những tác động gây ra bởi gradient nhiệt</p>	<p>Có</p> <p>- Trong 5.1(1), chỉ nêu số liệu áp dụng cho đám cháy tiêu chuẩn.</p> <p>- Về mặt nguyên tắc, có thể phát triển các số liệu cho nhiều dạng đường cong mô phỏng các dạng đám cháy khác.</p>	<p>Có</p> <p>- Trong 4.2.1(1) có đám cháy tiêu chuẩn và đám cháy theo tham số.</p> <p>- Các đường đẳng nhiệt phân bố nhiệt, trong 4.2.2(1) chỉ được áp dụng cho đám cháy tiêu chuẩn.</p> <p>- Các mô hình vật liệu trong 4.2.4.1(2) chỉ áp dụng cho tốc độ tăng nhiệt tương tự như đám cháy tiêu chuẩn.</p>	<p>Có</p> <p>4.3.1(1) chỉ đưa ra các nguyên tắc</p>
<p>Phân tích một phần của kết cấu</p> <p>Khi phân tích một phần của kết cấu có xem xét đến các tác động cháy gián tiếp nhưng không xem xét các tương tác phụ thuộc thời gian với các phần khác của kết cấu.</p>	<p>Không</p>	<p>Có</p> <p>- 4.2.1(1) chỉ đề cập đám cháy tiêu chuẩn và đám cháy tham số</p> <p>- Các đường đẳng nhiệt cho trong 4.2.2(1) chỉ áp dụng cho đám cháy tiêu chuẩn.</p> <p>- Các mô hình vật liệu trong 4.2.4.1(2) chỉ áp dụng cho tốc độ tăng nhiệt tương tự như đám cháy tiêu chuẩn.</p>	<p>Có</p> <p>4.3.1(1) chỉ đưa ra các nguyên tắc</p>
<p>Phân tích kết cấu tổng thể</p> <p>Phân tích toàn bộ kết cấu. Các tác động cháy gián tiếp được xem xét trên toàn kết cấu.</p>	<p>Không</p>	<p>Không</p>	<p>Có</p> <p>4.3.1(1) chỉ đưa ra các nguyên tắc</p>



Hình 0.1 - Các quy trình thiết kế cơ bản

THIẾT KẾ KẾT CẤU BÊ TÔNG - PHẦN 1-2: QUY ĐỊNH CHUNG - THIẾT KẾ KẾT CẤU CHỊU LỬA

Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design

1 Quy định chung

1.1 Phạm vi áp dụng

1.1.1 Phạm vi áp dụng của bộ tiêu chuẩn TCVN X1992

(1)P Bộ tiêu chuẩn TCVN X1992 được áp dụng để thiết kế các công trình nhà và công trình hạ tầng kỹ thuật dân dụng bằng bê tông. Tiêu chuẩn này phù hợp với các nguyên tắc và yêu cầu đối với kết cấu về an toàn và khả năng sử dụng, đồng thời cũng phù hợp với cơ sở thiết kế và tính toán kết cấu được đưa ra trong TCVN xxxx (EN 1990) - Cơ sở thiết kế kết cấu.

(2)P Bộ tiêu chuẩn TCVN X1992 chỉ đề cập các yêu cầu đối với khả năng chịu lực, khả năng sử dụng, độ bền lâu và khả năng chịu lửa của các kết cấu bê tông. Những yêu cầu khác, như cách nhiệt hoặc cách âm, không được xem xét ở tiêu chuẩn này.

(3)P Bộ tiêu chuẩn TCVN X1992 được chủ định áp dụng cùng với các tiêu chuẩn sau:

- TCVN X1990, *Cơ sở thiết kế kết cấu*;
- TCVN X1991, *Tác động lên kết cấu*;
- Các tiêu chuẩn đối với các sản phẩm xây dựng liên quan đến kết cấu bê tông.
- TCVN X13670, *Thi công kết cấu bê tông*;
- TCVN 9386, *Thiết kế kết cấu chịu động đất*, khi các kết cấu bê tông được xây dựng ở những vùng có động đất.

(4)P Bộ tiêu chuẩn TCVN X1992 được chia thành các tiêu chuẩn:

- TCVN X1992-1-1: Quy định chung và quy định cho kết cấu nhà
- TCVN X1992-1-2: Quy định chung - Thiết kế kết cấu chịu lửa
- TCVN X1992-3: Kết cấu chứa chất lỏng và vật liệu rời.

1.1.2 Phạm vi áp dụng

(1)P Tiêu chuẩn này đề cập phương pháp thiết kế kết cấu bê tông cốt thép trong tình huống bất thường phải chịu tác động của đám cháy. Tiêu chuẩn này được sử dụng kết hợp cùng TCVN X1992-1-1 và TCVN X1991-1-2. Tiêu chuẩn này chỉ đưa ra những thay đổi so với thiết kế trong điều kiện nhiệt độ bình thường hoặc bổ sung thêm cho thiết kế trong điều kiện đó.

(2)P Tiêu chuẩn này chỉ xét đến các giải pháp phòng cháy thụ động, không xét đến các giải pháp phòng cháy chủ động.

(3)P Tiêu chuẩn này áp dụng cho các kết cấu bê tông cốt thép có yêu cầu phải đảm bảo các chức năng nhất định khi chịu tác động của lửa, cụ thể gồm:

- không để kết cấu bị sụp đổ sớm (chức năng chịu lực)

TCVN X1992-1-2:202X

- hạn chế đám cháy (ngọn lửa, khí nóng, nhiệt độ cao) lan truyền vượt qua các khu vực định trước (chức năng ngăn cháy).

(4)P Tiêu chuẩn này đưa ra các nguyên tắc và các quy định áp dụng (xem TCVN xxxx (EN 1991-1-2) để thiết kế cho các yêu cầu cụ thể căn cứ vào các chức năng đã đề cập ở trên và theo các cấp tính năng.

(5)P Tiêu chuẩn này áp dụng cho các kết cấu, hoặc phần kết cấu thuộc phạm vi áp dụng của TCVN X1992-1-1 và được thiết kế theo tiêu chuẩn đó. Tuy nhiên, tiêu chuẩn này không áp dụng cho:

- các kết cấu ứng suất trước theo công nghệ căng ngoài;
- các kết cấu vữa.

(6)P Các phương pháp đưa ra trong tiêu chuẩn này áp dụng cho bê tông nặng có cấp cường độ lên đến C90/105 và cho bê tông nhẹ có cấp cường độ lên đến LC55/60. Các cấp cường độ từ C50/60 trở lên phải tuân theo các quy định bổ sung và thay thế quy định tại điều 6.

1.2 Tiêu chuẩn viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây rất 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 không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất.

TCVN *** (EN 1363-2), Thử nghiệm khả năng chịu lửa – Phần 2: Các quy trình thay thế và bổ sung;
TCVN xxxx (EN 1990), Cơ sở thiết kế kết cấu;

TCVN xxxx (EN 1991-1-2), Tải trọng và tác động – Phần 1-2: Các tác động chung – Các tác động lên kết cấu khi tiếp xúc với lửa;

TCVN X1992-1-1, Thiết kế kết cấu bê tông – Phần 1.1: Quy định chung và quy định đối với nhà;

TCVN *** (EN 10080), Thép dùng làm thép cốt bê tông – thép cốt hàn được – Quy định chung;

TCVN *** (EN 10138-2), Thép ứng suất trước – Phần 2: Sợi thép;

TCVN *** (EN 10138-3), Thép ứng suất trước – Phần 3: Tao cáp;

TCVN *** (EN 10138-4), Thép ứng suất trước – Phần 4: Thanh;

TCVN 1651-1, Thép cốt bê tông – Thép tròn trơn;

TCVN 1651-2, Thép cốt bê tông – Thép thanh vằn.

1.3 Các giả thiết

Áp dụng các giả thiết đưa ra trong TCVN xxxx (EN 1990) và TCVN X1992-1-1.

1.4 Phân biệt giữa nguyên tắc và quy định áp dụng

(1) Áp dụng các quy định trong TCVN xxxx (EN 1990)

1.5 Các định nghĩa

Bên cạnh các định nghĩa trong TCVN xxxx (EN 1990) và TCVN xxxx (EN 1992-1-2), tiêu chuẩn này áp dụng thêm những định nghĩa dưới đây:

1.5.1

Nhiệt độ tới hạn của cốt thép (Critical temperature of reinforcement)

Nhiệt độ của cốt thép mà tại đó dự kiến cấu kiện bị mất khả năng chịu lực (Tiêu chí R) trong trường hợp chịu lửa ở mức ứng suất cho trước trong cốt thép.

1.5.2**Tường ngăn cháy** (Fire wall)

Tường ngăn cách giữa hai không gian (hai nhà nối chung) được thiết kế có khả năng chịu lửa, ổn định kết cấu và có thể còn có khả năng chịu các tải trọng ngang để trong trường hợp có cháy và xảy ra phá hoại kết cấu ở một bên tường thì lửa không lan được sang bên kia.

1.5.3**Mức ứng suất lớn nhất** (Maximum stress level)

Mức ứng suất ở nhiệt độ cho trước mà tại đó quan hệ ứng suất biến dạng của thép bị chuyển sang thềm chảy.

1.5.4**Bộ phận kết cấu** (Part of structure)

Phần được tách ra từ một kết cấu hoàn chỉnh, với các điều kiện gối tựa và điều kiện biên thích hợp.

1.5.5**Các lớp bảo vệ** (Protective layers)

Bất kỳ vật liệu hoặc tổ hợp của các vật liệu nào đó được sử dụng vào một cấu kiện với mục đích làm tăng khả năng chịu lửa cho cấu kiện đó.

1.5.6**Tiết diện ngang giảm yếu** (Reduced cross section)

Tiết diện của một cấu kiện được sử dụng trong phương pháp giảm tiết diện khi thiết kế kết cấu chịu lửa. Nó được xác định bằng cách loại bỏ các phần tiết diện được giả thiết là không còn cường độ và độ cứng.

1.6 Các ký hiệu**1.6.1 Các ký hiệu bổ sung so với TCVN X1992-1-1**

(1)P Tiêu chuẩn này sử dụng thêm những ký hiệu sau:

Chữ cái Latinh viết hoa

$E_{d,fi}$ Giá trị thiết kế của hệ quả tác động trong trường hợp chịu lửa;

E_d Giá trị thiết kế của hệ quả tác động trong trường hợp thiết kế ở nhiệt độ bình thường;

$R_{d,fi}$ Cường độ tính toán trong trường hợp chịu lửa; $R_{d,fi}(t)$ trong một khoảng thời gian t cho trước;

R 30 hoặc R 60, ... giới hạn chịu lửa theo tiêu chí khả năng chịu lực trong khoảng thời gian 30 hoặc 60, ... min dưới điều kiện tác động của đám cháy tiêu chuẩn;

E 30 hoặc E 60,... giới hạn chịu lửa theo tiêu chí tính toán vẹn trong khoảng thời gian 30 hoặc 60, ... min dưới điều kiện tác động của đám cháy tiêu chuẩn;

I 30 hoặc I 60,... giới hạn chịu lửa theo tiêu chí tính cách nhiệt trong khoảng thời gian 30 hoặc 60, ... min dưới điều kiện tác động của đám cháy tiêu chuẩn;

T Nhiệt độ [K] (giống như θ Nhiệt độ [°C]);

X_k Giá trị đặc trưng của cường độ hoặc tính chất biến dạng trong thiết kế ở nhiệt độ bình thường;

TCVN X1992-1-2:202X

$X_{d,fi}$ Giá trị thiết kế của cường độ hoặc tính chất biến dạng trong trường hợp chịu lửa.

Chữ cái Latinh viết thường

a Khoảng cách từ trục của cốt thép hoặc cốt thép ứng suất trước đến bề mặt bê tông gần nhất chịu tác động của lửa;

c_c Nhiệt dung riêng của bê tông [J/kg^oK];

$f_{ck}(\theta)$ Giá trị đặc trưng của cường độ chịu nén của bê tông ở nhiệt độ θ với một mức biến dạng nhất định;

$f_{ck,t}(\theta)$ Giá trị đặc trưng của cường độ chịu kéo của bê tông ở nhiệt độ θ với một mức biến dạng nhất định;

$f_{pk}(\theta)$ Giá trị đặc trưng của cường độ của cốt thép ứng suất trước ở nhiệt độ θ với một mức biến dạng nhất định;

$f_{sk}(\theta)$ Giá trị đặc trưng của cường độ của cốt thép ở nhiệt độ θ với một mức biến dạng nhất định;

$k(\theta) = \frac{X_k(\theta)}{X_k}$ Hệ số giảm cường độ hoặc tính chất biến dạng phụ thuộc vào nhiệt độ θ của vật liệu;

Mc tải trọng của cột ở các điều kiện nhiệt độ bình thường;

t Thời gian chịu tác động của lửa (min).

Chữ cái Hy Lạp viết thường

$\gamma_{M,fi}$ Hệ số an toàn riêng cho vật liệu khi thiết kế chịu lửa;

$\eta_{fi} = E_{d,fi}/E_d$ Hệ số giảm đối với mức tải trọng thiết kế trong trường hợp chịu lửa;

$\mu_{fi} = N_{Ed,fi}/N_{Rd}$ Mức độ tận dụng trong thiết kế chịu lửa;

$\varepsilon_c(\theta)$ Biến dạng nhiệt của bê tông;

$\varepsilon_p(\theta)$ Biến dạng nhiệt của cốt thép ứng suất trước;

$\varepsilon_s(\theta)$ Biến dạng nhiệt của cốt thép;

$\varepsilon_{s,fi}$ Biến dạng của cốt thép hoặc cốt thép ứng suất trước ở nhiệt độ θ ;

λ_c Hệ số dẫn nhiệt của bê tông [W/m ^oK];

$\lambda_{o,fi}$ Độ mảnh của cột trong điều kiện chịu lửa;

- $\sigma_{c,fi}$ Ứng suất nén của bê tông trong trường hợp chịu lửa;
- $\sigma_{s,fi}$ Ứng suất của cốt thép trong trường hợp chịu lửa;
- θ Nhiệt độ [°C];
- θ_{cr} Nhiệt độ tới hạn [°C].

1.6.2 Bên cạnh các chỉ số phụ được sử dụng trong TCVN X1992-1-1, tiêu chuẩn này sử dụng thêm các chỉ số phụ sau:

- f_i Giá trị liên quan đến trường hợp chịu lửa;
- t Phụ thuộc vào thời gian;
- θ Phụ thuộc vào nhiệt độ.

2 Cơ sở thiết kế

2.1 Các quy định

2.1.1 Quy định chung

(1)P Khi có yêu cầu về khả năng chịu lực trong trường hợp có cháy, thì các kết cấu bê tông phải được thiết kế và thi công theo phương pháp thích hợp để đảm bảo chúng có thể duy trì được chức năng chịu lực trong suốt thời gian chịu lửa yêu cầu.

(2)P Khi có yêu cầu về sự phân khoang, các bộ phận bao bọc của khoang cháy, kể cả các liên kết, phải được thiết kế và thi công theo phương pháp thích hợp để đảm bảo chúng có thể duy trì được chức năng ngăn cách trong suốt quá trình chịu tác động của lửa theo yêu cầu. Khi cần thiết, phải đảm bảo:

- không bị hư hỏng về tính toàn vẹn, xem TCVN xxxx (EN 1991-1-2);
- không bị hư hỏng về tính cách nhiệt, xem TCVN xxxx (EN 1991-1-2);
- hạn chế được độ bức xạ nhiệt từ bề mặt không chịu tác động của lửa.

CHÚ THÍCH 1) Xem các định nghĩa trong TCVN xxxx (EN 1991-1-2).

CHÚ THÍCH 2) Các tiêu chí về bức xạ nhiệt không áp dụng cho các kết cấu bê tông được xem xét trong tiêu chuẩn này.

(3)P Phải áp dụng các tiêu chí về biến dạng nếu các giải pháp bảo vệ chống cháy hoặc các tiêu chí thiết kế đối với bộ phận ngăn cách, có yêu cầu xét đến biến dạng của kết cấu chịu lực.

(4) Trong những trường hợp sau không cần xem xét đến biến dạng của kết cấu chịu lực:

- tính hiệu quả của giải pháp bảo vệ chống cháy đã được đánh giá theo 4.7,
- các bộ phận ngăn cách phải thỏa mãn các yêu cầu theo tác động của đám cháy danh định.

2.1.2 Tác động của đám cháy danh định

(1)P Khi chịu tác động của đám cháy tiêu chuẩn, các cấu kiện phải đáp ứng được các tiêu chí R, E và I như sau:

- Chỉ có chức năng ngăn cách: tính toàn vẹn (tiêu chí E) và nếu có yêu cầu thì cả tính cách nhiệt (tiêu chí I);
- Chỉ có chức năng chịu lực: khả năng chịu lực (tiêu chí R);

TCVN X1992-1-2:202X

- Cả chức năng ngăn cách và chịu lực: các tiêu chí R, E và nếu có yêu cầu thì cả I.

(2) Tiêu chí “R” được cho là thỏa mãn khi chức năng chịu lực được duy trì trong suốt khoảng thời gian chịu lửa yêu cầu.

(3) Tiêu chí “I” được cho là thỏa mãn khi độ tăng trung bình của nhiệt độ trên toàn bộ bề mặt không chịu tác động trực tiếp của lửa không vượt quá 140 K và độ tăng lớn nhất của nhiệt độ tại bất kỳ điểm nào trên bề mặt đó không vượt quá 180 K.

(4) Khi chịu tác động của môi trường nhiệt độ phát triển theo đường quan hệ nhiệt độ-thời gian của đám cháy bên ngoài vẫn nên áp dụng các tiêu chí (R, E, I), tuy nhiên nên dùng thêm các chữ cái “eI” để biểu thị sự tham chiếu đến đường cong cụ thể này (xem TCVN xxxx (EN 1991-1-2)).

(5) Khi chịu tác động của môi trường nhiệt độ phát triển theo đường quan hệ nhiệt độ-thời gian của đám cháy dầu khí, vẫn nên áp dụng các tiêu chí (R, E, I), tuy nhiên nên dùng thêm các chữ cái “HC” để biểu thị sự tham chiếu đến đường cong cụ thể này (xem TCVN xxxx (EN 1991-1-2)).

(6) Khi bộ phận ngăn cách theo phương đứng có hoặc không có chức năng chịu lực phải đáp ứng yêu cầu chịu va đập (tiêu chí M), thì bộ phận đó nên chịu một tải tập trung theo phương ngang như quy định trong TCVN *** (EN 1363 Phần 2).

2.1.3 Tác động của đám cháy tham số

(1)P Chức năng chịu lực phải được duy trì trong toàn bộ thời gian kéo dài của đám cháy, bao gồm cả giai đoạn tắt dần, hoặc trong một khoảng thời gian theo quy định.

(2) Để tính toán chức năng ngăn cách với giả thiết nhiệt độ thường là 20 °C, cần áp dụng những tiêu chí sau:

- Độ tăng trung bình của nhiệt độ ở phía không chịu tác động trực tiếp của lửa của bộ phận công trình không vượt quá 140 K và độ tăng lớn nhất của nhiệt độ ở phía không chịu tác động trực tiếp của lửa không vượt quá 180 K trong suốt giai đoạn tăng nhiệt, cho đến khi nhiệt độ của khí nóng trong khoang cháy đạt đến giá trị cao nhất.
- Độ tăng trung bình của nhiệt độ ở phía không chịu tác động trực tiếp của lửa của bộ phận công trình không vượt quá $\Delta\theta_1$ và sự gia tăng của nhiệt độ lớn nhất ở phía không chịu tác động trực tiếp của lửa không vượt quá $\Delta\theta_2$ trong suốt giai đoạn tắt dần.

CHÚ THÍCH Các giá trị của $\Delta\theta_1$ và $\Delta\theta_2$ dùng cho từng quốc gia có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia. Các giá trị khuyến cáo của $\Delta\theta_1$ và $\Delta\theta_2$ tương ứng là 200 K và 240 K.

2.2 Tác động

(1)P Các tác động cơ học và nhiệt học phải được xác định theo TCVN xxxx (EN 1991-1-2).

(2) Ngoài những quy định trong TCVN xxxx (EN 1991-1-2), độ phát xạ nhiệt liên quan đến bề mặt bê tông nên được lấy bằng 0,7.

2.3 Giá trị thiết kế của các tính chất vật liệu

(1)P Giá trị thiết kế của các tính chất cơ học của vật liệu (cường độ và biến dạng), $X_{d,fi}$ được định nghĩa như sau:

$$X_{d,fi} = \frac{k_{\theta} X_k}{\gamma_{M,fi}} \quad (2.1)$$

Trong đó:

- X_k là giá trị đặc trưng của tính chất về cường độ hoặc biến dạng (thường là f_k hoặc E_k) khi thiết kế ở nhiệt độ bình thường theo TCVN X1992-1-1;
- k_θ là hệ số giảm đối với tính chất cường độ hoặc biến dạng ($X_{k,\theta} / X_k$), phụ thuộc vào nhiệt độ của vật liệu, xem 3.2;
- $\gamma_{M,\bar{n}}$ là hệ số an toàn riêng cho trường hợp chịu lửa đối với tính chất tương ứng của vật liệu.

(2)P Giá trị thiết kế của các tính chất nhiệt học của vật liệu $X_{d,\bar{n}}$ được định nghĩa như sau:

- Nếu tính chất tăng lên thì an toàn hơn

$$X_{d,\bar{n}} = \frac{X_{k,\theta}}{\gamma_{M,\bar{n}}} \quad (2.2a)$$

- Nếu tính chất tăng lên thì kém an toàn hơn

$$X_{d,\bar{n}} = \gamma_{M,\bar{n}} X_{k,\theta} \quad (2.2b)$$

Trong đó:

- $X_{k,\theta}$ là giá trị của tính chất của vật liệu trong thiết kế chịu lửa, thường phụ thuộc vào nhiệt độ của vật liệu, xem Điều 3;
- $\gamma_{M,\bar{n}}$ là hệ số an toàn riêng cho trường hợp chịu lửa đối với tính chất tương ứng của vật liệu.

CHÚ THÍCH 1: Giá trị của $\gamma_{M,\bar{n}}$ sử dụng ở mỗi quốc gia có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia. Các giá trị khuyến cáo như sau:

- Đối với các tính chất nhiệt học của bê tông và cốt thép cũng như cốt thép ứng suất trước, lấy $\gamma_{M,\bar{n}} = 1,0$;
- Đối với các tính chất cơ học của bê tông và cốt thép cũng như cốt thép ứng suất trước, lấy $\gamma_{M,\bar{n}} = 1,0$;

CHÚ THÍCH 2: Nếu các tính chất trên được điều chỉnh thì các số liệu liên quan được lập thành bảng cũng cần được điều chỉnh tương ứng.

2.4 Các phương pháp tính toán

2.4.1 Quy định chung

(1)P Mô hình của hệ kết cấu được chấp nhận sử dụng để thiết kế theo tiêu chuẩn này phải phản ánh được tính năng làm việc theo dự kiến của kết cấu đó khi chịu lửa.

(2)P Mô hình đó phải được tính toán về khoảng thời gian chịu tác động của lửa theo quy định t:

$$E_{d,\bar{n}} \leq R_{d,t,\bar{n}} \quad (2.3)$$

Trong đó:

- $E_{d,\bar{n}}$ là giá trị thiết kế của hệ quả tác động đối với trường hợp chịu lửa, được xác định theo TCVN xxxx (EN 1991-1-2), bao gồm cả các hệ quả của sự giãn nở và biến dạng nhiệt;
- $R_{d,t,\bar{n}}$ là khả năng chịu lực thiết kế tương ứng trong trường hợp chịu lửa.

TCVN X1992-1-2:202X

(3) Việc phân tích kết cấu đối với trường hợp chịu lửa nên được thực hiện theo Điều 5 của TCVN xxxx (EN 1990).

CHÚ THÍCH : Để tính toán các yêu cầu về khả năng chịu lửa tiêu chuẩn, chỉ cần thực hiện ở mức độ phân tích các cấu kiện.

(4) Khi các quy định áp dụng cho trong tiêu chuẩn này chỉ có hiệu lực đối với đường quan hệ nhiệt độ-thời gian tiêu chuẩn thì điều này sẽ được chỉ rõ trong các điều mục liên quan.

(5) Các số liệu tra bảng cho trong Điều 5 được lập dựa trên đường quan hệ nhiệt độ-thời gian tiêu chuẩn.

(6)P Để thay thế cho thiết kế bằng tính toán phân tích, thiết kế chịu lửa có thể được tiến hành dựa vào các kết quả thử nghiệm đốt hoặc dựa vào sự kết hợp giữa thử nghiệm đốt và tính toán, xem Điều 5 của TCVN xxxx (EN 1990).

2.4.2 Phân tích cấu kiện

(1) Hệ quả tác động nên được xác định cho thời gian $t = 0$ bằng cách sử dụng tổ hợp $\psi_{1,1}$ hoặc $\psi_{1,2}$ theo Điều 4 của TCVN xxxx (EN 1991-1-2).

(2) Để đơn giản hóa cho (1) ở trên, hệ quả tác động có thể được xác định từ phân tích kết cấu cho thiết kế ở nhiệt độ bình thường như sau:

$$E_{d,\bar{n}} = \eta_{\bar{n}} E_d \quad (2.4)$$

Trong đó:

E_d là giá trị thiết kế của lực hoặc mô men tương ứng cho thiết kế ở nhiệt độ bình thường đối với tổ hợp tác động cơ bản (xem TCVN xxxx (EN 1990));

$\eta_{\bar{n}}$ là hệ số giảm đối với mức tải trọng thiết kế cho trường hợp chịu lửa.

(3) Hệ số giảm $\eta_{\bar{n}}$ đối với tổ hợp tải trọng (6.10) trong TCVN xxxx (EN 1990) nên được lấy như sau:

$$\eta_{\bar{n}} = \frac{G_k + \psi_{\bar{n}} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad (2.5)$$

hoặc tổ hợp tải trọng (6.10a) và (6.10b) trong TCVN xxxx (EN 1990) với giá trị nhỏ hơn được cho trong các biểu thức sau:

$$\eta_{\bar{n}} = \frac{G_k + \psi_{\bar{n}} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}} \quad (2.5a)$$

$$\eta_{\bar{n}} = \frac{G_k + \psi_{\bar{n}} Q_{k,1}}{\xi \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad (2.5b)$$

Trong đó:

$Q_{k,1}$ là tác động thay đổi cơ bản;

G_k là giá trị đặc trưng của tác động thường xuyên;

γ_G là hệ số riêng cho tác động thường xuyên;

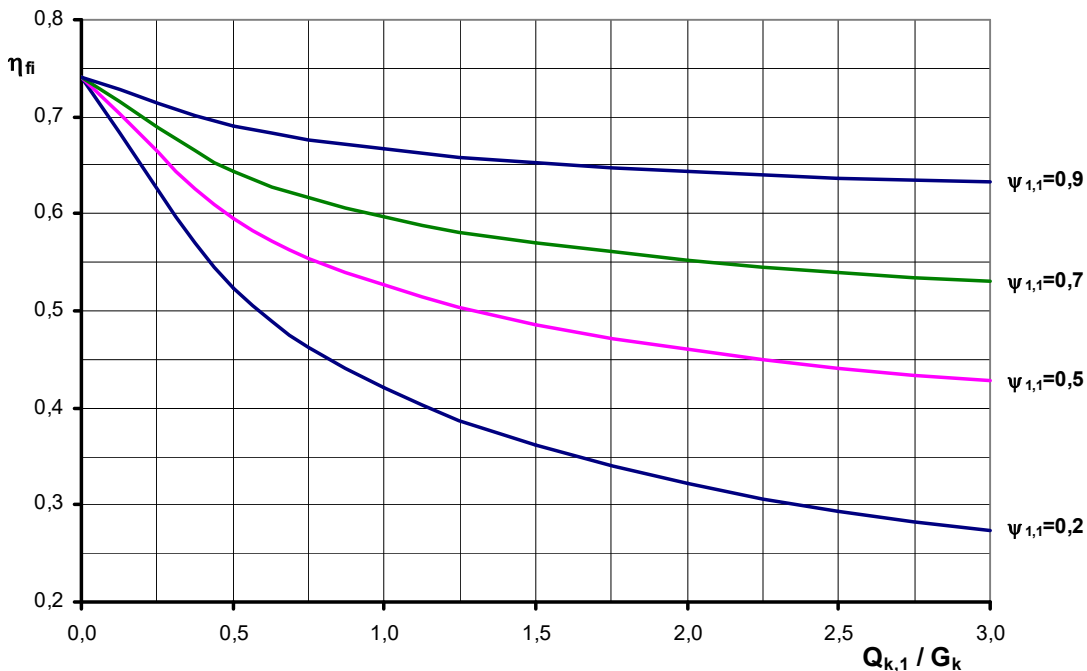
$\gamma_{Q,1}$ là hệ số riêng cho tác động thay đổi số 1;

ψ_{fi} là hệ số tổ hợp cho các giá trị theo chu kỳ hoặc tựa thường xuyên được lấy bằng $\psi_{1,1}$ hoặc $\psi_{2,1}$ xem TCVN xxxx (EN 1991-1-2);

ξ là hệ số giảm đối với tác động thường xuyên bất lợi G.

CHÚ THÍCH 1 Đối với phương trình (2.5), các ví dụ của sự thay đổi về hệ số giảm η_{fi} dùng cho biểu thức (2.4) theo tỷ số tải trọng $Q_{k,1}/G_k$ và các giá trị khác nhau của hệ số tổ hợp $\psi_{1,1}$ được thể hiện trên Hình 2.1, với các giả thiết là: $\gamma_{GA} = 1,0$, $\gamma_G = 1,35$ và $\gamma_Q = 1,5$. Biểu thức (2.5a) và (2.5b) cho các giá trị cao hơn đôi chút. Các giá trị khuyến cáo của hệ số riêng được cho trong TCVN xxxx (EN 1990).

CHÚ THÍCH 2 Để đơn giản, có thể sử dụng giá trị khuyến cáo của $\eta_{fi} = 0,7$.



Hình 2.1 - Sự thay đổi của hệ số giảm η_{fi} theo tỷ số tải trọng $Q_{k,1}/G_k$

(4) Chỉ cần xem xét đến các hệ quả của biến dạng nhiệt gây ra bởi gradient nhiệt trên tiết diện. Có thể bỏ qua các hệ quả của sự giãn nở nhiệt dọc trục hoặc trong mặt phẳng.

(5) Các điều kiện biên ở các gối tựa và đầu mút của cấu kiện, áp dụng ở thời điểm $t = 0$, được giả thiết là không thay đổi trong suốt thời gian chịu tác động của lửa.

(6) Có thể áp dụng các phương pháp tra bảng, tính toán đơn giản hoặc tính toán nâng cao tương ứng trong Điều 5, 4.2 và 4.3 để tính toán các cấu kiện trong điều kiện chịu lửa.

2.4.3 Phân tích bộ phận kết cấu

(1) Áp dụng 2.4.2 (1).

(2) Thay cho việc tiến hành phân tích kết cấu tổng thể trong trường hợp chịu lửa ở thời điểm $t = 0$, có thể xác định phản lực tại các gối tựa và các nội lực cũng như mô men ở biên của bộ phận kết cấu bằng cách phân tích kết cấu cho trường hợp nhiệt độ thường như nêu ở 2.4.2.

(3) Phải quy định phạm vi bộ phận kết cấu được phân tích trên cơ sở sự giãn nở và biến dạng nhiệt có thể phát sinh nhằm dự đoán được sự tương tác của chúng với các phần khác của kết cấu trong

TCVN X1992-1-2:202X

suốt quá trình chịu tác động của lửa thông qua các điều kiện gối tựa và điều kiện biên phụ thuộc thời gian.

(4)P Trong phạm vi của bộ phận kết cấu được phân tích, phải kể đến những vấn đề sau: dạng phá hủy khi chịu tác động của lửa, các yếu tố phụ thuộc nhiệt độ gồm tính chất của vật liệu và độ cứng của cấu kiện, các hệ quả của sự giãn nở và biến dạng nhiệt (các tác động gián tiếp của lửa).

(5) Các điều kiện biên tại các gối tựa và lực cũng như mô men tại các biên của phần kết cấu ở thời điểm $t = 0$ được giả thiết là không thay đổi trong suốt thời gian chịu tác động của lửa.

2.4.4 Phân tích kết cấu tổng thể

(1)P Khi tiến hành phân tích kết cấu tổng thể trong trường hợp chịu lửa phải tính đến những vấn đề sau: dạng phá hủy khi chịu tác động của lửa, các yếu tố phụ thuộc nhiệt độ gồm tính chất của vật liệu và độ cứng của cấu kiện, các hệ quả của sự giãn nở và biến dạng nhiệt (các tác động gián tiếp của lửa).

3 Các tính chất vật liệu

3.1 Quy định chung

(1)P Giá trị của các tính chất vật liệu cho trong điều này được coi là các giá trị đặc trưng (xem 2.3 (1)P).

(2) Các giá trị đó có thể được sử dụng cho phương pháp tính toán đơn giản (xem 4.2) hoặc phương pháp tính toán nâng cao (xem 4.3).

Có thể áp dụng những công thức thay thế của các định luật về vật liệu nếu kết quả thu được nằm trong phạm vi của kết quả thực nghiệm.

CHÚ THÍCH Tiêu chuẩn này không cung cấp các tính chất vật liệu đối với bê tông cốt liệu nhẹ.

(3)P Các tính chất cơ học của bê tông, cốt thép và cốt thép ứng suất trước ở nhiệt độ thường

(20 °C) phải được lấy đúng bằng các giá trị cho trong TCVN xxxx (EN 1991-1-2) đối với thiết kế ở nhiệt độ bình thường.

3.2 Các tính chất của cường độ và biến dạng ở nhiệt độ cao

3.2.1 Quy định chung

(1)P Các giá trị số về tính chất cường độ và biến dạng được cho trong điều này căn cứ vào các thí nghiệm ở trạng thái truyền nhiệt ổn định cũng như trạng thái truyền nhiệt ổn định tức thời và một số trường hợp là tổng hợp của cả hai. Do các hệ quả từ biến chưa được xem xét rõ ràng, nên các mô hình vật liệu trong tiêu chuẩn này chỉ áp dụng được với tốc độ tăng nhiệt trong khoảng từ 2 K/min đến 50 K/min. Đối với tốc độ tăng nhiệt nằm ngoài giới hạn nêu trên, độ tin cậy của các tính chất cường độ và biến dạng phải được xác định riêng.

3.2.2 Bê tông

3.2.2.1 Bê tông chịu nén

(1)P Các tính chất cường độ và biến dạng của bê tông chịu ứng suất một trục ở nhiệt độ cao phải được xác định từ quan hệ ứng suất – biến dạng như thể hiện trong Hình 3.1.

(2) Các quan hệ ứng suất – biến dạng cho trong Hình 3.1 được xác định theo 2 tham số:

- Cường độ chịu nén $f_{c,\theta}$.
- Biến dạng $\varepsilon_{c1,\theta}$ tương ứng với $f_{c,\theta}$.

(3) Giá trị cho từng tham số đó được cho trong Bảng 3.1 dưới dạng hàm số của nhiệt độ bê tông. Đối với các giá trị nhiệt độ trung gian có thể xác định bằng cách nội suy tuyến tính.

(4) Các tham số chỉ định trong Bảng 3.1 có thể sử dụng cho bê tông với cốt liệu gốc silic hoặc gốc can xi (chứa ít nhất 80 % về khối lượng là cốt liệu đá vôi).

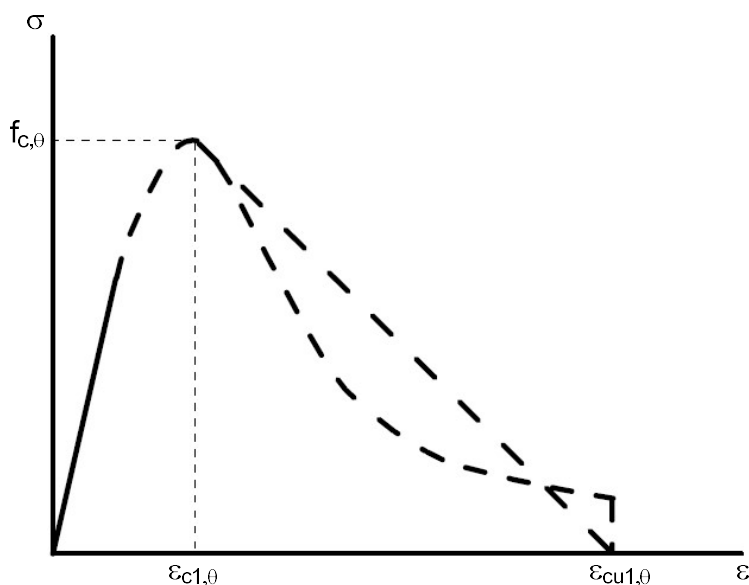
(5) Các giá trị cho $\varepsilon_{cu1,\theta}$ xác định phạm vi của nhánh giảm của biểu đồ có thể được lấy từ Bảng 3.1, cột 4 áp dụng cho bê tông cốt liệu gốc silic, cột 7 áp dụng cho bê tông cốt liệu gốc can xi.

Bảng 3.1 - Các giá trị áp dụng cho những tham số chính của quan hệ ứng suất – biến dạng của bê tông với cốt liệu gốc silic hoặc gốc can xi ở nhiệt độ cao

Nhiệt độ bê tông, (θ)	Cốt liệu gốc silic			Cốt liệu gốc đá vôi		
	$f_{c,\theta}/f_{ck}$	$\varepsilon_{c1,\theta}$	$\varepsilon_{cu1,\theta}$	$f_{c,\theta}/f_{ck}$	$\varepsilon_{c1,\theta}$	$\varepsilon_{cu1,\theta}$
[°C]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
1	2	3	4	5	6	7
20	1,00	0,0025	0,0200	1,00	0,0025	0,0200
100	1,00	0,0040	0,0225	1,00	0,0040	0,0225
200	0,95	0,0055	0,0250	0,97	0,0055	0,0250
300	0,85	0,0070	0,0275	0,91	0,0070	0,0275
400	0,75	0,0100	0,0300	0,85	0,0100	0,0300
500	0,60	0,0150	0,0325	0,74	0,0150	0,0325
600	0,45	0,0250	0,0350	0,60	0,0250	0,0350
700	0,30	0,0250	0,0375	0,43	0,0250	0,0375
800	0,15	0,0250	0,0400	0,27	0,0250	0,0400
900	0,08	0,0250	0,0425	0,15	0,0250	0,0425
1 000	0,04	0,0250	0,0450	0,06	0,0250	0,0450
1 100	0,01	0,0250	0,0475	0,02	0,0250	0,0475
1 200	0,00	-	-	0,00	-	-

(6) Đối với các tác động nhiệt phù hợp với điều 3 của TCVN *** (EN 1991-1-2 (mô phỏng đám cháy tự nhiên), đặc biệt là khi xem xét nhánh giảm của biểu đồ, thì nên điều chỉnh mô hình toán học của quan hệ ứng suất – biến dạng của bê tông được quy định trong Hình 3.1.

(7) Không nên tính đến cường độ có thể hồi phục lại của bê tông trong giai đoạn giảm nhiệt.



Khoảng giá trị	Ứng suất $\sigma(\theta)$
$\varepsilon \leq \varepsilon_{c1,\theta}$	$\frac{3 \varepsilon f_{c,\theta}}{\varepsilon_{c1,\theta} \left(2 + \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{c1,\theta}} \right)^3 \right)}$
$\varepsilon_{c1(\theta)} < \varepsilon \leq \varepsilon_{cu1,\theta}$	Nhánh giảm của biểu đồ cần được dùng trong các phương pháp số. Cả mô hình tuyến tính và phi tuyến đều được chấp nhận

Hình 3.1 - Mô hình toán học áp dụng cho các quan hệ ứng suất – biến dạng của bê tông khi chịu nén ở điều kiện nhiệt độ cao

3.2.2.2 Cường độ chịu kéo

(1) Cường độ chịu kéo của bê tông thường được bỏ qua (thiên về an toàn). Khi sử dụng phương pháp đơn giản hoặc tính toán nâng cao có thể áp dụng điều khoản này nếu cần phải tính đến cường độ chịu kéo.

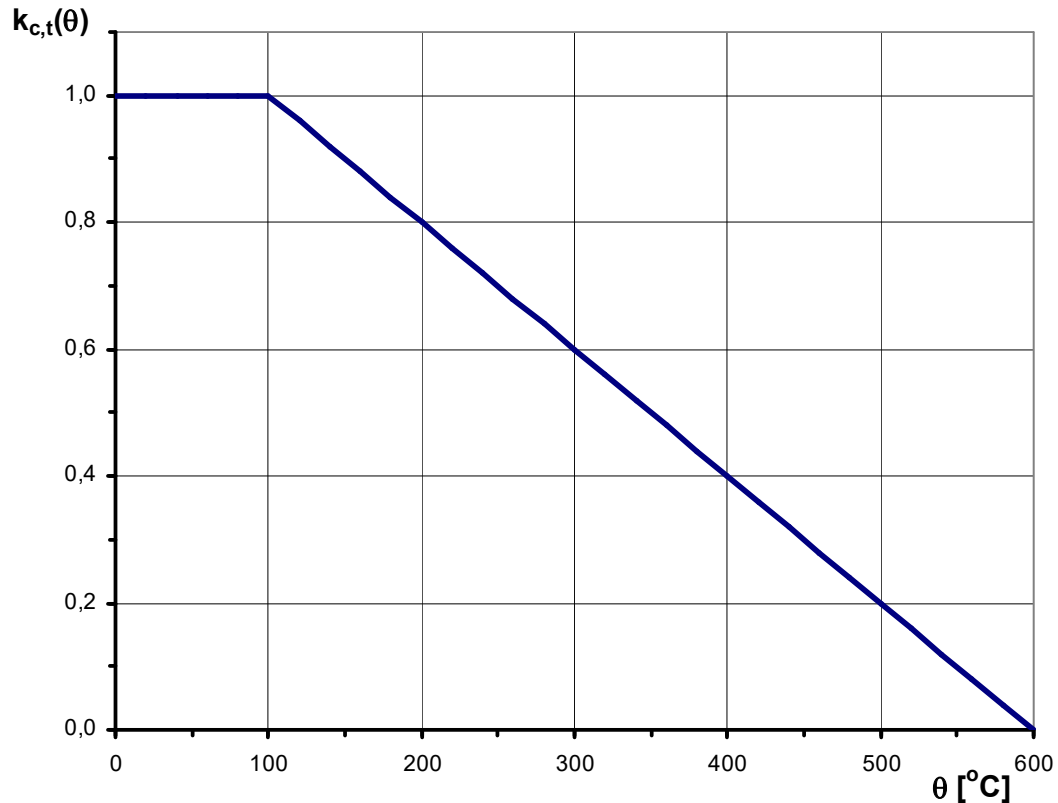
(2) Cường độ chịu kéo đặc trưng của bê tông được giảm bớt bằng cách sử dụng hệ số $k_{c,t}(\theta)$ như trong biểu thức (3.1)

$$f_{ck,t}(\theta) = k_{c,t}(\theta) f_{ck,t} \tag{3.1}$$

(3) Khi chưa có số liệu chính xác có thể lấy các giá trị của $k_{c,t}(\theta)$ như sau (xem Hình 3.2):

$$k_{c,t}(\theta) = 1,0 \quad \text{với } 20 \text{ }^\circ\text{C} \leq \theta \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_{c,t}(\theta) = 1,0 - \frac{1,0(\theta - 100)}{500} \quad \text{với } 100 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 600 \text{ }^\circ\text{C}$$



Hình 3.2 - Hệ số $k_{c,t}(\theta)$ để giảm cường độ chịu kéo ($f_{ck,t}$) của bê tông trong điều kiện nhiệt độ cao

3.2.3 Cốt thép

(1)P Các đặc trưng cường độ và biến dạng của cốt thép ở nhiệt độ cao phải được xác định từ quan hệ ứng suất – biến dạng quy định trong Hình 3.3 và Bảng 3.2 (a hoặc b). Chỉ có thể sử dụng Bảng 3.2b nếu có thí nghiệm xác định cường độ ở nhiệt độ cao.

(2) Quan hệ ứng suất – biến dạng nêu trong Hình 3.3 được xác định theo ba tham số:

- Độ dốc của đoạn thẳng tuyến tính $E_{s,\theta}$;
- Giới hạn tỷ lệ $f_{sp,\theta}$;
- Mức ứng suất cực đại $f_{sy,\theta}$.

(3) Các giá trị của các tham số trong (2) đối với cốt thép, loại cán nóng và kéo nguội ở điều kiện nhiệt độ cao được cho trong Bảng 3.2. Đối với các giá trị nhiệt độ trung gian có thể xác định bằng cách nội suy tuyến tính.

(4) Quan hệ ứng suất – biến dạng đã nêu có thể áp dụng được cho cốt thép trong vùng chịu nén.

(5) Đối với các tác động nhiệt phù hợp với Điều 3 của TCVN xxxx (EN 1991-1-2) (mô phỏng đám cháy tự nhiên), đặc biệt là khi xem xét nhánh giảm của biểu đồ, thì các giá trị dùng cho quan hệ ứng suất - biến dạng của cốt thép được quy định trong Bảng 3.2 có thể được sử dụng đảm bảo độ chính xác.

Bảng 3. 2a - Các giá trị Cấp N dùng cho các tham số của quan hệ ứng suất – biến dạng của cốt thép loại cán nóng và kéo nguội ở nhiệt độ cao

Nhiệt độ cốt thép θ [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$		$f_{sp,\theta}/f_{yk}$		$E_{s,\theta}/E_s$	
	Cán nóng	Kéo nguội	Cán nóng	Kéo nguội	Cán nóng	Kéo nguội
1	2	3	4	5	6	7
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
100	1,00	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00
200	1,00	1,00	0,81	0,92	0,90	0,87
300	1,00	1,00	0,61	0,81	0,80	0,72
400	1,00	0,94	0,42	0,63	0,70	0,56
500	0,78	0,67	0,36	0,44	0,60	0,40
600	0,47	0,40	0,18	0,26	0,31	0,24
700	0,23	0,12	0,07	0,08	0,13	0,08
800	0,11	0,11	0,05	0,06	0,09	0,06
900	0,06	0,08	0,04	0,05	0,07	0,05
1 000	0,04	0,05	0,02	0,03	0,04	0,03
1 100	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02
1 200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Bảng 3.2b - Các giá trị Cấp X dùng cho các tham số của quan hệ ứng suất – biến dạng của cốt thép loại cán nóng và kéo nguội ở nhiệt độ cao

Nhiệt độ cốt thép θ [°C]	$f_{sy,\theta}/f_{yk}$ Cán nóng và kéo nguội	$f_{sp,\theta}/f_{yk}$ Cán nóng và kéo nguội	$E_{s,\theta}/E_s$ Cán nóng và kéo nguội
20	1,00	1,00	1,00
100	1,00	1,00	1,00
200	1,00	0,87	0,95
300	1,00	0,74	0,90
400	0,90	0,70	0,75
500	0,70	0,51	0,60
600	0,47	0,18	0,31
700	0,23	0,07	0,13
800	0,11	0,05	0,09
900	0,06	0,04	0,07
1 000	0,04	0,02	0,04
1 100	0,02	0,01	0,02

CHÚ THÍCH: Việc lựa chọn Cấp N (Bảng 3.2a) hoặc Cấp X (Bảng 3.2b) để sử dụng ở mỗi quốc gia có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia. Nhìn chung khuyến cáo sử dụng Cấp N (Bảng 3.2a). Chỉ sử dụng Cấp X khi có số liệu thí nghiệm chứng minh cho các giá trị này.

3.2.4 Cốt thép ứng suất trước

(1) Nên sử dụng cùng một mô hình toán học như trình bày trong 3.2.3 đối với cốt thép để xác định các tính chất về cường độ và biến dạng của cốt thép ứng suất trước ở nhiệt độ cao.

(2) Các giá trị dùng cho các tham số đối với cốt thép ứng suất trước loại kéo nguội (sợi và tao cáp) và loại đã được tôi và xử lý nhiệt (thanh) ở nhiệt độ cao được cho bởi $f_{py,\theta} / (\beta f_{pk})$, $f_{pp,\theta} / (\beta f_{pk})$, $E_{p,\theta} / E_p$, $\varepsilon_{pt,\theta}$ [-], $\varepsilon_{pu,\theta}$ [-]. Giá trị của β được xác định phụ thuộc vào Cấp A hoặc Cấp B.

Đối với Cấp A, giá trị của β được cho bởi biểu thức (3.2) (xem Bảng 3.3):

$$\beta = \left[\left(\frac{\varepsilon_{ud} - \frac{f_{p0,1k}}{E_p}}{\varepsilon_{uk} - \frac{f_{p0,1k}}{E_p}} \right) \left(\frac{f_{pk} - f_{p0,1k}}{f_{pk}} \right) + \frac{f_{p0,1k}}{f_{pk}} \right] \quad (3.2)$$

Ở đây, các định nghĩa và giá trị dùng cho ε_{ud} , ε_{uk} , $f_{p0,1k}$, f_{pk} và E_p ở nhiệt độ thường được cho trong 3.3 của TCVN X1992-1-1.

Đối với Cấp B, β lấy bằng 0,9 (xem Bảng 3.3).

CHÚ THÍCH: Việc lựa chọn và sử dụng Cấp A hoặc Cấp B được quy định trong Phụ lục quốc gia.

Bảng 3.3 - Các giá trị dùng cho các tham số của quan hệ ứng suất – biến dạng ở nhiệt độ cao của cốt thép ứng suất trước loại kéo nguội (cw) (sợi và tao cáp) và loại đã được tôi và xử lý nhiệt (q và t) (thanh)

Nhiệt độ của thép θ [°C]	$f_{py,\theta} / (\beta f_{pk})$		$f_{pp,\theta} / (\beta f_{pk})$		$E_{p,\theta} / E_p$		$\varepsilon_{pt,\theta}$ [-]	$\varepsilon_{pu,\theta}$ [-]	
	cw		q và t	cw	q và t	cw	q và t	cw, q và t	cw, q và t
	Cấp A	Cấp B							
1	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,050	0,100
100	1,00	0,99	0,98	0,68	0,77	0,98	0,76	0,050	0,100
200	0,87	0,87	0,92	0,51	0,62	0,95	0,61	0,050	0,100
300	0,70	0,72	0,86	0,32	0,58	0,88	0,52	0,055	0,105
400	0,50	0,46	0,69	0,13	0,52	0,81	0,41	0,060	0,110
500	0,30	0,22	0,26	0,07	0,14	0,54	0,20	0,065	0,115
600	0,14	0,10	0,21	0,05	0,11	0,41	0,15	0,070	0,120
700	0,06	0,08	0,15	0,03	0,09	0,10	0,10	0,075	0,125
800	0,04	0,05	0,09	0,02	0,06	0,07	0,06	0,080	0,130
900	0,02	0,03	0,04	0,01	0,03	0,03	0,03	0,085	0,135
1 000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,090	0,140
1 100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,095	0,145
1 200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,100	0,150

CHÚ THÍCH: Đối với các giá trị nhiệt độ trung gian có thể xác định bằng cách nội suy tuyến tính.

TCVN X1992-1-2:202X

(3) Khi xem xét các tác động nhiệt phù hợp với Điều 3 của TCVN xxxx (EN 1991-1-2) (mô phỏng đám cháy tự nhiên), đặc biệt là khi xem xét nhánh giảm nhiệt, thì các giá trị dùng cho quan hệ ứng suất – biến dạng của cốt thép ứng suất trước được quy định trong (2) có thể được sử dụng với độ chính xác đảm bảo.

3.3 Các tính chất nhiệt học và vật lý của bê tông cốt liệu gốc silic và gốc đá vôi

3.3.1 Giãn dài do nhiệt

(1) Biến dạng nhiệt $\varepsilon_c(\theta)$ của bê tông so với chiều dài ở 20 °C có thể được xác định như sau:

Cốt liệu gốc silic:

$$\varepsilon_c(\theta) = -1,8 \times 10^{-4} + 9 \times 10^{-6} \theta + 2,3 \times 10^{-11} \theta^3 \quad \text{với } 20 \text{ }^\circ\text{C} \leq \theta \leq 700 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_c(\theta) = 14 \times 10^{-3} \quad \text{với } 700 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 1\,200 \text{ }^\circ\text{C}$$

Cốt liệu gốc đá vôi:

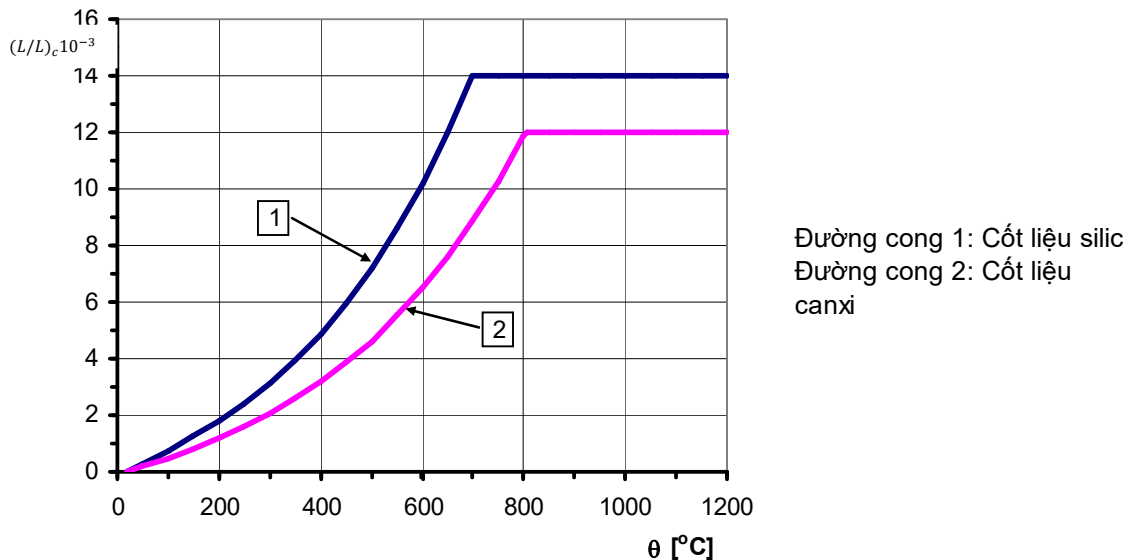
$$\varepsilon_c(\theta) = -1,2 \times 10^{-4} + 6 \times 10^{-6} \theta + 1,4 \times 10^{-11} \theta^3 \quad \text{với } 20 \text{ }^\circ\text{C} \leq \theta \leq 805 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_c(\theta) = 12 \times 10^{-3} \quad \text{với } 805 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 1\,200 \text{ }^\circ\text{C}$$

Trong đó

θ là nhiệt độ của bê tông (°C)

(2) Sự thay đổi theo nhiệt độ của độ giãn dài do nhiệt được minh họa trong Hình 3.5.



Hình 3.5 - Tổng giãn dài do nhiệt của bê tông

3.3.2 Nhiệt dung riêng

(1) Nhiệt dung riêng $c_p(\theta)$ của bê tông khô ($u = 0 \%$) có thể được xác định như sau:

Cốt liệu silic và đá vôi

$$c_p(\theta) = 900 \text{ (J/kg K)} \quad \text{với } 20 \text{ }^\circ\text{C} \leq \theta \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_p(\theta) = 900 + (\theta - 100) \text{ (J/kg K)} \quad \text{với } 100 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 200 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_p(\theta) = 1\,000 + (\theta - 200)/2 \text{ (J/kg K)} \quad \text{với } 200 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 400 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_p(\theta) = 1\,100 \text{ (J/kg K)} \quad \text{với } 400 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 1\,200 \text{ }^\circ\text{C}$$

Trong đó

θ là nhiệt độ của bê tông ($^\circ\text{C}$). $c_p(\theta)$ (kJ /kg K) được minh họa trong Hình 3.6a.

(2) Trong tính toán, nếu không cần xem xét chi tiết về độ ẩm, thì hàm số đã đưa ra đối với nhiệt dung riêng của bê tông cốt liệu silic hoặc đá vôi có thể được mô hình hóa bằng một hằng số, $c_{p,peak}$, trong khoảng từ 100°C đến 115°C , còn từ 115°C đến 200°C thì giảm tuyến tính.

$$c_{p,peak} = 900 \text{ J/kg K} \quad \text{với độ ẩm của bê tông bằng 0 \% so với khối lượng}$$

$$c_{p,peak} = 1\,470 \text{ J/kg K} \quad \text{với độ ẩm của bê tông bằng 1,5 \% so với khối lượng}$$

$$c_{p,peak} = 2\,020 \text{ J/kg K} \quad \text{với độ ẩm của bê tông bằng 3,0 \% so với khối lượng}$$

Và quan hệ tuyến tính giữa (115°C , $c_{p,peak}$) và (200°C , $1\,000 \text{ J/kg K}$). Đối với các giá trị độ ẩm khác có thể áp dụng phương pháp nội suy tuyến tính. Các giá trị cực đại của nhiệt dung riêng được minh họa trong Hình 3.6a

(3) Sự thay đổi của khối lượng riêng theo nhiệt độ chịu ảnh hưởng của lượng nước mất đi và được xác định như sau:

$$\rho(\theta) = \rho(20^\circ\text{C}) \quad \text{với } 20^\circ\text{C} \leq \theta \leq 115^\circ\text{C};$$

$$\rho(\theta) = \rho(20^\circ\text{C})(1 - 0,02(\theta - 115)/85) \quad \text{với } 115^\circ\text{C} < \theta \leq 200^\circ\text{C}$$

$$\rho(\theta) = \rho(20^\circ\text{C})(0,98 - 0,03(\theta - 200)/200) \quad \text{với } 200^\circ\text{C} < \theta \leq 400^\circ\text{C}$$

$$\rho(\theta) = \rho(20^\circ\text{C})(0,95 - 0,07(\theta - 400)/800) \quad \text{với } 400^\circ\text{C} < \theta \leq 1\,200^\circ\text{C}$$

(4) Sự thay đổi của nhiệt dung riêng thể tích $c_v(\theta)$ (là tích của khối lượng riêng $\rho(\theta)$ và nhiệt dung riêng $c_p(\theta)$) áp dụng cho bê tông với độ ẩm bằng 3 % khối lượng và khối lượng riêng bằng $2\,300 \text{ kg/m}^3$ được minh họa trong Hình 3.6b

3.3.3 Hệ số dẫn nhiệt

(1) Hệ số dẫn nhiệt λ_c của bê tông có thể được xác định giữa các giá trị giới hạn dưới và giá trị giới hạn trên cho trong (2) như dưới đây.

CHÚ THÍCH 1: Giá trị của hệ số dẫn nhiệt có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia và nằm trong phạm vi xác định bởi giới hạn dưới và giới hạn trên.

CHÚ THÍCH 2: Phụ lục A tương ứng với giới hạn dưới. Các điều khoản còn lại của tiêu chuẩn này không phụ thuộc vào sự lựa chọn hệ số dẫn nhiệt. Đối với bê tông cường độ cao, xem trong 6.3.

(2) Giới hạn trên của hệ số dẫn nhiệt λ_c của bê tông nặng có thể được xác định qua công thức:

$$\lambda_c = 2 - 0,2451 \frac{\theta}{100} + 0,0107 \left(\frac{\theta}{100} \right)^2 \quad \text{[W/m K] với } 20^\circ\text{C} \leq \theta \leq 1\,200^\circ\text{C}$$

TCVN X1992-1-2:202X

Trong đó

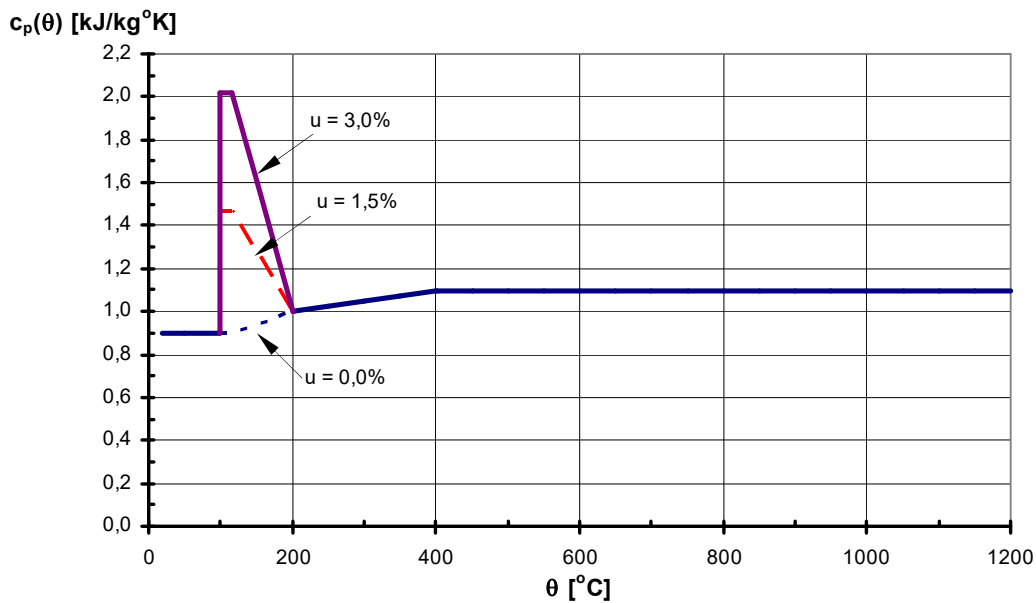
θ là nhiệt độ của bê tông.

Giới hạn dưới của hệ số dẫn nhiệt λ_c của bê tông nặng có thể được xác định qua công thức:

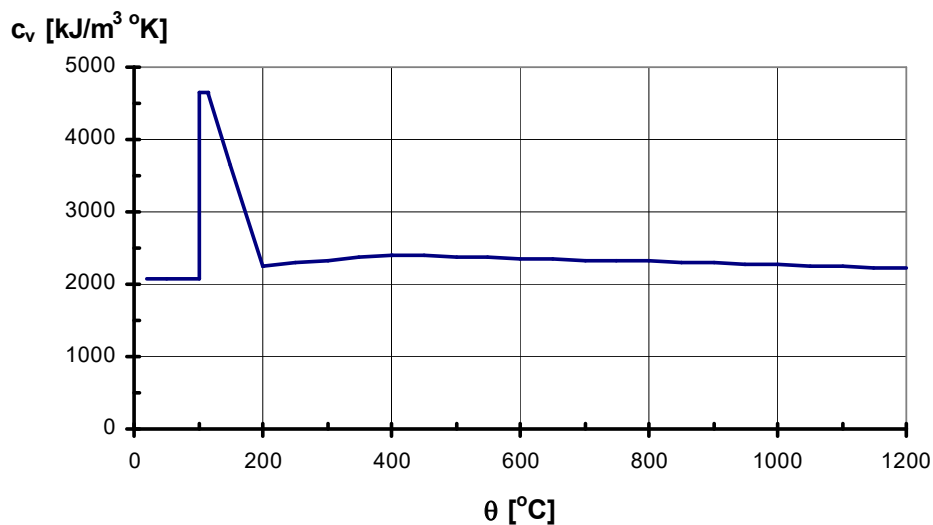
$$\lambda_c = 1,36 - 0,136 \frac{\theta}{100} + 0,0057 \left(\frac{\theta}{100}\right)^2 \quad [\text{W/m K}] \text{ với } 20 \text{ }^\circ\text{C} \leq \theta \leq 1\ 200 \text{ }^\circ\text{C}$$

Trong đó: θ là nhiệt độ của bê tông.

(3) Sự thay đổi của giá trị giới hạn trên và giới hạn dưới của hệ số dẫn nhiệt được minh họa trong Hình 3.7.

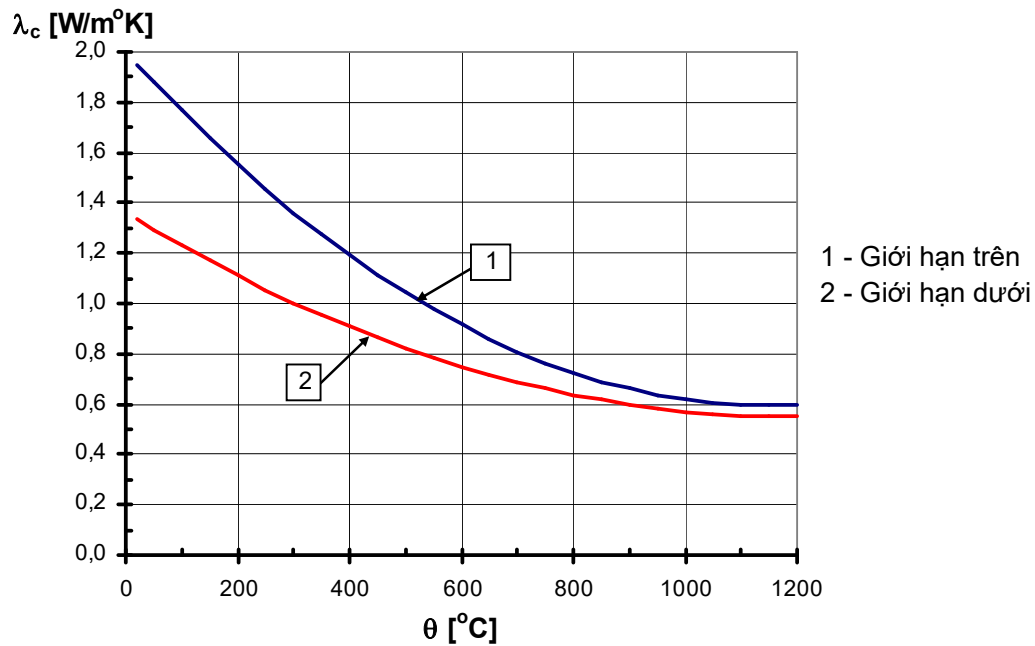


a) Nhiệt dung riêng, $c_p(\theta)$ là hàm của nhiệt độ, dùng cho bê tông cốt liệu silic có độ ẩm, u , ở 3 mức khác nhau là 0,0 %, 1,5 % và 3,0 % khối lượng.



b) Nhiệt dung riêng thể tích, $c_v(\theta)$, là hàm của nhiệt độ, dùng cho bê tông cốt liệu silic có độ ẩm, u , bằng 3,0 % khối lượng và khối lượng riêng 2 300 kg/m^3 .

Hình 3.6 - Nhiệt dung riêng và nhiệt dung riêng thể tích



Hình 3.7 - Hệ số dẫn nhiệt của bê tông

3.4 Độ giãn dài do nhiệt của cốt thép và cốt thép ứng suất trước

(1) Biến dạng nhiệt tỉ đối $\varepsilon_s(\theta)$ của thép ở 20 °C có thể được xác định như sau:

Cốt thép:

$$\varepsilon_s(\theta) = -2,416 \times 10^{-4} + 1,2 \times 10^{-5} \theta + 0,4 \times 10^{-8} \theta^2 \quad \text{với } 20 \text{ °C} \leq \theta \leq 750 \text{ °C}$$

$$\varepsilon_s(\theta) = 11 \times 10^{-3} \quad \text{với } 750 \text{ °C} < \theta \leq 860 \text{ °C}$$

$$\varepsilon_s(\theta) = -6,2 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-5} \theta \quad \text{với } 860 \text{ °C} < \theta \leq 1\,200 \text{ °C}$$

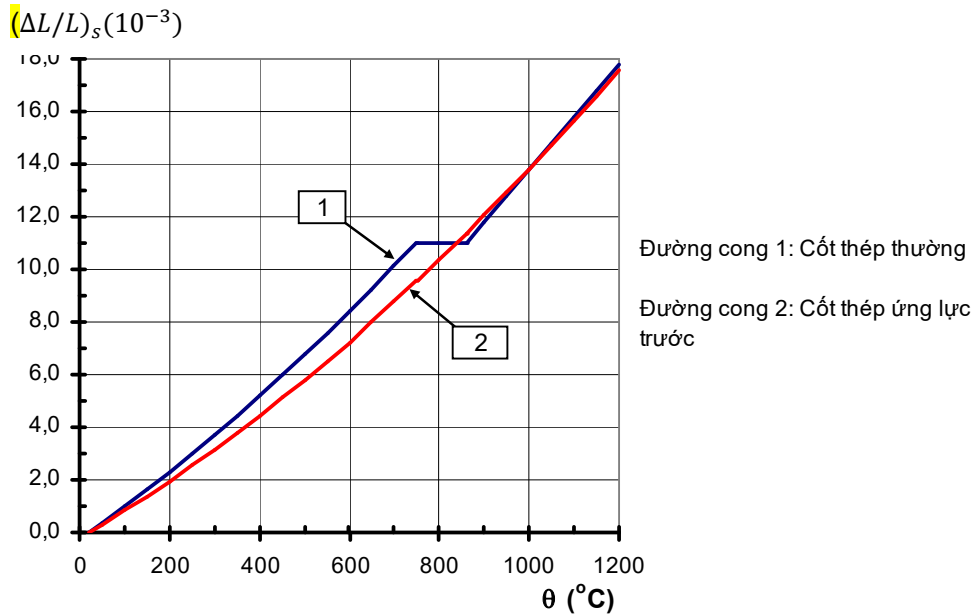
Cốt thép ứng suất trước:

$$\varepsilon_s(\theta) = -2,016 \times 10^{-4} + 10^{-5} \theta + 0,4 \times 10^{-8} \theta^2 \quad \text{với } 20 \text{ °C} \leq \theta \leq 1\,200 \text{ °C}$$

Trong đó

θ là nhiệt độ của thép (°C).

(2) Sự thay đổi theo nhiệt độ của độ giãn dài do nhiệt được minh họa trong Hình 3.8.



Hình 3.8 - Tổng giãn dài do nhiệt của cốt thép

4 Các quy trình thiết kế

4.1 Quy định chung

(1)P Để thỏa mãn yêu cầu 2.4.1 (2)P, cho phép áp dụng những phương pháp thiết kế sau:

- Cấu tạo dựa vào các giải pháp thiết kế đã được chấp nhận, xem Điều 5;
- Các phương pháp tính toán đơn giản dùng cho các dạng cấu kiện cụ thể, xem 4.2;
- Các phương pháp tính toán nâng cao để mô phỏng sự làm việc của các cấu kiện kết cấu, bộ phận kết cấu hoặc toàn bộ kết cấu, xem 4.3.

CHÚ THÍCH:

1) Khi sử dụng các phương pháp tính toán, cần tham khảo 4.6 về tính toàn vẹn (E).

2) Đối với tính cách nhiệt (I), thường giả thiết nhiệt độ môi trường xung quanh là 20 °C.

3) Việc sử dụng các phương pháp tính toán nâng cao được quy định trong Phụ lục quốc gia.

(2)P Nếu không loại loại trừ được sự bong bề tổng bằng các giải pháp thích hợp thì cần phải tính đến ảnh hưởng của sự bong đối với các yêu cầu tính năng (R và/hoặc EI), xem 4.5.

(3) Phải loại trừ sự phá hủy đột ngột gây ra bởi sự giãn dài quá mức của cốt thép do bị nung nóng trong các cấu kiện ứng suất trước với cốt thép không bám dính.

4.2 Phương pháp tính toán đơn giản

4.2.1 Quy định chung

(1) Có thể sử dụng các phương pháp đơn giản để tính toán tiết diện khi xác định khả năng chịu lực cực hạn của tiết diện chịu lửa và so sánh khả năng chịu lực đó với tổ hợp của các tác động tương ứng, xem 2.4.2.

CHÚ THÍCH 1: Phụ lục tham khảo B trình bày hai phương pháp tương đương, B.1 “phương pháp đường đẳng nhiệt 500 °C” và B.2 “Phương pháp phân vùng” để tính toán khả năng chịu uốn và nén dọc trục. Các hệ quả thứ cấp có thể được gộp vào cả hai mô hình. Có thể áp dụng hai phương pháp này cho các kết cấu chịu tác động của đám cháy tiêu chuẩn.

Phương pháp B.1 có thể được áp dụng kết hợp cùng với cả đám cháy tiêu chuẩn và đám cháy tham số. Chỉ nên áp dụng phương pháp B.2 cho cấu kiện có tiết diện nhỏ và các cột mảnh đồng thời chỉ đúng cho trường hợp của đám cháy tiêu chuẩn.

CHÚ THÍCH 2: Số liệu tra bảng để thiết kế chịu lửa cho các cột bê tông cốt thép mảnh trong hệ kết cấu được giằng hoặc không giằng được cho tại PHỤ LỤC C.

(2) Để tính toán chịu cắt, xoắn và neo, xem 4.4.

CHÚ THÍCH: Phụ lục tham khảo D nêu phương pháp tính toán đơn giản để tính toán chịu cắt, xoắn và neo.

(3) Có thể áp dụng các phương pháp đơn giản để thiết kế dầm, sàn với điều kiện tải trọng chủ yếu là phân bố đều và việc thiết kế ở nhiệt độ bình thường dựa trên phương pháp phân tích tuyến tính.

CHÚ THÍCH: Phụ lục tham khảo E nêu phương pháp tính toán đơn giản để thiết kế dầm và sàn.

4.2.2 Các đường đẳng nhiệt

(1) Có thể xác định nhiệt độ trong kết cấu bê tông chịu tác động của đám cháy thông qua thử nghiệm hoặc tính toán.

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng các đường đẳng nhiệt cho trong Phụ lục A để xác định nhiệt độ trên các tiết diện cấu kiện bê tông cốt liệu silic chịu tác động của đám cháy tiêu chuẩn trong khoảng thời gian nhiệt độ khí đạt đến giá trị lớn nhất. Các đường đẳng nhiệt này là thiên về an toàn khi áp dụng cho các dạng cốt liệu khác, .

4.2.3 Tiết diện giảm yếu

(1) Có thể áp dụng các phương pháp đơn giản sử dụng tiết diện giảm yếu.

CHÚ THÍCH: Phụ lục tham khảo B nêu hai phương pháp sử dụng tiết diện giảm yếu. Phương pháp nêu trong Phụ lục B.1 dựa trên giả thiết là có thể bỏ qua sự tham gia của bê tông khi tính toán khả năng chịu lực ở những vùng nhiệt độ của bê tông lớn hơn 500 °C, nếu nhiệt độ của vùng bê tông thấp hơn 500 °C thì vùng bê tông đó được coi là vẫn duy trì được toàn bộ cường độ. Có thể áp dụng phương pháp này để tính toán tiết diện bê tông cốt thép hoặc ứng suất trước chịu lực dọc trục, chịu mô men uốn hoặc các tổ hợp của chúng.

Phương pháp được mô tả trong Phụ lục B.2 dựa trên nguyên tắc là tiết diện bị hỏng do lửa được giảm đi bằng cách bỏ qua các lớp bị hỏng ở các bề mặt chịu tác động của lửa. Tính toán theo phương pháp này nên tuân theo một quy trình cụ thể. Có thể áp dụng phương pháp này để tính toán tiết diện bê tông cốt thép hoặc ứng suất trước chịu lực dọc trục, chịu mô men uốn hoặc chịu các tổ hợp của chúng.

4.2.4 Giảm cường độ

4.2.4.1 Quy định chung

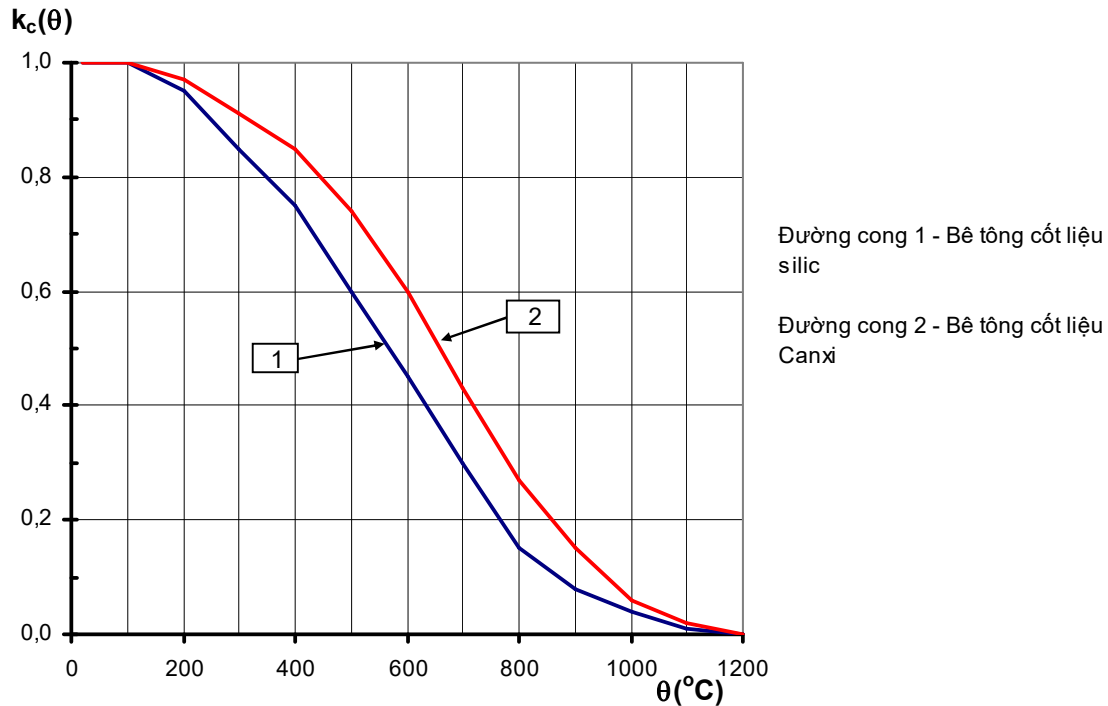
(1) Mục này nêu các giá trị giảm của giá trị đặc trưng của cường độ chịu nén của bê tông và giá trị đặc trưng của cường độ cốt thép cũng như cốt thép ứng suất trước. Có thể sử dụng các giá trị này cho các phương pháp đơn giản để tính toán tiết diện đã trình bày trong 4.2.3.

(2) Chỉ nên áp dụng các giá trị giảm cường độ nêu trong 4.2.4.2 và 4.2.4.3 dưới đây trong trường hợp tốc độ tăng nhiệt tương tự như khi chịu tác động của đám cháy tiêu chuẩn trong khoảng thời gian nhiệt độ khí đạt đến giá trị lớn nhất.

(3) Có thể áp dụng những công thức thay thế của các định luật về vật liệu nếu kết quả thu được nằm trong phạm vi của kết quả thực nghiệm.

4.2.4.2 Bê tông

(1) Có thể áp dụng Bảng 3.1 để xác định mức giảm giá trị đặc trưng của cường độ chịu nén của bê tông theo nhiệt độ. Cột 2 áp dụng cho cốt liệu silic còn cột 5 áp dụng cho cốt liệu đá vôi (xem Hình 4.1).



Hình 4.1 - Hệ số $k_c(\theta)$ để tính sự giảm giá trị đặc trưng của cường độ (f_{ck}) bê tông

4.2.4.3 Thép

(1) Bảng 3.2 nêu mức giảm của giá trị đặc trưng của cường độ cốt thép chịu kéo theo nhiệt độ θ . Đối với cốt thép chịu kéo trong dầm và sàn, khi $\varepsilon_{s,fl} \geq 2\%$, sử dụng Bảng 3.2a để giảm cường độ cho cốt thép Cấp N, cột 2 áp dụng cho cốt thép cán nóng và cột 3 áp dụng cho cốt thép kéo nguội (xem Hình 4.2a Đường cong 1 và Đường cong 2). Có thể sử dụng Bảng 3.2b để xác định mức giảm cường độ cho cốt thép Cấp X đối với cốt thép, loại cán nóng và kéo nguội (xem Hình 4.2b, Đường cong 1).

Đối với cốt thép chịu nén trong cột và vùng chịu nén của dầm và sàn, mức giảm cường độ dùng cho cốt thép Cấp N ở điểm biến dạng quy ước 0,2% phải được xác định như trình bày dưới đây. Mức giảm cường độ này cũng áp dụng đối với cốt thép chịu kéo nếu $\varepsilon_{s,fl} < 2\%$ khi sử dụng các phương pháp đơn giản để tính toán tiết diện (xem Hình 4.2a, đường cong 3).

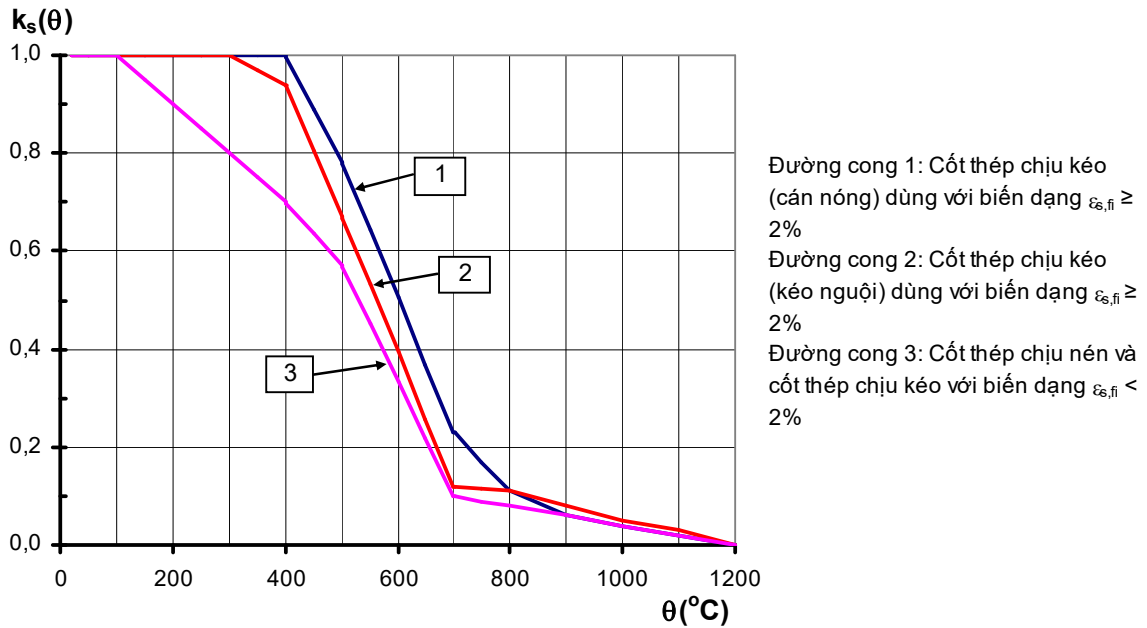
$$k_s(\theta) = 1,0 \quad \text{với } 20\text{ }^\circ\text{C} \leq \theta \leq 100\text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_s(\theta) = 0,7 - 0,3 \times (\theta - 400) / 300 \quad \text{với } 100\text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 400\text{ }^\circ\text{C}$$

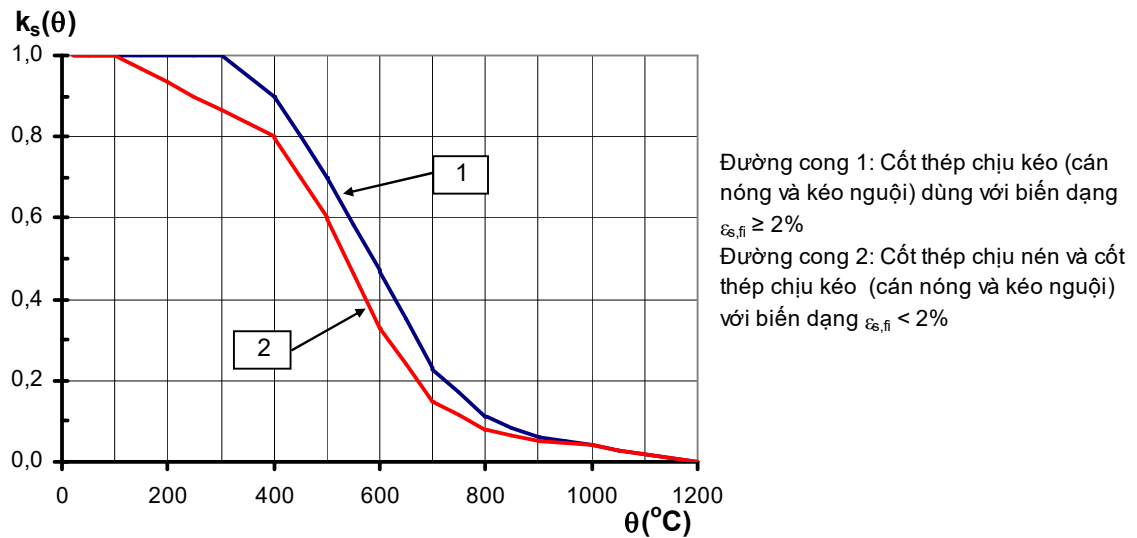
$$k_s(\theta) = 0,57 - 0,13 \times (\theta - 500) / 100 \quad \text{với } 400\text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 500\text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_s(\theta) = 0,1 - 0,47 \times (\theta - 700) / 200 \quad \text{với } 500\text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 700\text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_s(\theta) = 0,1 \times (1\ 200 - \theta) / 500 \quad \text{với } 700\text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 1\ 200\text{ }^\circ\text{C}$$



Hình 4.2a - Hệ số $k_s(\theta)$ để xác định mức giảm của giá trị đặc trưng của cường độ (f_{yk}) cốt thép chịu kéo và chịu nén (Cấp N)



Hình 4.2b - Hệ số $k_s(\theta)$ để xác định mức giảm của giá trị đặc trưng của cường độ (f_{yk}) cốt thép chịu kéo và chịu nén (Cấp X)

Tương tự như trên, mức giảm cường độ đối với cốt thép Cấp X ở điểm biến dạng quy ước 0,2 % phải được xác định như dưới đây. Mức giảm cường độ này cũng áp dụng đối với cốt thép chịu kéo nếu

$\varepsilon_{s,fi} < 2\%$ (xem Hình 4.2b, đường cong 2)

$$k_s(\theta) = 1,0 \quad \text{với } 20 \text{ }^\circ\text{C} \leq \theta \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

TCVN X1992-1-2:202X

$$k_s(\theta) = 0,8 - 0,2 \times (\theta - 400) / 300 \quad \text{với } 100 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 400 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_s(\theta) = 0,6 - 0,2 \times (\theta - 500) / 100 \quad \text{với } 400 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 500 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_s(\theta) = 0,33 - 0,27 \times (\theta - 600) / 100 \quad \text{với } 500 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 600 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_s(\theta) = 0,15 - 0,18 \times (\theta - 700) / 100 \quad \text{với } 600 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 700 \text{ }^\circ\text{C}$$

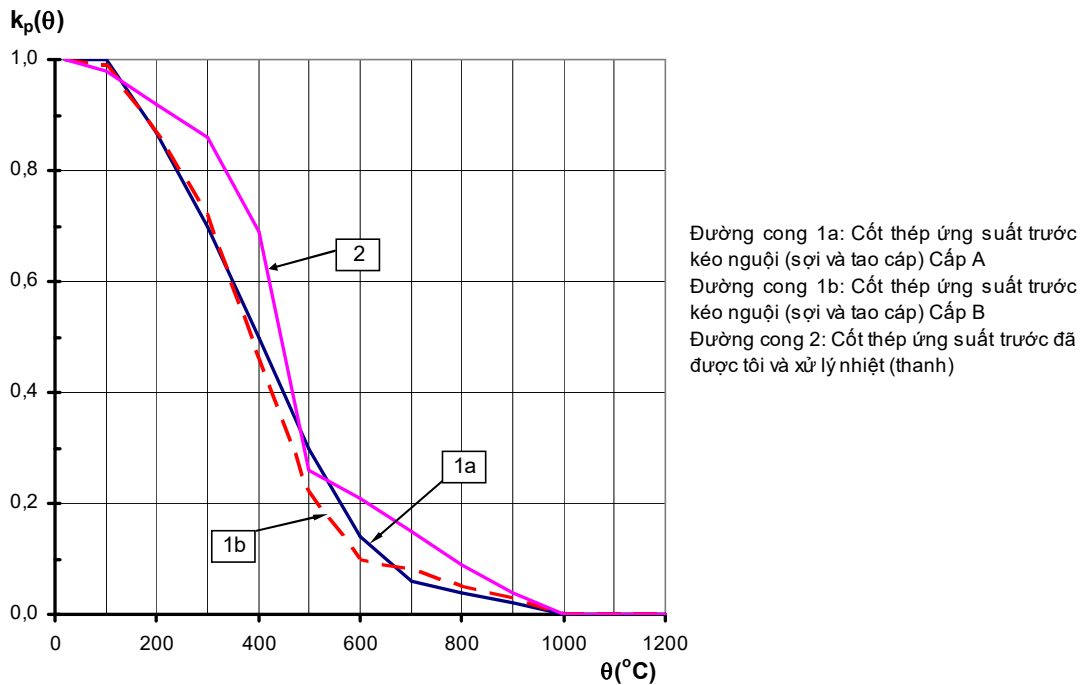
$$k_s(\theta) = 0,08 - 0,07 \times (\theta - 800) / 100 \quad \text{với } 700 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 800 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_s(\theta) = 0,05 - 0,03 \times (\theta - 900) / 100 \quad \text{với } 800 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 900 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_s(\theta) = 0,04 - 0,01 \times (\theta - 1000) / 100 \quad \text{với } 900 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 1000 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_s(\theta) = 0,04 \times (1200 - \theta) / 200 \quad \text{với } 1000 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 1200 \text{ }^\circ\text{C}$$

2) Mức giảm của giá trị đặc trưng của cường độ cốt thép ứng suất trước theo nhiệt độ, θ , phải phù hợp với 3.2.4 (2). Có thể lấy các giá trị trong Bảng 3.3, Cột 2a hoặc 2b dùng cho cốt thép ứng suất trước kéo nguội và cột 3 dùng cho thép đã được tôi và xử lý nhiệt (xem Hình 4.3).



Hình 4.3 - Hệ số $k_p(\theta)$ để xác định mức giảm giá trị đặc trưng của cường độ (β_{f_k}) cốt thép ứng suất trước

4.3 Các phương pháp tính toán nâng cao

4.3.1 Quy định chung

(1)P Các phương pháp tính toán nâng cao cho phép phân tích một cách xác thực các kết cấu khi chịu lửa. Các phương pháp tính toán nâng cao phải căn cứ vào ứng xử vật lý cơ bản để đưa ra sự tiếp cận gần đúng đủ tin cậy về ứng xử theo dự đoán của bộ phận kết cấu có liên quan dưới các điều kiện của lửa.

(2)P Mọi dạng phá hủy có thể xảy ra nhưng chưa được xét đến trong phương pháp tính toán nâng cao thì phải được loại bỏ bằng các giải pháp thích hợp (ví dụ như không đảm bảo yêu cầu về chịu biến dạng góc xoay, sự bong, mất ổn định cục bộ của cốt thép chịu nén, phá hủy về bám dính và chịu cắt, sự phá hoại của các chi tiết neo).

(3) Các phương pháp tính toán nâng cao nên bao gồm các mô hình tính toán để xác định:

- sự phát triển và phân bố của nhiệt độ trong các cấu kiện kết cấu (các mô hình ứng xử về nhiệt học)
- ứng xử về cơ học của kết cấu hoặc của bất kỳ phần nào thuộc nó (mô hình ứng xử về cơ học).

(4) Các phương pháp tính toán nâng cao có thể được sử dụng kết hợp cùng mọi đường quan hệ nhiệt độ-thời gian (đường cong tăng nhiệt) với điều kiện là phải biết được các tính chất của vật liệu trong khoảng nhiệt độ tương ứng và tốc độ tăng nhiệt tương ứng.

(5) Các phương pháp tính toán nâng cao có thể được sử dụng cho mọi loại tiết diện.

4.3.2 Ứng xử về nhiệt học

(1)P Các phương pháp tính toán nâng cao dùng cho ứng xử về nhiệt học phải căn cứ vào các nguyên tắc và các giả thiết đã được công nhận trong lý thuyết truyền nhiệt.

(2)P Mô hình ứng xử về nhiệt học phải xem xét đến:

- a) Các tác động nhiệt học có liên quan được quy định trong TCVN xxxx (EN 1991-1-2);
- b) Các tính chất nhiệt học phụ thuộc nhiệt độ của vật liệu.

(3) Để thiên về an toàn, có thể bỏ qua ảnh hưởng của độ ẩm và sự dịch chuyển của độ ẩm bên trong bê tông hoặc các lớp bảo vệ nếu có.

(4) Đường đẳng nhiệt trong cấu kiện bê tông cốt thép có thể được xác định mà không cần xem xét đến sự có mặt của cốt thép.

(5) Khi cần thiết, có thể đưa vào các tác động của hiện tượng tiếp xúc với môi trường nhiệt phân bố không đều và sự truyền nhiệt sang các bộ phận công trình lân cận.

4.3.3 Ứng xử về cơ học

(1)P Các phương pháp tính toán nâng cao dùng cho ứng xử về cơ học phải căn cứ vào các nguyên tắc và các giả thiết đã được công nhận về lý thuyết cơ học kết cấu, có tính đến những thay đổi của các tính chất cơ học của vật liệu theo nhiệt độ.

(2)P Phải tính toán các tác động của biến dạng và ứng suất nhiệt gây ra bởi cả hai yếu tố là sự gia tăng về nhiệt độ và sự chênh lệch về nhiệt độ.

(3)P Các biến dạng ở trạng thái giới hạn cực hạn xác định được từ các phương pháp tính toán phải được giới hạn ở mức cần thiết để đảm bảo duy trì được tính tương quan biến dạng giữa tất cả các phần của kết cấu.

(4)P Nếu cần, ứng xử về mặt cơ học của mô hình phải tính đến các hệ quả phi tuyến hình học.

(5) Có thể giả thiết tổng biến dạng ε bằng:

$$\varepsilon = \varepsilon_{th} + \varepsilon_{\sigma} + \varepsilon_{creep} + \varepsilon_{tr} \quad (4.15)$$

Trong đó

TCVN X1992-1-2:202X

- ε_{th} là biến dạng nhiệt;
- ε_{σ} là biến dạng tức thời gây ra bởi ứng suất;
- ε_{creep} là biến dạng từ biến;
- ε_{tr} là biến dạng do trạng thái truyền nhiệt ổn định tức thời.

(6) Khả năng chịu lực của các cấu kiện đơn, các phần của kết cấu hoặc toàn bộ kết cấu dưới tác động của lửa có thể được đánh giá bằng các phương pháp phân tích dẻo (xem (TCVN *** (EN 1992-1-2))).

(7) Khả năng xoay dẻo của các tiết diện bê tông cốt thép nên được xác định có tính đến sự gia tăng các biến dạng cục hạn ε_{cu} và ε_{vu} trong điều kiện nhiệt độ cao. Giá trị của ε_{cu} cũng chịu ảnh hưởng bởi các cốt thép bó.

(8) Vùng chịu nén của tiết diện, đặc biệt là khi chịu tác động trực tiếp của lửa (cụ thể là sự vòng lên trong các dầm liên tục), nên được kiểm tra và cấu tạo với lưu ý đặc biệt đến hiện tượng bong hoặc rơi lớp bê tông bảo vệ.

(9) Khi phân tích các cấu kiện đơn hoặc các bộ phận kết cấu, các điều kiện biên nên được kiểm tra và cấu tạo để loại trừ sự phá hoại do cấu kiện bị mất gối tựa.

4.3.4 Tính hiệu lực của các phương pháp tính toán nâng cao

(1)P Độ chính xác của các mô hình tính toán phải được kiểm chứng trên cơ sở các kết quả thí nghiệm tương ứng.

(2) Các kết quả tính toán có thể là nhiệt độ, biến dạng và khoảng thời gian chịu lửa.

(3)P Phải dùng biện pháp phân tích độ nhạy để kiểm tra các tham số tới hạn, để đảm bảo chắc chắn là mô hình tính toán phù hợp với các nguyên tắc kỹ thuật chuẩn.

(4) Các tham số tới hạn có thể là chiều dài mất ổn định, kích thước hình học của các cấu kiện và mức tải trọng.

4.4 Kiểm tra về cắt, xoắn và neo

(1) Khi lựa chọn theo các kích thước nhỏ nhất từ số liệu tra bảng thì không cần kiểm tra thêm về khả năng chịu cắt, xoắn và neo.

(2) Có thể sử dụng các phương pháp tính toán khả năng chịu cắt, xoắn và neo nếu những phương pháp này được chứng thực bởi các kết quả thí nghiệm.

CHÚ THÍCH: Các phương pháp tính toán đơn giản về khả năng chịu cắt, xoắn và neo được cho trong Phụ lục D.

4.5 Bong bê tông

4.5.1 Bong nổ

(1)P Phải loại trừ sự bong nổ bê tông hoặc phải xem xét những ảnh hưởng của hiện tượng này đến các yêu cầu tính năng làm việc (R và/hoặc EI).

(2) Sự bong nổ bê tông thường không xảy ra khi độ ẩm của bê tông thấp hơn k % theo khối lượng. Với độ ẩm cao hơn k %, cần xem xét việc đánh giá chính xác hơn về độ ẩm, dạng cốt liệu, độ thấm nước của bê tông và tốc độ tăng nhiệt.

CHÚ THÍCH: Giá trị k sử dụng ở mỗi quốc gia có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia tương ứng. Giá trị khuyến nghị

là $k = 3$.

(3) Có thể giả thiết là khi các cấu kiện được thiết kế cho cấp môi trường X0 và XC1 (xem TCVN X1992-1-1) thì độ ẩm của cấu kiện đó thấp hơn $k\%$ theo khối lượng, khoảng $2,5 \leq k \leq 3,0$.

(4) Khi sử dụng các số liệu tra bảng thì không cần kiểm tra thêm điều kiện khác đối với bê tông nặng. Có thể áp dụng 4.5.2 (2) khi chiều dày lớp bảo vệ tính đến trục cốt thép, a , bằng hoặc lớn hơn 70 mm.

(5) Đối với dầm, sàn và các cấu kiện chịu kéo, nếu độ ẩm của bê tông cao hơn $k\%$ theo khối lượng thì ảnh hưởng của sự bong nổ đối với chức năng chịu lực R có thể được đánh giá bằng cách giả thiết lớp bê tông bảo vệ của một thanh hoặc bó thanh cốt thép trong tiết diện bị mất cục bộ sau đó tiến hành kiểm tra sự suy giảm khả năng chịu lực của tiết diện. Để tính toán như vậy, nhiệt độ của các thanh cốt thép khác có thể được giả thiết như khi nằm trong tiết diện không bị bong bê tông. Không yêu cầu tính toán đối với mọi cấu kiện kết cấu đã được kiểm tra bằng thực nghiệm về ứng xử thực tế khi bị bong nổ bê tông hoặc đối với các cấu kiện được bảo vệ theo quy định và đã được xác nhận qua thí nghiệm.

CHÚ THÍCH: Khi số lượng các thanh cốt thép đủ lớn, có thể giả thiết là có sự phân bố lại ứng suất một cách thích hợp để không mất tính ổn định (R). Bao gồm những trường hợp:

- sàn đặc có cốt thép phân bố đều;
- các dầm có chiều rộng lớn hơn 400 mm và được bố trí nhiều hơn 8 thanh cốt thép trong vùng chịu kéo.

4.5.2 Bong bê tông

(1) Phải loại trừ sự bong bê tông trong giai đoạn sau của sự tác động của lửa hoặc phải tính đến hiện tượng này khi xem xét các yêu cầu tính năng làm việc (R và/hoặc EI).

(2) Khi chiều dày lớp bảo vệ tính đến trục cốt thép không nhỏ hơn 70 mm và chưa tiến hành các thử nghiệm để khẳng định rằng sẽ không xảy ra sự bong bê tông thì nên có cốt thép gia cường bề mặt. Lưới gia cường mặt này phải có kích thước mắt lưới không lớn hơn 100 mm và đường kính không nhỏ hơn 4 mm.

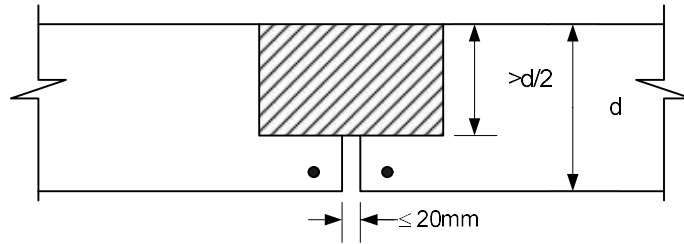
4.6 Các liên kết

(1) Việc thiết kế các liên kết phải dựa trên đánh giá tổng thể về ứng xử của kết cấu khi chịu lửa.

(2) Các liên kết phải được cấu tạo để phù hợp với tiêu chí R và EI theo yêu cầu đối với các cấu kiện kết cấu được nối kết và để đảm bảo tính ổn định cho toàn bộ kết cấu.

(3) Các bộ phận liên kết của thép kết cấu nên được thiết kế về khả năng chịu lửa theo TCVN *** (EN 1993-1-2).

(4) Để đảm bảo tiêu chí I , bề rộng của các khe hở trong các liên kết không nên lớn hơn 20 mm và chiều sâu của chúng không nên lớn hơn một nửa chiều dày nhỏ nhất d (xem 5) của bộ phận ngăn cách thực tế, xem Hình 4.4.



CHÚ THÍCH: Các thanh cốt thép ở vùng góc gần với khe hở phải được coi là các thanh góc khi sử dụng số liệu tra bảng.

Hình 4.4 - Kích thước của khe hở tại liên kết

Đối với các khe hở có chiều sâu lớn hơn và khi có thêm các vật liệu chèn bịt khác, nếu cần thì khả năng chịu lửa nên được công bố trên cơ sở thử nghiệm theo một quy trình phù hợp.

4.7 Các lớp bảo vệ

- (1) Khả năng chịu lửa yêu cầu còn có thể có được bằng cách sử dụng các lớp bảo vệ.
- (2) Các tính chất và tính năng làm việc của vật liệu dùng cho các lớp bảo vệ nên được đánh giá bằng quy trình thử nghiệm thích hợp.

5 Phương pháp tra bảng

5.1 Phạm vi

- (1) Điều này trình bày các giải pháp thiết kế được công nhận cho trường hợp chịu tác động của đám cháy tiêu chuẩn với thời gian không quá 240 min (xem 4.1). Tham khảo các quy định phân tích cấu kiện theo 2.4.2.

CHÚ THÍCH: Các bảng đã được xây dựng trên cơ sở thực nghiệm, được khẳng định thông qua việc đánh giá theo kinh nghiệm và có lý luận bằng các thử nghiệm. Các số liệu được rút ra từ những giả thiết xấp xỉ thiên về an toàn đối với các cấu kiện kết cấu tổng quát và đúng cho toàn khoảng giá trị của độ dẫn nhiệt trong 3.3. Trong các tiêu chuẩn về sản phẩm có thể cung cấp các số liệu tra bảng cụ thể hơn cho một số loại sản phẩm bê tông cụ thể hoặc được xây dựng dựa trên phương pháp tính toán phù hợp với 4.2, 4.3 và 4.4.

- (2) Các giá trị cho trong các bảng áp dụng đối với bê tông thông thường (khối lượng riêng từ 2 000 kg/m³ đến 2 600 kg/m³, xem TCVN *** (EN 206) chế tạo bằng cốt liệu gốc silic.

Nếu các dầm hoặc sàn có sử dụng cốt liệu đá vôi hoặc cốt liệu nhẹ thì kích thước nhỏ nhất của tiết diện có thể giảm đi 10 %.

- (3) Khi sử dụng các số liệu tra bảng thì không cần kiểm tra thêm về khả năng chịu cắt, xoắn và các chi tiết neo (xem 4.4).

- (4) Khi sử dụng các số liệu tra bảng thì không cần kiểm tra thêm về bong bê tông, ngoại trừ việc cấu tạo cốt thép gia cường bề mặt (xem 4.5.1 (4)).

5.2 Các quy định thiết kế chung

- (1) Các yêu cầu về chức năng ngăn cách (Tiêu chí E và I (xem 2.1.2)) có thể được coi là đảm bảo nếu chiều dày nhỏ nhất của tường hoặc sàn phù hợp với Bảng 5.3. Đối với các liên kết, phải tham khảo thêm 4.6.

- (2) Đối với chức năng chịu lực (Tiêu chí R), các yêu cầu nhỏ nhất liên quan đến kích thước tiết diện và khoảng cách tính đến trục cốt thép trong các bảng được rút ra từ điều kiện:

$$\frac{E_{d,fi}}{R_{d,fi}} \leq 1,0 \quad (5.1)$$

Trong đó

$E_{d,fi}$ là giá trị thiết kế của hệ quả tác động trong trường hợp chịu lửa.

$R_{d,fi}$ là giá trị thiết kế của cường độ trong trường hợp chịu lửa.

(3) Số liệu tra bảng trong phần này được dựa trên mức tải trọng tham khảo $\eta_{fi} = 0,7$, trừ trường hợp được đề cập trực tiếp trong các điều tương ứng.

CHÚ THÍCH: Nếu các hệ số riêng nêu trong Phụ lục quốc gia của TCVN xxxx (EN 1990) được xác định theo những quy định trong 2.4.2, thì giá trị $\eta_{fi} = 0,7$ ở trên có thể không còn đúng. Trong trường hợp đó, giá trị của η_{fi} áp dụng ở mỗi quốc gia cần được lấy theo Phụ lục quốc gia tương ứng.

(4) Để đảm bảo khoảng cách tính đến trục cốt thép trong vùng chịu kéo của dầm hoặc sàn đơn giản, các số liệu trong cột 3 (cấu kiện làm việc theo 1 phương) của Bảng 5.5, Bảng 5.6 và Bảng 5.8 đã được xây dựng dựa trên giá trị nhiệt độ tới hạn của thép $\theta_{cr} = 500$ °C. Giả thiết này gần tương ứng với $E_{d,fi} = 0,7E_d$ và $\gamma_s = 1,15$ (mức ứng suất $\sigma_{s,fi}/f_{yk} = 0,60$, xem biểu thức (5.2)), trong đó E_d ký hiệu cho giá trị thiết kế của hệ quả tác động theo TCVN X1992-1-1.

(5) Đối với các cốt thép ứng suất trước nhiệt độ tới hạn được giả thiết cho cốt thép dạng thanh là 400 °C, cho các tao cáp và sợi cáp là 350 °C. Giả thiết này gần tương ứng với $E_{d,fi} = 0,7E_d$, $f_{p0,1k}/f_{pk} = 0,9$ và $\gamma_s = 1,15$ (mức ứng suất $\sigma_{s,fi}/f_{p0,1k} = 0,55$). Nếu không tiến hành kiểm tra đặc biệt gì thêm theo (7) đối với các cấu kiện, dầm và sàn ứng suất trước chịu kéo thì phải tăng thêm khoảng cách tính đến trục cốt thép như sau:

10 mm đối với các thanh ứng suất trước, tương ứng $\theta_{cr} = 400$ °C

15 mm đối với các sợi cáp và tao cáp, tương ứng $\theta_{cr} = 350$ °C

(6) Sự giảm giá trị đặc trưng của cường độ cốt thép và cốt thép ứng suất trước theo nhiệt độ θ để sử dụng cùng các bảng trong điều này được thể hiện bằng các đường cong tham khảo trong Hình 5.1.

Những đường cong này được thiết lập như sau:

i) Cốt thép (cán nóng hoặc kéo nguội: EN 10080)

$$k_s(\theta) = 1,0 \quad \text{với } 20 \text{ °C} \leq \theta \leq 350 \text{ °C}$$

$$k_s(\theta) = 1,0 - 0,4(\theta - 350)/150 \quad \text{với } 350 \text{ °C} < \theta \leq 500 \text{ °C}$$

$$k_s(\theta) = 0,61 - 0,5(\theta - 500)/200 \quad \text{với } 500 \text{ °C} < \theta \leq 700 \text{ °C}$$

$$k_s(\theta) = 0,1 - 0,1(\theta - 700)/500 \quad \text{với } 700 \text{ °C} < \theta \leq 1\,200 \text{ °C}$$

ii) Thép ứng suất trước (thanh phù hợp với EN 10138 – 4))

$$k_p(\theta) = 1,0 \quad \text{với } 20 \text{ °C} \leq \theta \leq 200 \text{ °C}$$

$$k_p(\theta) = 1,0 - 0,45(\theta - 200)/200 \quad \text{với } 200 \text{ °C} < \theta \leq 400 \text{ °C}$$

$$k_p(\theta) = 0,55 - 0,45(\theta - 400)/150 \quad \text{với } 400 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 550 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_p(\theta) = 0,1 - 0,1(\theta - 550)/650 \quad \text{với } 550 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 1\ 200 \text{ }^\circ\text{C}$$

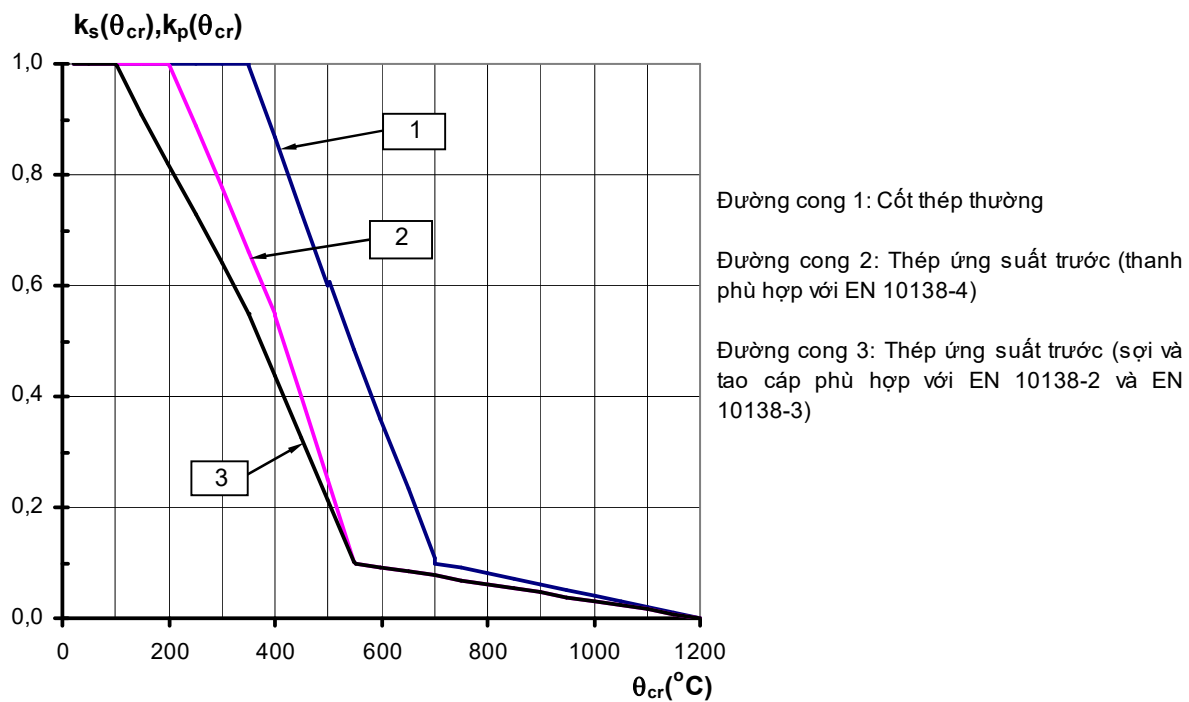
iii) Thép ứng suất trước (sợi và tao cáp phù hợp với EN 10138-2 và EN 10138-3)

$$k_p(\theta) = 1,0 \quad \text{với } 20 \text{ }^\circ\text{C} \leq \theta \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_p(\theta) = 1,0 - 0,45(\theta - 100)/250 \quad \text{với } 100 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 350 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_p(\theta) = 0,55 - 0,45(\theta - 350)/200 \quad \text{với } 350 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 550 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_p(\theta) = 0,1 - 0,1(\theta - 550)/650 \quad \text{với } 550 \text{ }^\circ\text{C} < \theta \leq 1\ 200 \text{ }^\circ\text{C}$$



Hình 5.1 - Các đường cong tham khảo đối với nhiệt độ tới hạn của cốt thép và cốt thép ứng suất trước θ_{cr} tương ứng với hệ số giảm $k_s(\theta_{cr}) = \sigma_{s,fi} / f_{yk}(20 \text{ }^\circ\text{C})$ hoặc $k_p(\theta_{cr}) = \sigma_{p,fi} / f_{pk}(20 \text{ }^\circ\text{C})$

(7) Đối với các cấu kiện chịu kéo và chịu uốn đơn giản (ngoại trừ các cấu kiện có cốt thép căng không bám dính), trong đó nhiệt độ tới hạn khác 500 °C, khoảng cách tính đến trục cốt thép cho trong Bảng 5.5, Bảng 5.6 và Bảng 5.9 có thể được điều chỉnh như sau:

a) Dùng biểu thức (5.2) để xác định ứng suất trong cốt thép $\sigma_{s,fi}$ cho các tác động trong trường hợp chịu lửa ($E_{d,fi}$)

$$\sigma_{s,fi} = \frac{E_{d,fi}}{E_d} \frac{f_{yk}(20 \text{ }^\circ\text{C})}{\gamma_s} \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} \quad (5.2)$$

Trong đó:

- γ_s là hệ số an toàn riêng đối với cốt thép (xem Điều 2 của TCVN X1992-1-1);
- $A_{s,req}$ là diện tích cốt thép yêu cầu cho trạng thái giới hạn cụ thể tính theo TCVN X1992-1-1;
- $A_{s,prov}$ là diện tích cốt thép bố trí theo thiết kế;
- $E_{d,fi}/E_d$ có thể áp dụng 2.4.2 để xác định.

b) Xác định nhiệt độ tới hạn của cốt thép θ_{cr} , tương ứng là hệ số giảm $k_s(\theta_{cr}) = \sigma_{s,fi}/f_{yk}(20\text{ °C})$ bằng cách sử dụng Hình 5.1 (Đường cong tham khảo 1) đối với cốt thép hoặc hệ số giảm $k_p(\theta_{cr}) = \sigma_{p,fi}/f_{pk}(20\text{ °C})$ bằng cách sử dụng Hình 5.1 (Đường cong tham khảo 2 hoặc 3) đối với thép ứng suất trước.

c) Điều chỉnh khoảng cách tính đến trục cốt thép nhỏ nhất cho trong các bảng đối với giá trị nhiệt độ tới hạn mới, θ_{cr} , bằng cách sử dụng phương trình xấp xỉ (5.3), với Δa là thay đổi về khoảng cách tính đến trục cốt thép, tính bằng mm.

$$\Delta a = 0,1(500 - \theta_{cr}) \quad (mm) \quad (5.3)$$

(8) Cách tính xấp xỉ như trên chỉ đúng với $350\text{ °C} < \theta_{cr} < 700\text{ °C}$ và cho việc điều chỉnh khoảng cách tính đến trục cốt thép cho trong các bảng. Đối với các nhiệt độ nằm ngoài những giới hạn trên và để có các kết quả chính xác hơn thì nên áp dụng các đường đẳng nhiệt. Đối với thép ứng suất trước, tương tự có thể áp dụng biểu thức (5.2).

(9) Đối với cốt thép căng không bám dính, chỉ nên sử dụng nhiệt độ tới hạn lớn hơn 350 °C khi áp dụng các phương pháp tính toán chính xác hơn để xác định hệ quả của độ võng, xem 4.1 (3).

(10) Đối với các cấu kiện chịu kéo hoặc dầm khi các yêu cầu thiết kế với θ_{cr} thấp hơn 400 °C thì kích thước tiết diện nên được tăng thêm bằng cách tăng bề rộng nhỏ nhất của cấu kiện chịu kéo hoặc vùng chịu kéo của dầm tương ứng theo biểu thức (5.4).

$$b_{mod} \geq b_{min} + 0,8(400 - \theta_{cr}) \quad (mm) \quad (5.4)$$

Trong đó:

b_{min} là kích thước nhỏ nhất, b , cho trong các bảng, căn cứ vào khả năng chịu lửa yêu cầu.

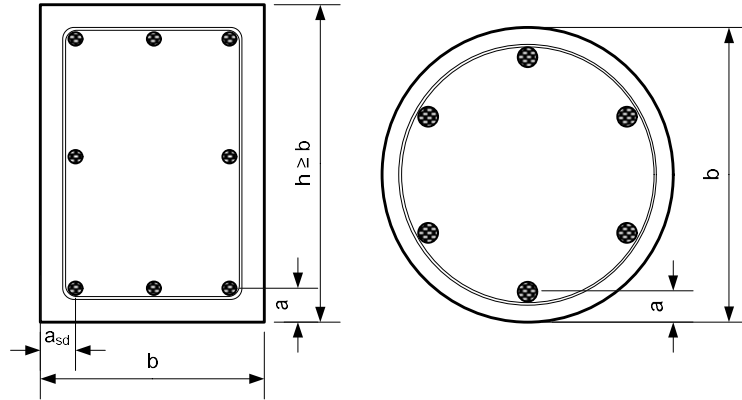
Thay cho việc tăng bề rộng theo biểu thức (5.4), có thể điều chỉnh khoảng cách tính đến trục cốt thép để kéo dài khoảng thời gian cần thiết cho nhiệt độ tăng đến giá trị của mức ứng suất thực tế. Để thực hiện điều này cần phải sử dụng phương pháp chính xác hơn, ví dụ như nêu trong Phụ lục A.

(11) Những giá trị cho trong các bảng đưa ra các kích thước nhỏ nhất dùng cho tính toán khả năng chịu lửa cùng với các quy định cấu tạo yêu cầu trong TCVN X1992-1-1. Một số giá trị khoảng cách tính đến trục cốt thép, sử dụng trong các bảng, nhỏ hơn so với yêu cầu của TCVN xxxx (EN 1991-1-2) và chỉ nên sử dụng để tính toán nội suy.

(12) Có thể tính toán nội suy tuyến tính giữa những giá trị cho trong các bảng.

(13) Các ký hiệu sử dụng trong các bảng được định nghĩa trong Hình 5.2.

(14) Khoảng cách tính đến trục cốt thép, a , của thanh cốt thép, sợi hoặc tao cáp là giá trị danh định. Không cần bổ sung thêm dung sai cho phép.



Hình 5.2 - Các mặt cắt ngang của tiết diện cấu kiện kết cấu thể hiện khoảng cách tính đến trục cốt thép danh định

(15) Khi cốt thép được bố trí thành nhiều lớp như thể hiện trên Hình 5.3 và khi cốt thép bao gồm thép thường hoặc thép ứng suất trước có cùng cường độ đặc trưng tương ứng là f_{yk} and f_{pk} , thì khoảng cách tính đến trục cốt thép trung bình, a_m , không nên nhỏ hơn khoảng cách tính đến trục cốt thép cho trong các bảng. Có thể xác định khoảng cách tính đến trục cốt thép trung bình bằng biểu thức (5.5).

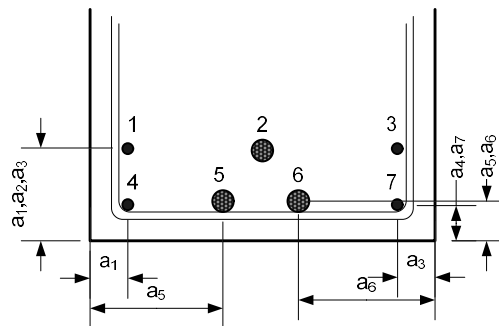
$$a_m = \frac{A_{s1}a_1 + A_{s2}a_2 + \dots + A_{sn}a_n}{A_{s1} + A_{s2} + \dots + A_{sn}} = \frac{\sum A_{si}a_i}{\sum A_{si}} \quad (5.5)$$

Trong đó:

A_{si} là diện tích tiết diện của thanh thép (cốt thép căng, sợi) thứ “ i ”;

a_i là khoảng cách tính đến trục thanh thép (cốt thép căng, sợi) thứ “ i ” tính từ bề mặt chịu tác động của lửa gần nhất.

Khi cốt thép bao gồm các thép có cường độ đặc trưng khác nhau, trong biểu thức (5.5) phải thay thế A_{si} bằng $A_{si}f_{yki}$ (hoặc $A_{si}f_{pki}$).



Hình 5.3 - Các kích thước được sử dụng để xác định khoảng cách tính đến trục cốt thép

(16) Khi sử dụng đồng thời cả cốt thép và cốt thép ứng suất trước (ví dụ trong các cấu kiện ứng suất trước một phần), thì khoảng cách tính đến trục cốt thép và cốt thép ứng suất trước nên được xác định riêng rẽ.

CHÚ THÍCH: Nên sử dụng các biểu đồ về nhiệt độ và các phương pháp tính toán đơn giản.

(17) Giá trị nhỏ nhất của khoảng cách tính đến trục cốt thép đối với bất kỳ một thanh đơn lẻ nào không nên nhỏ hơn giá trị yêu cầu để đạt R 30 đối với các thanh bố trí trong một lớp hoặc một nửa giá trị trung bình của khoảng cách tính đến trục cốt thép đối với các thanh bố trí trong nhiều lớp (xem biểu thức (5.5)).

5.3 Cột

5.3.1 Quy định chung

(1) Để đánh giá khả năng chịu lửa của cột, có hai phương pháp được đưa ra là Phương pháp A và Phương pháp B.

CHÚ THÍCH: Số liệu tra bảng chỉ áp dụng cho các kết cấu được giằng. Số liệu tra bảng cho các kết cấu không được giằng có thể tham khảo trong các Phụ lục quốc gia.

5.3.2 Phương pháp A

(1) Có thể coi khả năng chịu lửa của cột bê tông cốt thép và bê tông ứng suất trước chủ yếu chịu nén trong các kết cấu được giằng, được đảm bảo nếu áp dụng các giá trị cho trong Bảng 5.2a và những quy định sau đây.

(2) Các giá trị nhỏ nhất của bề rộng cột b_{min} và khoảng cách tính đến trục cốt thép dọc cho trong Bảng 5.2a được áp dụng với những hạn chế như sau:

- Chiều dài tính toán của cột (theo định nghĩa trong Điều 5 TCVN X1992-1-1) dưới các điều kiện chịu lửa: $L_{0,fi} \leq 3$ m.
- Độ lệch tâm bậc nhất dưới các điều kiện chịu lửa: $e = \frac{M_{0E_{d,fi}}}{N_{0E_{d,fi}}} \leq e_{max}$
- Hàm lượng cốt thép: $A_s < 0,04 A_c$

CHÚ THÍCH 1: Giá trị của e_{max} trong khoảng $0,15h$ (hoặc b) $\leq e_{max} \leq 0,4h$ (hoặc b) áp dụng cho mỗi quốc gia, có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia tương ứng. Giá trị khuyến cáo là $0,15h$ (hoặc b).

CHÚ THÍCH 2: Trong mọi trường hợp, chiều dài tính toán của cột trong các điều kiện chịu lửa $L_{0,fi}$ có thể được giả thiết bằng L_0 ở nhiệt độ thường. Đối với các kết cấu được giằng khi thời gian chịu lửa tiêu chuẩn yêu cầu lớn hơn 30 min, chiều dài tính toán $L_{0,fi}$ có thể lấy bằng $0,5L$ cho các tầng trung gian và $0,5L \leq L_{0,fi} \leq 0,7L$ cho tầng trên cùng, trong đó L là chiều dài thực của cột (tâm đến tâm).

3) Độ lệch tâm bậc nhất dưới các điều kiện chịu lửa có thể giả thiết là bằng với giá trị trong thiết kế ở nhiệt độ bình thường.

(3) Bảng 5.2a đã áp dụng mức độ tận dụng trong thiết kế chịu lửa, μ_{fi} . Hệ số này tính đến các tổ hợp tải trọng, cường độ chịu nén của cột và sự làm việc chịu uốn có bao gồm các hệ quả thứ cấp.

$$\mu_{fi} = \frac{N_{E_{d,fi}}}{N_{R_d}} \quad (5.6)$$

Trong đó:

$N_{E_{d,fi}}$ là lực dọc thiết kế trong điều kiện chịu lửa;

N_{R_d} là khả năng chịu lực tính toán của cột ở các điều kiện nhiệt độ thường.

N_{R_d} được tính theo TCVN X1992-1-1 với γ_m dùng cho thiết kế ở nhiệt độ bình thường, bao gồm

TCVN X1992-1-2:202X

cả các hệ quả thứ cấp và độ lệch tâm ban đầu bằng độ lệch tâm của $N_{E_d,fi}$

CHÚ THÍCH Để đơn giản hóa một cách an toàn, có thể sử dụng hệ số giảm η_{fi} thay cho μ_{fi} đối với cấp tải trọng thiết kế (xem 2.4.2) bởi vì η_{fi} giả thiết là cột được chất tải hoàn toàn khi thiết kế ở nhiệt độ bình thường.

Bảng 5.2a - Các kích thước nhỏ nhất và khoảng cách tính đến trục cốt thép áp dụng cho tiết diện chữ nhật và tiết diện tròn

Khả năng chịu lửa tiêu chuẩn	Các kích thước nhỏ nhất (mm)			
	Bề rộng cột, b_{min} / khoảng cách tính đến trục cốt thép chủ, a			
	Cột chịu lửa từ nhiều hơn một phía			Cột chịu lửa ở một phía
	$\mu_{fi} = 0,2$	$\mu_{fi} = 0,5$	$\mu_{fi} = 0,7$	$\mu_{fi} = 0,7$
R 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
R 60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
R 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40**	155/25
R 120	250/40 350/35	350/45** 450/40**	350/57** 450/51**	175/35
R 180	350/45**	350/63**	450/70**	230/55
R 240	350/61**	450/75**	-	295/70

** ít nhất là 8 thanh

CHÚ THÍCH1) Đối với các cột bê tông ứng suất trước phải lưu ý tăng khoảng cách tính đến trục cốt thép theo 5.2. (5).

2) Bảng 5.2a được dựa trên giá trị khuyến cáo $\alpha_{cc} = 1,0$.

(4) Có thể xác định các giá trị khác cho số liệu tra bảng bằng cách sử dụng phương trình (5.7)

$$R = 120 \left(\frac{R_{\eta_{fi}} + R_a + R_l + R_b + R_n}{120} \right)^{1,8} \tag{5.7}$$

Trong đó:

$$R_{\eta_{fi}} = 83 \left[1,00 - \mu_{fi} \frac{(1 + \omega)}{(0,85 / \alpha_{cc}) + \omega} \right]$$

$$R_a = 1,60 (a - 30);$$

$$R_l = 9,60 (5 - L_{o,fi});$$

$$R_b = 0.09 b';$$

$R_n = 0$ khi $n = 4$ (chỉ có các thanh ở góc);

$R_n = 12$ khi $n > 4$;

a là khoảng cách tính đến trục cốt thép dọc (mm); $25 \text{ mm} \leq a \leq 80 \text{ mm}$;

$L_{o,fi}$ là chiều dài tính toán của cột dưới các điều kiện chịu lửa; $2 \text{ m} \leq L_{o,fi} \leq 6 \text{ m}$;

các giá trị tương ứng với $L_{0,fi} = 2$ m cho các kết quả an toàn đối với cột có $L_{0,fi} < 2$ m.

$b' = \frac{2A_c}{(b+h)}$ áp dụng cho tiết diện chữ nhật hoặc đường kính của tiết diện tròn

$200 \text{ mm} \leq b' \leq 450 \text{ mm}; h \leq 1,5 b$.

ω ký hiệu cho tỉ lệ cơ học của cốt thép ở các điều kiện nhiệt độ thường: $\omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}}$

α_{cc} là hệ số áp dụng cho cường độ chịu nén (xem TCVN X1992-1-1).

Áp dụng các giới hạn về tính hiệu lực quy định tại 5.3.2 (2) đối với độ lệch tâm bậc nhất trong điều kiện chịu lửa.

5.3.3 Phương pháp B

(1) Khả năng chịu lửa của các cột bê tông có thể được xác định bằng cách sử dụng Bảng 5.2b và các quy định dưới đây.

(2) Bảng 5.2b chỉ hợp lệ đối với các cột trong các kết cấu được giằng, trong đó:

Mức tải trọng, n , ở các điều kiện nhiệt độ thường (xem 5.8 TCVN X1992-1-1) được lấy bằng:

$$n = \frac{N_{0E_{d,fi}}}{0,7(A_c f_{cd} + A_s f_{yd})} \quad (5.8a)$$

độ lệch tâm bậc nhất trong điều kiện chịu lửa, e , được lấy bằng:

$$e = \frac{M_{0E_{d,fi}}}{N_{0E_{d,fi}}} \quad (5.8b)$$

giá trị của e/b đã được lấy trong khoảng $\leq 0,25$ với $e_{max} = 100$ mm;

độ mảnh của cột trong các điều kiện chịu lửa, λ_{fi} , được lấy bằng:

$$\lambda_{fi} = \frac{L_{0,fi}}{i} \quad (5.8c)$$

giá trị của λ_{fi} đã được lấy trong khoảng ≤ 30 , giá trị này phù hợp cho đa số các cột trong những công trình nhà thông thường.

Trong đó:

$L_{0,fi}$ là chiều dài tính toán của cột trong các điều kiện chịu lửa;

b là kích thước nhỏ nhất của cột tiết diện chữ nhật hoặc là đường kính đối với cột tiết diện tròn;

$N_{0,E_{d,fi}}$, $M_{0,E_{d,fi}}$ là lực dọc và mô men uốn bậc nhất dưới các điều kiện chịu lửa;

ω là tỉ lệ cơ học của cốt thép ở các điều kiện nhiệt độ thường: $\omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}}$;

TCVN X1992-1-2:202X

i là bán kính quán tính nhỏ nhất.

(3) Trong Bảng 5.2b tải trọng dọc trục (lực nén) và mô men uốn bậc nhất (xem 5.8 TCVN X1992-1-1) phải được xác định theo các biểu thức (5.8a) và (5.8b) cho mức tải trọng của cột ở nhiệt độ thường. Các hệ quả bậc 2 cũng đã được đưa vào tính toán.

CHÚ THÍCH 1: $N_{0Ed,fi}$ có thể được lấy bằng $0,7 N_{0Ed}$ ($\eta_{fi} = 0,7$ (xem 2.4.2), trừ khi η_{fi} được tính toán cụ thể)

CHÚ THÍCH 2: Trong mọi trường hợp có thể giả thiết (tỉ số) độ mảnh λ_{fi} dưới các điều kiện chịu lửa bằng λ ở nhiệt độ thường. Đối với các kết cấu được giằng khi yêu cầu phải chịu tác động của đám cháy tiêu chuẩn lâu hơn 30 min, thì chiều dài tính toán $L_{0,fi}$ có thể lấy bằng $0,5 L$ cho các tầng trung gian và $0,5 L \leq L_{0,fi} \leq 0,7 L$ cho tầng trên cùng, trong đó L là chiều dài thực của cột (tâm đến tâm).

(4) Trong các cột với $A_s \geq 0,02A_c$, để đảm bảo khả năng chịu lửa lớn hơn 90 min, phải bố trí cốt thép rải đều theo các cạnh của tiết diện.

Bảng 5.2b - Các kích thước nhỏ nhất và khoảng cách tính đến trục cốt thép áp dụng cho cột bê tông cốt thép có tiết diện chữ nhật hoặc tròn

Khả năng chịu lửa tiêu chuẩn	Tỉ lệ cơ học của cốt thép ω	Kích thước tối thiểu (mm)			
		Chiều rộng cột, b_{min} / khoảng cách tính đến trục cốt thép, a			
		$n = 0,15$	$n = 0,3$	$n = 0,5$	$n = 0,7$
1	2	3	4	5	6
R 30	0,100	150/25*	150/25*	200/30:250/25*	300/30:350/25*
	0,500	150/25*	150/25*	150/25*	200/30:250/25*
	1,000	150/25*	150/25*	150/25*	200/30:300/25*
R 60	0,100	150/30:200/25*	200/40:300/25*	300/40:500/25*	500/25*
	0,500	150/25*	150/35:200/25*	250/35:350/25*	350/40:550/25*
	1,000	150/25*	150/30:200/25*	200/40:400/25*	300/50:600/30
R 90	0,100	200/40:250/25*	300/40:400/25*	500/50:550/25*	550/40:600/25*
	0,500	150/35:200/25*	200/45:300/25*	300/45:550/25*	500/50:600/40
	1,000	200/25*	200/40:300/25*	250/40:550/25*	500/50:600/45
R 120	0,100	250/50:350/25*	400/50:550/25*	550/25*	550/60:600/45
	0,500	200/45:300/25*	300/45:550/25*	450/50:600/25*	500/60:600/50
	1,000	200/40:250/25*	250/50:400/25*	450/45:600/30	600/60
R 180	0,100	400/50:500/25*	500/60:550/25*	550/60:600/30	(1)
	0,500	300/45:450/25*	450/50:600/25*	500/60:600/50	600/75
	1,000	300/35:400/25*	450/50:550/25*	500/60:600/45	(1)
R 240	0,100	500/60:550/25*	550/40:600/25*	600/75	(1)
	0,500	450/45:500/25*	550/55:600/25*	600/70	(1)
	1,000	400/45:500/25*	500/40:600/30	600/60	(1)

* Thường thì sẽ lấy khoảng cách tính đến trục cốt thép theo yêu cầu của TCVN X1992-1-1
(1) Yêu cầu chiều rộng phải lớn hơn 600 mm. Cần phải có đánh giá riêng về điều kiện mất ổn định cục bộ

5.4 Tường**5.4.1 Tường phân khoang không chịu lực**

(1) Nếu khả năng chịu lửa của tường chỉ yêu cầu phải đảm bảo tiêu chí cách nhiệt I và tiêu chí toàn vẹn E, thì chiều dày nhỏ nhất của tường không nên nhỏ hơn giá trị cho trong Bảng 5.3. Trong những trường hợp này, không áp dụng các yêu cầu về khoảng cách tính đến trục cốt thép.

(2) Chiều dày nhỏ nhất của tường cho trong Bảng 5.3 có thể được giảm đi 10 % nếu sử dụng cốt liệu đá vôi.

(3) Để tránh biến dạng nhiệt quá lớn và từ đó gây ra phá hủy tính toàn vẹn ở vùng liên kết giữa tường và sàn thì tỉ số giữa chiều cao thông thủy của tường và chiều dày tường không nên lớn hơn 40.

Bảng 5.3 - Chiều dày nhỏ nhất của tường không chịu lực (vách)

Khả năng chịu lửa tiêu chuẩn	Chiều dày nhỏ nhất của tường (mm)
EI 30	60
EI 60	80
EI 90	100
EI 120	120
EI 180	150
EI 240	175

5.4.2 Tường đặc chịu lực

(1) Khả năng chịu lửa thích hợp của tường bê tông cốt thép chịu lực có thể được dự đoán bằng cách sử dụng các số liệu trong Bảng 5.4 và những quy định sau.

(2) Giá trị chiều dày nhỏ nhất của tường cho trong Bảng 5.4 cũng có thể sử dụng cho các tường bê tông không cốt thép (xem Điều 12, TCVN X1992-1-1).

(3) Trường hợp các tường đặc chịu lực cũng có thể áp dụng 5.4.1 (2) và (3).

CHÚ THÍCH: Tỷ lệ giữa chiều cao thông thủy và chiều dày tường được giới hạn bằng 40 trong 5.4.1 (3). Chiều cao thông thủy của tường còn bị hạn chế bởi điều kiện là các số liệu tra bảng chỉ có hiệu lực áp dụng cho kết cấu được giằng, xem điều kiện hạn chế tương ứng đối với cột ở 5.3.1.

5.4.3 Tường ngăn cháy

Bảng 5.4 - Kích thước nhỏ nhất và khoảng cách tính đến trục cốt thép áp dụng cho các tường bê tông chịu lực

Khả năng chịu lửa tiêu chuẩn	Các kích thước nhỏ nhất (mm)			
	Chiều dày tường/khoảng cách tính đến trục cốt thép, áp dụng cho			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	Tường chịu tác động của lửa ở một mặt	Tường chịu tác động của lửa ở hai mặt	Tường chịu tác động của lửa ở một mặt	Tường chịu tác động của lửa ở hai mặt
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

* Thường thì sẽ lấy khoảng cách tính đến trục cốt thép theo yêu cầu của TCVN X1992-1-1.
 CHÚ THÍCH: Xem cách xác định μ_{fi} trong 5.3.2 (3).

(1) Nếu tường ngăn cháy phải đảm bảo yêu cầu có khả năng chịu va đập (tiêu chí M, xem 2.1.2 (6)),

bên cạnh việc thỏa mãn 5.4.1 hoặc 5.4.2, thì chiều dày nhỏ nhất đối với tường bằng bê tông nặng không được nhỏ hơn:

200 mm đối với tường bê tông không cốt thép;

140 mm đối với tường bê tông cốt thép chịu lực;

120 mm đối với tường bê tông cốt thép không chịu lực.

và khoảng cách tính đến trục cốt thép của tường không chịu lực không được nhỏ hơn 25 mm.

5.5 Các cấu kiện chịu kéo

(1) Khả năng chịu lửa của cấu kiện chịu kéo bằng bê tông cốt thép hoặc bê tông ứng suất trước có thể được dự đoán bằng cách sử dụng các số liệu trong Bảng 5.5 và những quy định sau.

(2) Nếu sự giãn dài quá lớn của cấu kiện chịu kéo có ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của kết cấu thì cần phải giảm nhiệt độ của thép trong cấu kiện chịu kéo xuống mức 400 °C. Trong những trường hợp đó, khoảng cách tính đến trục cốt thép trong Bảng 5.5 phải được tăng thêm bằng cách sử dụng biểu thức (5.3) quy định tại 5.2 (7). Để tính toán việc giảm độ giãn dài nên sử dụng các tính chất vật liệu cho trong điều 3.

(3) Tiết diện của các cấu kiện chịu kéo không nên nhỏ hơn $2b_{min}^2$, trong đó b_{min} là bề rộng nhỏ nhất của cấu kiện cho trong Bảng 5.5.

5.6 Dầm

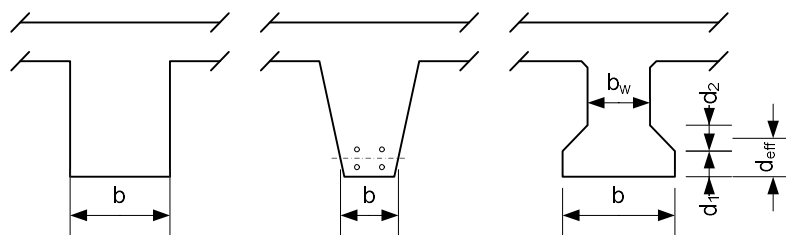
5.6.1 Quy định chung

(1) Khả năng chịu lửa thích hợp của dầm bằng bê tông cốt thép hoặc bê tông ứng suất trước có thể được dự đoán bằng cách sử dụng các số liệu trong các bảng từ Bảng 5.5 đến Bảng 5.7 và những quy định sau. Chiều dày của bụng dầm được cho dưới dạng Cấp WA, WB hoặc WC.

CHÚ THÍCH: Việc lựa chọn Cấp WA, WB hoặc WC để sử dụng ở mỗi quốc gia có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia tương ứng.

(2) Các bảng áp dụng cho các dầm có thể chịu tác động của lửa ở 3 mặt, tức là mặt trên được cách nhiệt bởi bản sàn hoặc các bộ phận khác đảm bảo được khả năng cách nhiệt của chúng liên tục trong toàn bộ khoảng thời gian chịu tác động của lửa. Đối với dầm chịu tác động của lửa ở tất cả các mặt thì áp dụng 5.6.4.

(3) Các giá trị trong bảng hợp lệ đối với các tiết diện được thể hiện trong Hình 5.4. Các quy định áp dụng 5.6.1 (5) đến (8) cho phép xác định các kích thước tiết diện đảm bảo đủ để bảo vệ cốt thép.



(a) Bề rộng không đổi (b) Bề rộng thay đổi (c) Tiết diện chữ I

(4) Đối với các dầm có bề rộng thay đổi (Hình 5.4b) thì bề rộng nhỏ nhất, b , áp dụng tại trọng tâm của cốt thép.

(5) Chiều cao tính toán, d_{eff} , của cánh dưới của dầm tiết diện chữ I (Hình 5.4c) không nên nhỏ hơn:

Hình 5.4 - Xác định các kích thước đối với các dạng tiết diện dầm khác nhau

$$d_{eff} = d_1 + 0,5d_2 \geq b_{min} \quad (5.9)$$

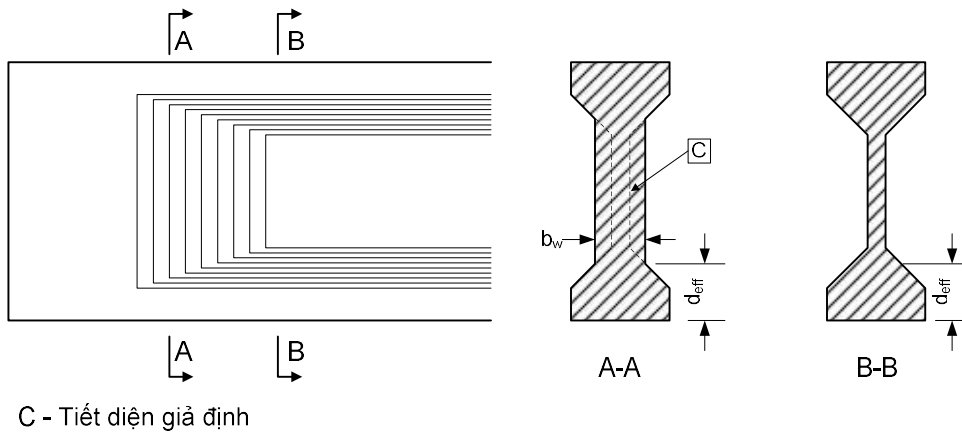
Trong đó

b_{min} là giá trị nhỏ nhất của bề rộng dầm lấy theo Bảng 5.5.

Không áp dụng quy định này nếu tiết diện giả định ((C) trong Hình 5.5) đáp ứng các yêu cầu nhỏ nhất về mặt khả năng chịu lửa và các tiết diện bao gồm tất cả các cốt thép có thể được kéo vào trong tiết diện thực.

(6) Nếu bề rộng thực, b , của cánh dưới vượt quá giới hạn $1,4 b_w$, (b_w ký hiệu cho bề rộng thực của sườn, xem Hình 5.4(c)), và $b d_{eff} < 2 b_{min}^2$ thì khoảng cách tính đến trục cốt thép hoặc cốt thép ứng suất trước phải được tăng đến giá trị:

$$a_{eff} = a \times \left(1,85 - \frac{d_{eff}}{b_{min}} \sqrt{\frac{b_w}{b}} \right) \geq a \quad (5.10)$$



Hình 5.5 - Dầm tiết diện chữ I với bề rộng bụng b_w tăng dần, thỏa mãn các yêu cầu của tiết diện giả định

Trong đó:

d_{eff} được lấy theo biểu thức (5.9);

b_{min} là bề rộng nhỏ nhất của dầm cho trong Bảng 5.5.

(7) Các lỗ xuyên qua sườn của dầm được coi là không ảnh hưởng đến khả năng chịu lửa nếu diện tích tiết diện còn lại của cấu kiện trong vùng chịu kéo không nhỏ hơn $A_c = 2 b_{min}^2$, với b_{min} cho trong Bảng 5.5.

(8) Các góc ở đáy dầm là những vị trí xuất hiện sự tập trung nhiệt độ. Do vậy để đạt được khả năng chịu lửa tiêu chuẩn tương ứng, thì trong các đáy dầm chỉ bố trí 1 lớp cốt thép, khoảng cách tính từ mặt bên của đáy dầm đến trục các thanh cốt thép (cốt thép căng hoặc sợi) ở góc, a_{sd} , (xem Hình 5.2) nên được tăng thêm 10 mm đối với các dầm có bề rộng lên đến giá trị cho trong cột 4 của Bảng 5.5 (dầm đơn giản) và cột 3 của Bảng 5.6 (dầm liên tục).

5.6.2 Dầm đơn giản

(1) Bảng 5.5 đưa ra các giá trị nhỏ nhất của khoảng cách tính từ mặt đáy và mặt bên của dầm đơn giản đến trục cốt thép cùng các giá trị nhỏ nhất của bề rộng đáy dầm, để đạt được khả năng chịu lửa từ R 30 đến R 240.

5.6.3 Dầm liên tục

(1) Bảng 5.6 đưa ra các giá trị nhỏ nhất của khoảng cách tính từ mặt đáy và và mặt bên của dầm liên tục đến trục cốt thép, cùng các giá trị nhỏ nhất của bề rộng đáy dầm, để đạt được khả năng chịu lửa từ R 30 đến R 240.

(2) Các số liệu trong Bảng 5.6 chỉ hợp lệ nếu

a) Các quy định cấu tạo đưa ra phải được tuân thủ;

b) Sự phân bố lại mô men uốn đối với thiết kế ở nhiệt độ bình thường không vượt quá 15 %.

Nếu không thì phải coi các dầm là dầm đơn giản.

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng Bảng 5.6 cho các dầm liên tục khi sự phân bố lại mô men lớn hơn 15 %, nếu các gối tựa có đủ khả năng chịu biến dạng góc xoay dưới các điều kiện chịu tác động của lửa theo yêu cầu. Việc tính toán chi tiết hơn có thể dựa vào các phương pháp tính toán đơn giản (ví dụ như Phụ lục E), nếu có thể áp dụng được, để xác định các giá trị chính xác hơn của khoảng cách tính đến trục cốt thép và chiều dài cắt của cốt thép phía trên và phía dưới.

(3) Để có khả năng chịu lửa tiêu chuẩn bằng R 90 hoặc cao hơn thì diện tích của cốt thép phía trên kéo vượt qua các gối tựa trung gian một đoạn lên đến $0,3L_{eff}$ (theo định nghĩa trong điều 5 của TCVN X1992-1-1) tính từ trục của gối tựa (xem Hình 5.6) phải không nhỏ hơn :

$$A_{s,req}(x) = A_{s,req}(0) \left(1 - \frac{2,5x}{L_{eff}}\right) \quad (5.11)$$

Trong đó:

x là khoảng cách từ tiết diện đang xét đến trục gối tựa, với $x \leq 0,3L_{eff}$

$A_{s,req}(0)$ là diện tích của cốt thép phía trên yêu cầu kéo vượt qua gối tựa, lấy theo TCVN X1992-1-1.

$A_{s,req}(x)$ là diện tích nhỏ nhất của cốt thép phía trên yêu cầu tại tiết diện cách trục gối tựa đang xét một đoạn (x), nhưng không nhỏ hơn $A_s(x)$ theo yêu cầu của TCVN X1992-1-1.

L_{eff} là chiều dài tính toán của nhịp. Nếu các nhịp liên kế có chiều dài tính toán lớn hơn thì phải sử dụng các giá trị đó.

(4) Chỉ áp dụng Bảng 5.6 cho các dầm liên tục dùng cốt thép căng không bám dính khi tổng mô men gây vòng phía trên các gối tựa trung gian trong điều kiện chịu lửa được chịu bởi các cốt thép bám dính.

(5) Trong khoảng $2h$ tính từ gối tựa trung gian, chiều dày sườn, b_w , của dầm liên tục tiết diện chữ I (xem Hình 5.4c) không nên nhỏ hơn giá trị nhỏ nhất, b_{min} , cho ở Cột 2, Bảng 5.6, trừ khi có thể chứng minh rằng sẽ không xảy ra sự bong nổ bê tông (xem 4.5).

(6) Đối với khả năng chịu lửa tiêu chuẩn từ R 120 đến R 240, để ngăn ngừa sự phá hủy bê tông do nén hoặc cắt tại gối trung gian đầu tiên của dầm liên tục, nên tăng bề rộng dầm và chiều dày của bụng như quy định trong Bảng 5.7 nếu xảy ra cả hai điều kiện sau:

a) Hoặc dầm hoặc liên kết ở gối tựa ngoài cùng không có khả năng chịu mô men uốn (để xem xét điều này, 9.2.1.2 (1) của TCVN X1992-1-1 đưa ra khả năng chịu mô men khi kết hợp vào liên kết có thể truyền mô men), và

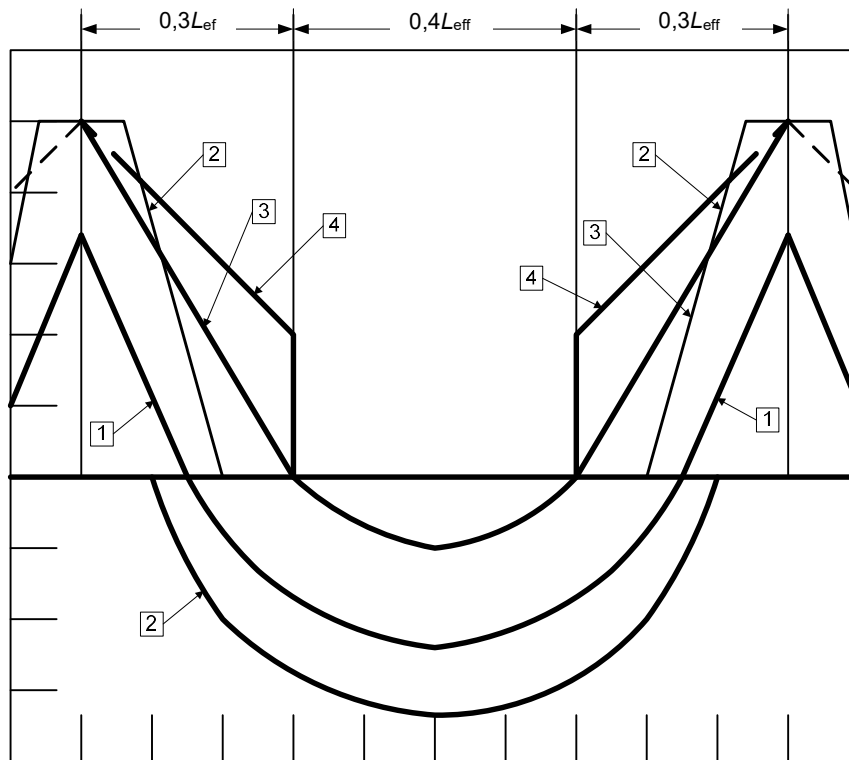
TCVN X1992-1-2:202X

b) Tại gối tựa trung gian đầu tiên có $V_{E_d} > \frac{2}{3}V_{R_d,max}$

Trong đó:

V_{E_d} là lực cắt tác dụng theo tính toán ở nhiệt độ thường; và

$V_{R_d,max}$ là khả năng chịu cắt theo thiết kế của thanh chịu nén lấy theo Điều 6 của TCVN X1992-1-1.



CHÚ DẪN:

- 1) Biểu đồ mô men cho các tác động trong trường hợp chịu lửa tại thời điểm $t = 0$
- 2) Đường bao của mô men uốn gây ra bởi các tác động cần phải chịu bởi cốt thép chịu kéo lấy theo TCVN X1992-1-1
- 3) Biểu đồ mô men uốn trong điều kiện chịu lửa
- 4) Đường bao của khả năng chịu mô men uốn lấy theo biểu thức (5.11)

Hình 5.6 - Biểu đồ bao của khả năng chịu mô men uốn qua các gối tựa trong điều kiện chịu lửa.

Bảng 5.5 - Các kích thước nhỏ nhất và khoảng cách tính đến trục cốt thép áp dụng cho các dầm đơn giản bằng bê tông cốt thép và bê tông ứng suất trước

Khả năng chịu lửa tiêu chuẩn	Các kích thước nhỏ nhất (mm)						
	Các tổ hợp có thể của a và b_{min}				Chiều dày của bụng b_w		
	với a là giá trị trung bình của khoảng cách tính đến trục cốt thép và b_{min} là bề rộng của dầm				Cấp WA	Cấp WB	Cấp WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	$b_{min}= 80$ $a = 25$	120 20	160 15*	200 15*	80	80	80
R 60	$b_{min}= 120$ $a = 40$	160 35	200 30	300 25	100	80	100
R 90	$b_{min}= 150$ $a = 55$	200 45	300 40	400 35	110	100	100

TCVN X1992-1-2:202X

R 120	$b_{min}= 200$ $a = 65$	240 60	300 55	500 50	130	120	120
R 180	$b_{min}= 240$ $a = 80$	240 80	400 65	600 60	150	150	140
R 240	$b_{min}= 280$ $a = 90$	360 80	500 75	700 70	170	170	160
$a_{sd} = a + 10$ mm (xem chú thích dưới đây)							
<p>CHÚ THÍCH:</p> <p>1) Đối với các dầm ứng suất trước phải lưu ý tăng thêm khoảng cách tính đến trục cốt thép theo 5.2 (5).</p> <p>2) a_{sd} là khoảng cách tính từ mặt bên của dầm đến trục thanh cốt thép ở góc (hoặc cốt thép căng hoặc sợi) của các dầm chỉ bố trí cốt thép trong 1 lớp. Không cần tăng thêm giá trị của a_{sd} trong trường hợp b_{min} lớn hơn giá trị cho trong cột 4.</p> <p>* Thường lấy theo chiều dày lớp bảo vệ quy định tại TCVN X1992-1-1.</p>							

Bảng 5.6 - Các kích thước nhỏ nhất và khoảng cách tính đến trục cốt thép áp dụng cho các dầm liên tục bằng bê tông cốt thép và bê tông ứng suất trước (xem đồng thời với Bảng 5.7)

Khả năng chịu lừa tiêu chuẩn	Các kích thước nhỏ nhất (mm)						
	Các tổ hợp có thể của a và b_{min} với a là giá trị trung bình của chiều dày tính đến trục cốt thép và b_{min} là bề rộng của dầm				Chiều dày của bụng b_w		
					Cấp WA	Cấp WB	Cấp WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	$b_{min}= 80$ $a = 15^*$	160 12*			80	80	80
R 60	$b_{min}= 120$ $a = 25$	200 12*			100	80	100

Bảng 5.6 (kết thúc)

1	2	3	4	5	6	7	8
R 90	$b_{min}= 150$ $a = 35$	250 25			110	100	100
R 120	$b_{min}= 200$ $a = 45$	300 35	450 35	500 30	130	120	120
R 180	$b_{min}= 240$ $a = 60$	400 50	550 50	600 40	150	150	140
R 240	$b_{min}= 280$ $a = 75$	500 60	650 60	700 50	170	170	160
$a_{sd} = a + 10$ mm (xem Chú thích dưới đây)							

CHÚ THÍCH1) Đối với các dầm ứng suất trước phải lưu ý tăng thêm khoảng cách tính đến trục cốt thép theo 5.2 (5).

2) a_{sd} là khoảng cách tính từ mặt bên của dầm đến trục thanh cốt thép ở góc (hoặc cốt thép căng hoặc sợi) của các dầm chỉ bố trí cốt thép trong 1 lớp. Không cần tăng thêm giá trị của a_{sd} trong trường hợp b_{min} lớn hơn giá trị cho trong cột 3.

* Thường lấy theo chiều dày lớp bảo vệ quy định tại TCVN X1992-1-1.

Bảng 5.7 - Tăng bề rộng và chiều dày sườn của dầm bê tông cốt thép và dầm bê tông ứng suất trước tiết diện chữ I đối với các điều kiện nêu trong 5.6.3 (6)

Khả năng chịu lửa tiêu chuẩn	Bề rộng nhỏ nhất của dầm, b_{min} (mm) và chiều dày của bụng, b_w (mm)
1	2
R 120	220
R 180	380
R 240	480

5.6.4 Dầm chịu tác động của lửa ở tất cả các mặt

(1) Áp dụng các Bảng 5.5, Bảng 5.6 và Bảng 5.7, tuy nhiên:

- Chiều cao của dầm không được nhỏ hơn bề rộng nhỏ nhất yêu cầu cho khoảng thời gian chịu lửa tương ứng;
- Diện tích tiết diện của dầm không được nhỏ hơn

$$A_c = 2b_{min}^2 \quad (5.12)$$

Trong đó b_{min} được cho trong các Bảng 5.5 đến Bảng 5.7.

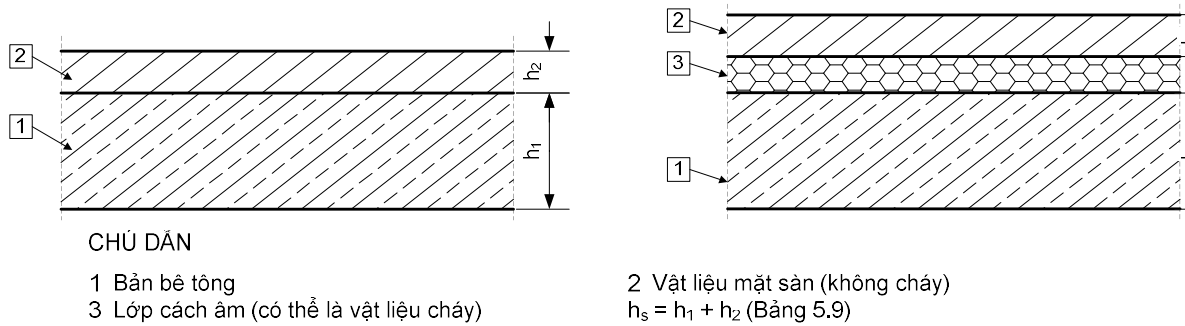
5.7 Sàn

5.7.1 Quy định chung

(1) Có thể coi khả năng chịu lửa của sàn bê tông cốt thép và bê tông ứng suất trước được đảm bảo nếu áp dụng các giá trị cho trong Bảng 5.8 và những quy định sau đây.

(2) Chiều dày nhỏ nhất, h_s , của sàn cho trong Bảng 5.8 đủ để đảm bảo chức năng ngăn cách (Tiêu chí E và I). Sự đóng góp vào chức năng ngăn cách của các lớp hoàn thiện mặt sàn sẽ tỷ lệ thuận với chiều dày của chúng (xem Hình 5.7). Nếu chỉ yêu cầu có chức năng chịu lực (Tiêu chí R) thì có thể sử dụng chiều dày của sàn thiết kế theo TCVN X1992-1-1.

(3) Các quy định cho trong 5.7.2 và 5.7.3 cũng áp dụng cho các dầm tiết diện T hoặc TT.



Hình 5.7 - Sàn bê tông có các lớp hoàn thiện mặt sàn

5.7.2 Các sàn đặc có gối tựa đơn giản

(1) Giá trị nhỏ nhất của khoảng cách tính từ mặt đáy đến trục cốt thép của các sàn loại dầm (sàn có gối tựa đơn giản) để đảm bảo khả năng chịu lửa tiêu chuẩn R 30 đến R 240 được cho trong Bảng 5.8.

(2) Trong trường hợp sàn hai phương lưu ý là khoảng cách tính đến trục cốt thép được tính cho cốt thép lớp dưới.

Bảng 5.8 - Các kích thước nhỏ nhất và khoảng cách tính đến trục cốt thép áp dụng cho các sàn loại dầm và sàn hai phương bằng bê tông cốt thép và bê tông ứng suất trước

Khả năng chịu lửa tiêu chuẩn	Các kích thước nhỏ nhất (mm)			
	Chiều dày sàn h_s (mm)	Khoảng cách tính đến trục cốt thép, a		
		Sàn loại dầm	Sàn hai phương	
			$L_y/L_x \leq 1,5$	$1,5 < L_y/L_x \leq 2$
1	2	3	4	5
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

CHÚ THÍCH1) L_x và L_y là nhịp theo hai phương vuông góc nhau của sàn hai phương, trong đó L_y là nhịp dài hơn.

2) Đối với các sàn ứng suất trước phải lưu ý tăng khoảng cách tính đến trục cốt thép theo 5.2 (5).

3) Khoảng cách tính đến trục cốt thép, a , trong Cột 4 và Cột 5 cho sàn hai phương là đề cập đến các sàn được đỡ ở cả 4 cạnh. Nếu không, các sàn đó phải được tính như sàn loại dầm.

* Thường lấy theo chiều dày lớp bảo vệ quy định tại TCVN X1992-1-1.

5.7.3 Sàn đặc liên tục

(1) Các giá trị cho trong Bảng 5.8 (Cột 2 và Cột 4) cũng áp dụng được cho các sàn liên tục loại dầm hoặc hai phương.

(2) Áp dụng Bảng 5.8 và các quy định sau đối với sàn có sự phân phối lại mô men không vượt quá 15% so với trường hợp thiết kế ở nhiệt độ bình thường. Khi không tính toán chính xác và sự phân phối lại mô men vượt quá 15%, hoặc không tuân theo các quy định cấu tạo của tiêu chuẩn này, thì phải đánh giá từng nhịp của sàn liên tục như sàn loại dầm bằng cách sử dụng Bảng 5.8 (tương ứng là các Cột 2, 3, 4 hoặc 5).

Các quy định trong 5.6.3 (3) đối với dầm liên tục cũng áp dụng được cho sàn liên tục. Nếu không tuân theo các quy định này thì phải đánh giá từng nhịp của sàn liên tục như sàn loại dầm như đã nói ở trên.

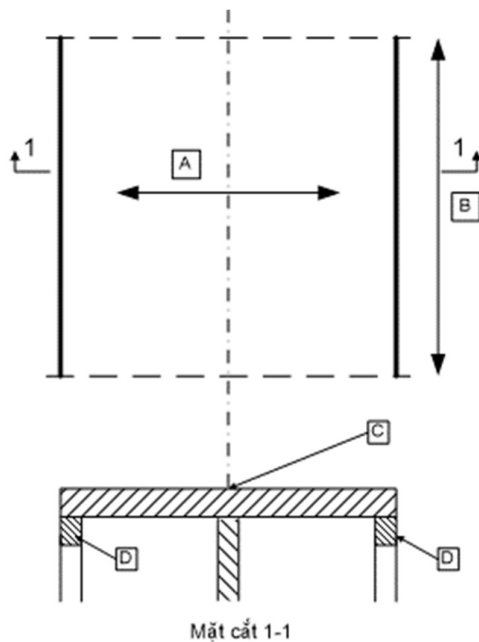
CHÚ THÍCH Các quy định bổ sung về khả năng chịu biến dạng góc xoay có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia.

(3) Phải bố trí một lượng cốt thép tối thiểu $A_s \geq 0,005A_c$ để chịu mô men âm trên các gối tựa trung gian khi gặp một trong những điều kiện sau:

a) Sử dụng cốt thép kéo nguội

b) các gối tựa ngoài cùng của sàn liên tục hai nhịp không cấu tạo cản giữ mô men uốn do các quy định thiết kế theo TCVN X1992-1-1 và/hoặc bởi cấu tạo hợp lý (ví dụ, xem điều 9 của TCVN X1992-1-1).

c) Mọi khả năng gây ra sự phân phối lại các hệ quả do tải trọng gây ra theo phương vuông góc với nhịp tính toán đều được tính đến trong thiết kế, ví dụ như có các tường trung gian hoặc các gối tựa khác trong phạm vi nhịp sàn (xem Hình 5.8).



CHÚ DẪN:

- A Phương của nhịp làm việc, L
- B Khẩu độ nhịp không có dầm hoặc tường đỡ ngang, > L
- C Nguy hiểm về phá hủy dòn
- D Không bị cản giữ về biến dạng góc xoay

Hình 5.8 - Hệ sàn phải được bố trí một lượng diện tích cốt thép tối thiểu như tính được theo 5.7.3 (3)

5.7.4 Sàn phẳng

(1) Những quy định sau đây được áp dụng cho các sàn phẳng với sự phân bố lại mô men theo điều 5 của TCVN X1992-1-1 không quá 15 %. Trường hợp không áp dụng những quy định này thì khoảng cách tính đến trục cốt thép nên lấy theo Cột 3 của Bảng 5.8, giống như sàn loại dầm, còn chiều dày nhỏ nhất của sàn phải lấy theo Bảng 5.9.

Bảng 5.9: Các kích thước nhỏ nhất và khoảng cách tính đến trục cốt thép áp dụng cho sàn đặc, phẳng, bằng bê tông cốt thép và bê tông ứng suất trước

Khả năng chịu lửa tiêu chuẩn	Kích thước nhỏ nhất (mm)	
	Chiều dày sàn, h_s	Khoảng cách tính đến trục cốt thép, a
REI 30	150	10*
REI 60	180	15*
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50

* Thường lấy theo chiều dày lớp bảo vệ quy định tại TCVN X1992-1-1.

(2) Để đảm bảo khả năng chịu lửa từ REI 90 trở lên, ít nhất nên có 20 % diện tích cốt thép theo mỗi phương ở phía trên gối trung gian xác định theo TCVN X1992-1-1 được kéo liên tục qua hết nhịp của sàn. Những cốt thép này nên được bố trí trong dải bề rộng của cột.

(3) Không nên giảm chiều dày nhỏ nhất của sàn (tức là không tính thêm chiều dày của các lớp hoàn thiện mặt sàn).

(4) Khoảng cách tính đến trục cốt thép là tính cho lớp thép dưới.

5.7.5 Sàn có sườn

(1) Để xác định khả năng chịu lửa của sàn có sườn bằng bê tông cốt thép và bê tông ứng suất trước cần tuân thủ 5.6.2 và 5.6.3 cho phần sườn và tuân thủ 5.7.3, Cột 2 và Cột 5 của Bảng 5.8 cho phần sàn.

(2) Có thể coi khả năng chịu lửa của sàn hai phương bằng bê tông cốt thép và bê tông ứng suất trước được đảm bảo nếu áp dụng các giá trị cho trong Bảng 5.10 và Bảng 5.11 cùng những quy định sau đây.

(3) Các giá trị trong Bảng 5.10 và Bảng 5.11 chỉ hợp lệ cho các sàn có sườn chủ yếu chịu tải trọng phân bố đều.

(4) Đối với các sàn có sườn bố trí nhiều lớp cốt thép, cần áp dụng 5.2 (15).

(5) Trong các sàn có sườn nhiều nhịp, cốt thép ở phía trên nên được bố trí trong phạm vi nửa trên của chiều dày sàn.

(6) Bảng 5.10 đúng với các sàn có sườn làm việc theo hai phương với gối tựa đơn giản. Bảng này cũng đúng với sàn có sườn làm việc theo hai phương có ít nhất một cạnh bị ngàm và có khả năng chịu lửa thấp hơn REI 180, với cấu tạo cốt thép phía trên không theo yêu cầu trong điều 5.6.3 (3).

(7) Bảng 5.11 đúng với sàn có sườn làm việc theo hai phương có ít nhất một cạnh bị cản giữ. Áp

dụng điều 5.6.3 (3) để cấu tạo cốt thép phía trên cho tất cả các mức khả năng chịu lửa tiêu chuẩn.

Bảng 5.10 - Các kích thước nhỏ nhất và khoảng cách tính đến trục cốt thép áp dụng cho sàn có sườn bằng bê tông cốt thép hoặc bê tông ứng suất trước làm việc hai phương với gối tựa đơn giản

Khả năng chịu lửa tiêu chuẩn	Các kích thước nhỏ nhất (mm)			
	Các tổ hợp có thể của bề rộng sườn, b_{min} , và khoảng cách tính đến trục cốt thép, a			Chiều dày sàn, h_s , và khoảng cách tính đến trục cốt thép trong phần sàn, a
REI 30	$b_{min} = 80$			$h_s = 80$
	$a = 15^*$			$a = 10^*$
REI 60	$b_{min} = 100$	120	≥ 200	$h_s = 80$
	$a = 35$	25	15^*	$a = 10^*$
REI 90	$b_{min} = 120$	160	≥ 250	$h_s = 100$
	$a = 45$	40	30	$a = 15^*$
REI 120	$b_{min} = 160$	190	≥ 300	$h_s = 120$
	$a = 60$	55	40	$a = 20$
REI 180	$b_{min} = 220$	260	≥ 410	$h_s = 150$
	$a = 75$	70	60	$a = 30$
REI 240	$b_{min} = 280$	350	≥ 500	$h_s = 175$
	$a = 90$	75	70	$a = 40$
$a_{sd} = a + 10$				
<p>CHÚ THÍCH1) Đối với sàn có sườn bằng bê tông ứng suất trước, khoảng cách tính đến trục cốt thép, a, phải được tăng thêm theo 5.2 (5).</p> <p>2) a_{sd} ký hiệu cho khoảng cách giữa trục của cốt thép với bề mặt nằm ngang của gân chịu tác động của lửa.</p> <p>* Thường lấy theo chiều dày lớp bảo vệ quy định tại TCVN X1992-1-1.</p>				

Bảng 5.11 - Các kích thước nhỏ nhất và khoảng cách tính đến trục cốt thép áp dụng cho sàn có sườn bằng bê tông cốt thép hoặc bê tông ứng suất trước làm việc hai phương với ít nhất 1 cạnh bị cản giữ

Khả năng chịu lửa tiêu chuẩn	Các kích thước nhỏ nhất (mm)			
	Các tổ hợp có thể của bề rộng sườn, b_{min} , và khoảng cách tính đến trục cốt thép, a			Chiều dày sàn, h_s , và khoảng cách tính đến trục cốt thép trong phần sàn, a
REI 30	$b_{min} = 80$			$h_s = 80$
	$a = 10^*$			$a = 10^*$
REI 60	$b_{min} = 100$	120	≥ 200	$h_s = 80$
	$a = 25$	15^*	10^*	$a = 10^*$

Bảng 5.11 (kết thúc)

REI 90	$b_{min} = 120$ $a = 35$	160 25	≥ 250 15*	$h_s = 100$ $a = 15^*$
REI 120	$b_{min} = 160$ $a = 45$	190 40	≥ 300 30	$h_s = 120$ $a = 20$
REI 180	$b_{min} = 310$ $a = 60$	600 50		$h_s = 150$ $a = 30$
REI 240	$b_{min} = 450$ $a = 70$	700 60		$h_s = 175$ $a = 40$
$a_{sd} = a + 10$				
<p>CHÚ THÍCH:</p> <p>1) Đối với sàn có sườn bằng bê tông ứng suất trước, khoảng cách tính đến trục cốt thép, a, phải được tăng thêm theo 5.2 (5).</p> <p>2) a_{sd} ký hiệu cho khoảng cách giữa trục của cốt thép với bề mặt nằm ngang của sườn chịu tác động của lửa.</p> <p>* Thường lấy theo chiều dày lớp bảo vệ quy định tại TCVN X1992-1-1.</p>				

6 Bê tông cường độ cao (HSC)

6.1 Quy định chung

- (1) Mục này cung cấp các quy định bổ sung áp dụng cho bê tông cường độ cao.
- (2) Các cấu kiện kết cấu phải được thiết kế ở điều kiện nhiệt độ cao với các tính chất của loại bê tông này và phải tính đến nguy cơ bong bê tông.
- (3) Các tính chất cường độ được đưa ra theo 3 cấp và các khuyến cáo về việc ngăn cản sự bong bê tông được đưa ra theo hai khoảng cường độ khác nhau cho bê tông cường độ cao.
- CHÚ THÍCH: Khi thiết kế chịu lửa, nếu cường độ đặc trưng thực tế của bê tông có khả năng ở cấp cao hơn so với quy định trong thiết kế, thì nên áp dụng sự giảm cường độ tương ứng ở cấp cao hơn đó.
- (4) Các tính chất và khuyến cáo được đưa ra chỉ áp dụng cho tác động của lửa tương ứng với đường quan hệ nhiệt độ - thời gian tiêu chuẩn.
- (5) Ở nhiệt độ cao, nên giảm cường độ một lượng là $f_{c,d} / f_{ck}$.

CHÚ THÍCH: Các giá trị $f_{c,d} / f_{ck}$ áp dụng ở mỗi quốc gia có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia tương ứng. Bảng 6.1.N đưa ra 3 cấp cường độ. Tuy nhiên, các giá trị đưa ra cho mỗi cấp chỉ được căn cứ vào một số lượng hạn chế các kết quả thử nghiệm. Việc lựa chọn và hạn chế phạm vi sử dụng của những cấp này ở các cấp cường độ hoặc dạng bê tông nhất định trong thực tế được quy định trong tài liệu cụ thể khác. Cấp khuyến cáo cho bê tông như sau: C 55/67 và C 60/75 là cấp 1, C 70/85 và C 80/95 là cấp 2 còn C 90/105 là Cấp 3. Cần xem thêm từ 6.4.2.1 (3) đến 6.4.2.2 (3).

Bảng 6.1N - Giảm cường độ ở nhiệt độ cao

Nhiệt độ của bê tông θ [°C]	$f_c, \theta / f_{ck}$		
	Cấp 1	Cấp 2	Cấp 3
1	2	3	4
20	1,00	1,00	1,00
50	1,00	1,00	1,00
100	0,90	0,75	0,75
200			0,70
250	0,90		
300	0,85		0,65
400	0,75	0,75	0,45
500			0,30
600			0,25
700			
800	0,15	0,15	0,15
900	0,08		0,08
1000	0,04		0,04
1100	0,01		0,01
1200	0,00	0,00	0,00

6.2 Bong bê tông

(1) Áp dụng các quy định cho trong 4.5 đối với bê tông cấp C 55/67 đến C 80/95, nếu hàm lượng silica fume lớn nhất không vượt quá 6 % khối lượng xi măng. Với hàm lượng silica fume lớn hơn, áp dụng các quy định cho trong (2).

(2) Đối với bê tông cấp $80/95 < C \leq 90/105$ nên áp dụng một trong những phương pháp sau:

Phương pháp A: dùng lưới thép mảnh cùng lớp bảo vệ với chiều dày danh định là 15 mm. Lưới thép này phải được cấu tạo từ các sợi thép có đường kính ≥ 2 mm và kích thước mắt lưới $\leq 50 \times 50$ (mm). Chiều dày danh định của lớp bê tông bảo vệ cho cốt chủ phải không nhỏ hơn 40 mm.

Phương pháp B: dùng một dạng bê tông đã được kiểm chứng (bằng kinh nghiệm địa phương hoặc bằng thử nghiệm) là không bị bong dưới tác động của lửa.

Phương pháp C: dùng các lớp bảo vệ đã được kiểm chứng là giúp cho bê tông không bị bong khi chịu tác động của lửa.

Phương pháp D: trộn thêm vào bê tông các sợi Propylene đơn, với tỷ lệ lớn hơn 2 kg/m^3 .

CHÚ THÍCH: Việc lựa chọn các phương pháp để sử dụng ở mỗi quốc gia có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia tương ứng.

6.3 Các tính chất nhiệt học

(1) Có thể áp dụng các giá trị nêu trong 3.3 cho bê tông cường độ cao.

CHÚ THÍCH 1: Hệ số dẫn nhiệt dùng cho bê tông cường độ cao áp dụng ở mỗi quốc gia có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia tương ứng và lấy trong phạm vi giá trị giới hạn dưới và giới hạn trên cho trong 3.3.3.

TCVN X1992-1-2:202X

2) Hệ số dẫn nhiệt của bê tông cường độ cao có thể cao hơn so với của bê tông cường độ thường.

6.4 Thiết kế kết cấu

6.4.1 Tính toán khả năng chịu lực

(1) P Khi xác định khả năng chịu lực trong điều kiện chịu lửa, phải xét đến:

- sự tác động của nhiệt và trường nhiệt độ hình thành trong cấu kiện;
- sự suy giảm cường độ do nhiệt độ cao;
- các hệ quả của lực cản giữ gây ra bởi sự giãn nở nhiệt;
- các hệ quả thứ cấp.

(2) Có thể thực hiện việc này bằng cách phân tích kết cấu tổng thể hoặc tính toán cấu kiện đơn giản. Việc phân tích kết cấu tổng thể nên dựa trên các số liệu đã được công nhận. Các phương pháp tính toán đơn giản cho cột, tường, dầm và sàn sẽ được trình bày dưới đây.

6.4.2 Các phương pháp tính toán đơn giản

(1) P Phụ lục B đưa ra các phương pháp tính toán đơn giản áp dụng cho bê tông cường độ cao.

6.4.2.1 Cột và tường

(1) Việc tính toán khả năng chịu lực của cột và tường trong điều kiện chịu lửa có thể được thực hiện trên tiết diện giảm yếu bằng các phương pháp áp dụng được trong thiết kế thông thường, cụ thể là Phụ lục B.1.

(2) Tiết diện giảm yếu nên được xác định dựa trên phương pháp đơn giản cho trong Phụ lục B, kết hợp giảm trừ thêm phần bê tông không còn khả năng chịu lực dưới ảnh hưởng của các tác động thứ cấp.

(3) Khi tính toán tiết diện giảm yếu, chiều dày bê tông bị giảm được tính bằng chiều sâu của đường đẳng nhiệt 500 °C, a_{500} , nhân với hệ số k . Khi tính toán tiết diện giảm yếu cho cột và tường nên sử dụng Biểu thức 6.4.

$$a_z = ka_{z,500} \quad (6.4)$$

CHÚ THÍCH: Hệ số k cho phép quy đổi từ đường đẳng nhiệt 500 °C sang đường đẳng nhiệt 460 °C trong Bảng 6.1N đối với Cấp 1 và sang đường đẳng nhiệt 400 °C trong Bảng 6.1N đối với Cấp 2. Giá trị của hệ số k áp dụng ở mỗi quốc gia có thể được quy định trong Phụ lục quốc gia tương ứng. Giá trị khuyến cáo là 1,1 cho bê tông Cấp 1, bằng 1,3 cho bê tông Cấp 2. Đối với bê tông Cấp 3 cần áp dụng các phương pháp tính toán chính xác.

(4) Có thể xác định khả năng chịu mô men cho tiết diện chịu lực uốn - nén đồng thời bằng phương pháp phân vùng, Phụ lục B.2, khi cần có thể xét đến $E_{c,fi}(\theta) = k_c^2(\theta)E_c$

(5) Các chế độ nhiệt độ-thời gian không phù hợp với tiêu chí của phương pháp đơn giản phải được phân tích tổng hợp riêng, xem cường độ tương đối của bê tông là hàm số của nhiệt độ.

6.4.2.2 Dầm và sàn

(1) Có thể xác định khả năng chịu mô men của dầm và sàn trong trường hợp chịu lửa căn cứ vào tiết diện giảm yếu như xác định trong Phụ lục B.1 bằng các phương pháp áp dụng cho thiết kế thông thường.

(2) Khả năng chịu mô men xác định được nên được giảm tiếp như sau:

$$M_{d,fi} = M_{500} k_m \quad (6.5)$$

Trong đó:

$M_{d,fi}$ là giá trị thiết kế của khả năng chịu mô men trong trường hợp chịu lửa;

M_{500} là giá trị thiết kế của khả năng chịu mô men dựa trên tiết diện giảm yếu xác định theo đường đẳng nhiệt 500 °C.

k_m là hệ số giảm

CHÚ THÍCH: Giá trị của k_m phụ thuộc vào sự giảm cường độ cho trong Bảng 6.1N. Giá trị của k_m áp dụng cho mỗi quốc gia có thể được lấy theo Phụ lục quốc gia. Giá trị khuyến cáo được cho trong Bảng 6.2N. Đối với bê tông Cấp 3 cần áp dụng các phương pháp tính toán chính xác.

Bảng 6.2N: Các hệ số giảm khả năng chịu mô men áp dụng cho dầm và sàn

Loại cấu kiện	Giá trị của k_m	
	Bê tông cấp 1	Bê tông Cấp 2
Dầm	0,98	0,95
Sàn chịu tác động của lửa trong vùng chịu nén	0,98	0,95
Sàn chịu tác động của lửa ở phía chịu kéo, $h_1 \geq 120$ mm	0,98	0,95
Sàn chịu tác động của lửa ở phía chịu kéo, $h_1 = 50$ mm	0,95	0,85

h_1 là chiều dày của sàn bê tông (xem Hình 5.7)

(3) Đối với các sàn có chiều dày trong khoảng 50 mm đến 120 mm, chịu tác động của lửa ở phía chịu kéo, có thể xác định hệ số giảm bằng cách nội suy tuyến tính.

(4) Các chế độ nhiệt theo thời gian không phù hợp với tiêu chí của phương pháp tính đơn giản nên được hỗ trợ thêm bằng cách phân tích tổng hợp riêng, xem cường độ tương đối của bê tông là hàm số của nhiệt độ.

6.4.3 Số liệu tra bảng

(1) Các phương pháp tra bảng cho trong điều 5 cũng có thể áp dụng cho bê tông cường độ cao nếu kích thước nhỏ nhất của tiết diện được tăng thêm như sau:

- $(k-1)a$ đối với tường và sàn chịu tác động của lửa ở một phía.
- $2(k-1)a$ đối với tất cả các cấu kiện kết cấu khác và khoảng cách tính đến trục cốt thép được nhân với hệ số k .

Trong đó:

k là hệ số cho trong 6.4.2.1 (3);

a là khoảng cách tính đến trục cốt thép theo yêu cầu trong điều 5.

CHÚ THÍCH: Mức độ tụt dẹt đối với các cột trong điều kiện chịu lửa, μ_n , hoặc mức tải trọng của cột ở điều kiện nhiệt độ thường, n , phải được xác định rõ trước khi tính toán mức độ tăng kích thước tiết diện theo biểu thức $2(k-1)a$

PHỤ LỤC A
(tham khảo)
Các đường đẳng nhiệt

(1) Phụ lục này cung cấp các đường đẳng nhiệt đã được tính toán trước, áp dụng cho sàn (Hình A.2), cho dầm (Hình A.3 đến Hình A.10) và áp dụng cho cột (Hình A.11 đến Hình A.20). Hình A.2, áp dụng cho sàn, cũng đồng thời được áp dụng cho tường chịu tác động của lửa ở 1 phía.

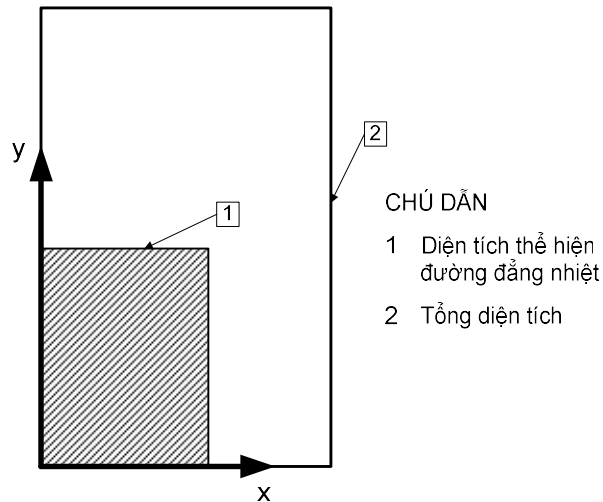
(2) Các hình được xác định dựa trên những giá trị sau:

- Nhiệt dung riêng của bê tông như cho trong 3.3.2 tương ứng với độ ẩm là 1,5 %. Các biểu đồ nhiệt độ này thiên về an toàn đối với độ ẩm cao hơn 1,5 %.
- Giới hạn dưới của hệ số dẫn nhiệt của bê tông cho trong 3.3.3.

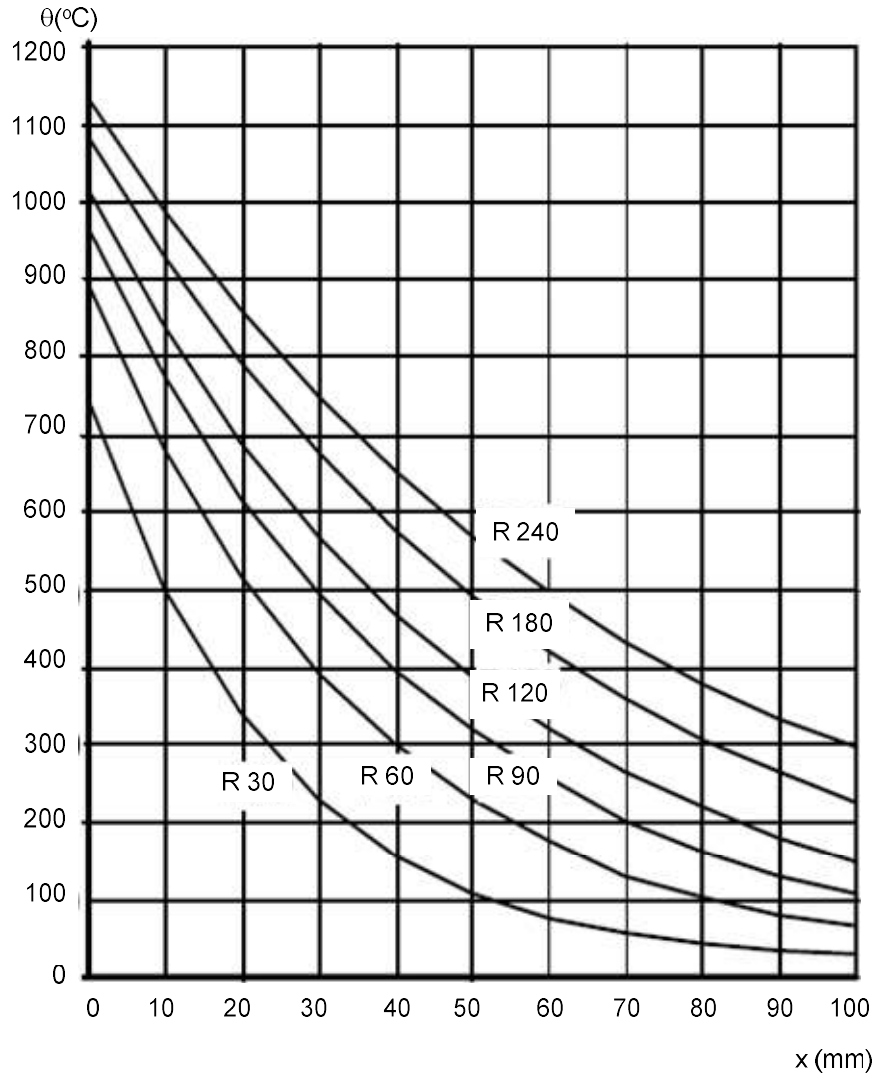
CHÚ THÍCH: Giới hạn dưới của hệ số dẫn nhiệt đã được rút ra từ việc so sánh với các giá trị nhiệt độ đo được trong các thử nghiệm đốt của các loại kết cấu bê tông khác nhau. Giá trị giới hạn dưới này đưa ra nhiệt độ của kết cấu bê tông sát với thực tế hơn so với giá trị giới hạn trên, là giá trị được rút ra từ các thử nghiệm đối với kết cấu hỗn hợp thép bê tông.

- Độ phát xạ nhiệt liên quan đến bề mặt bê tông phải được lấy bằng 0,7, theo như giá trị cho trong 2.2.
- Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu là 25 W/m²K.

(3) Hình A.1 thể hiện sự đại diện của đường đẳng nhiệt cho nhiệt độ trong tiết diện của dầm và cột có cấu tạo đối xứng.

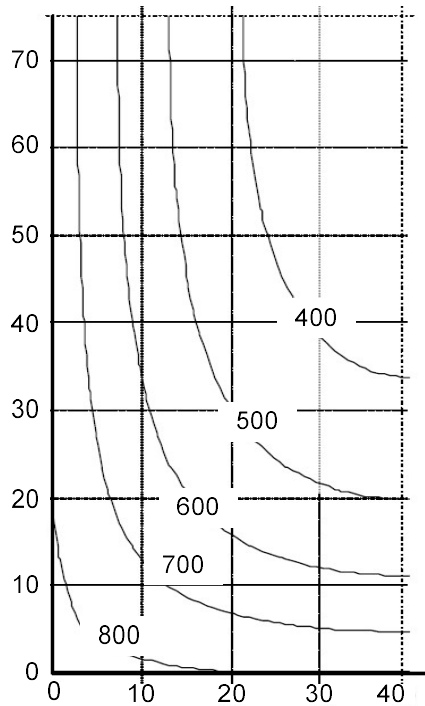


Hình A.1 – Diện tích tiết diện ngang thể hiện đường đẳng nhiệt

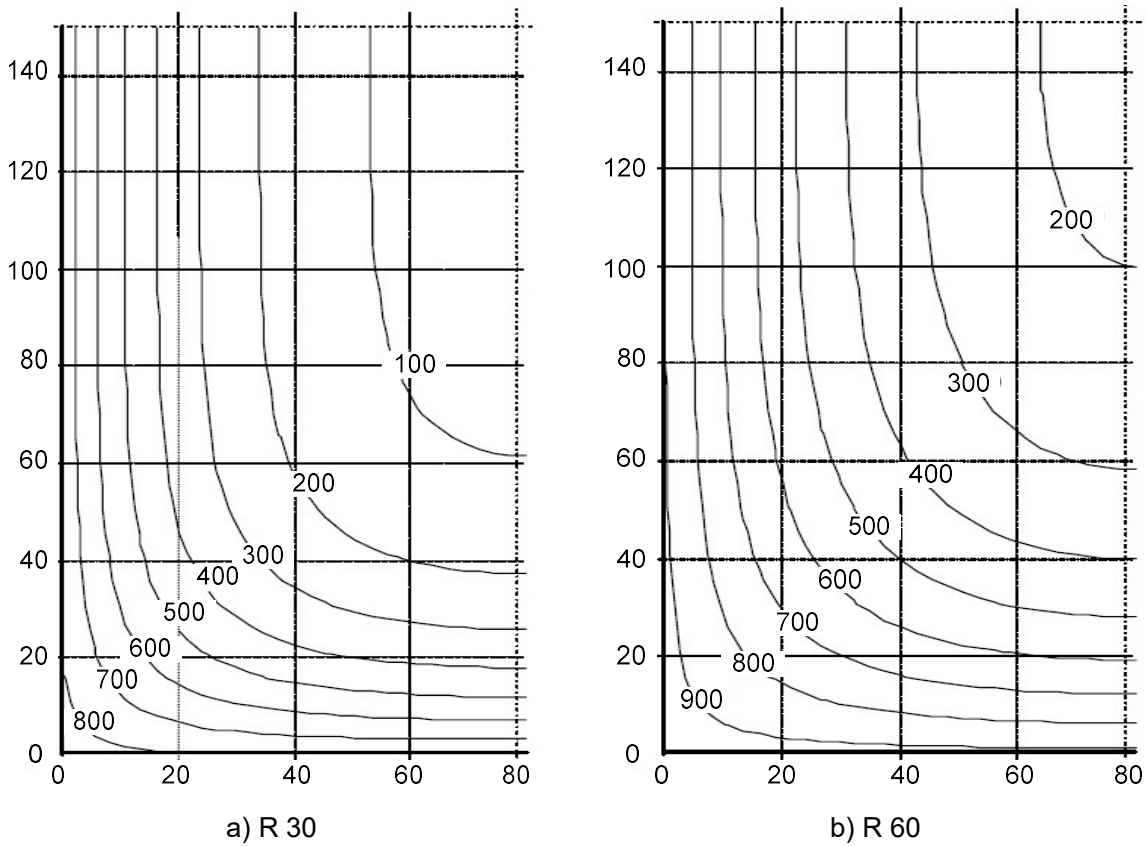


x - là khoảng cách tính từ bề mặt chịu tác động của lửa

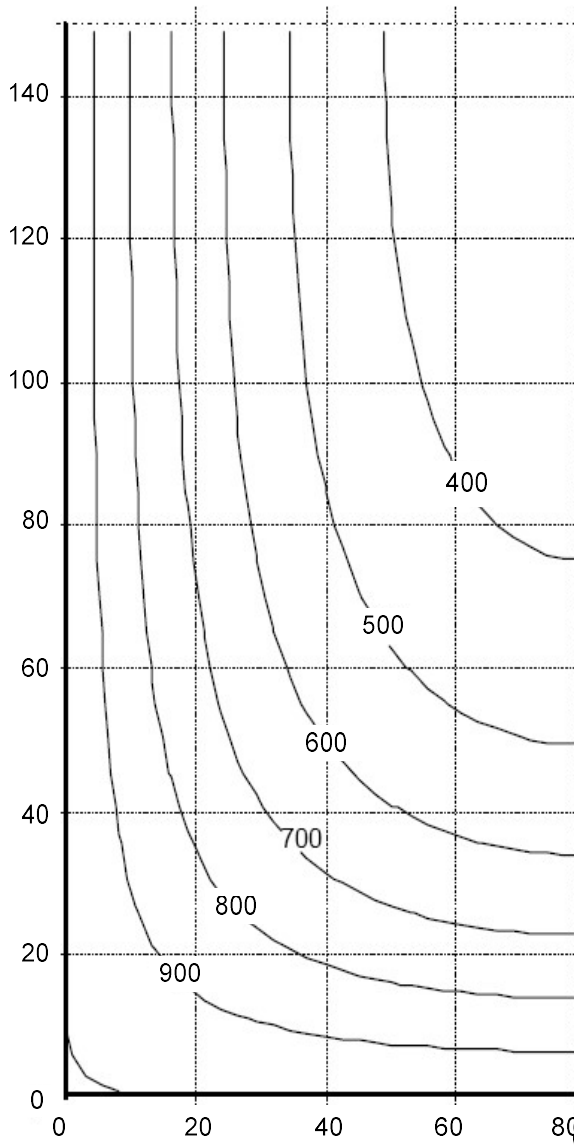
Hình A.2 - Các đường đẳng nhiệt áp dụng cho sàn (chiều dày $h = 200$), khả năng chịu lửa R 60 đến R 120



Hình A.4 - Các đường đẳng nhiệt ($^{\circ}\text{C}$) áp dụng cho dầm, $h \times b = 150 \times 80 - R 30$

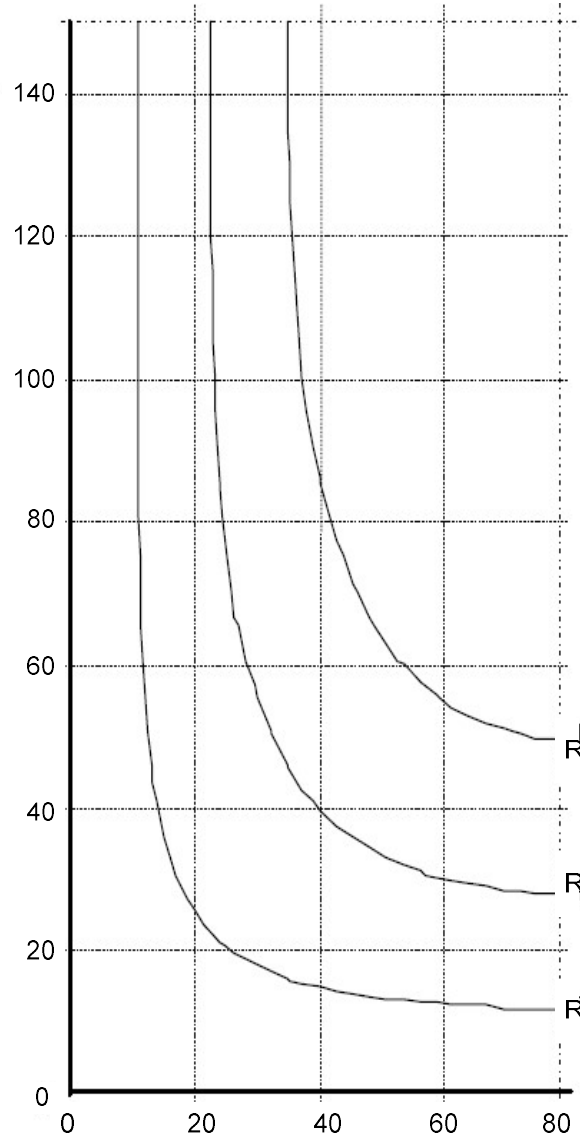


Hình A.5 - Các đường đẳng nhiệt ($^{\circ}\text{C}$) áp dụng cho dầm, $h \times b = 300 \times 160$

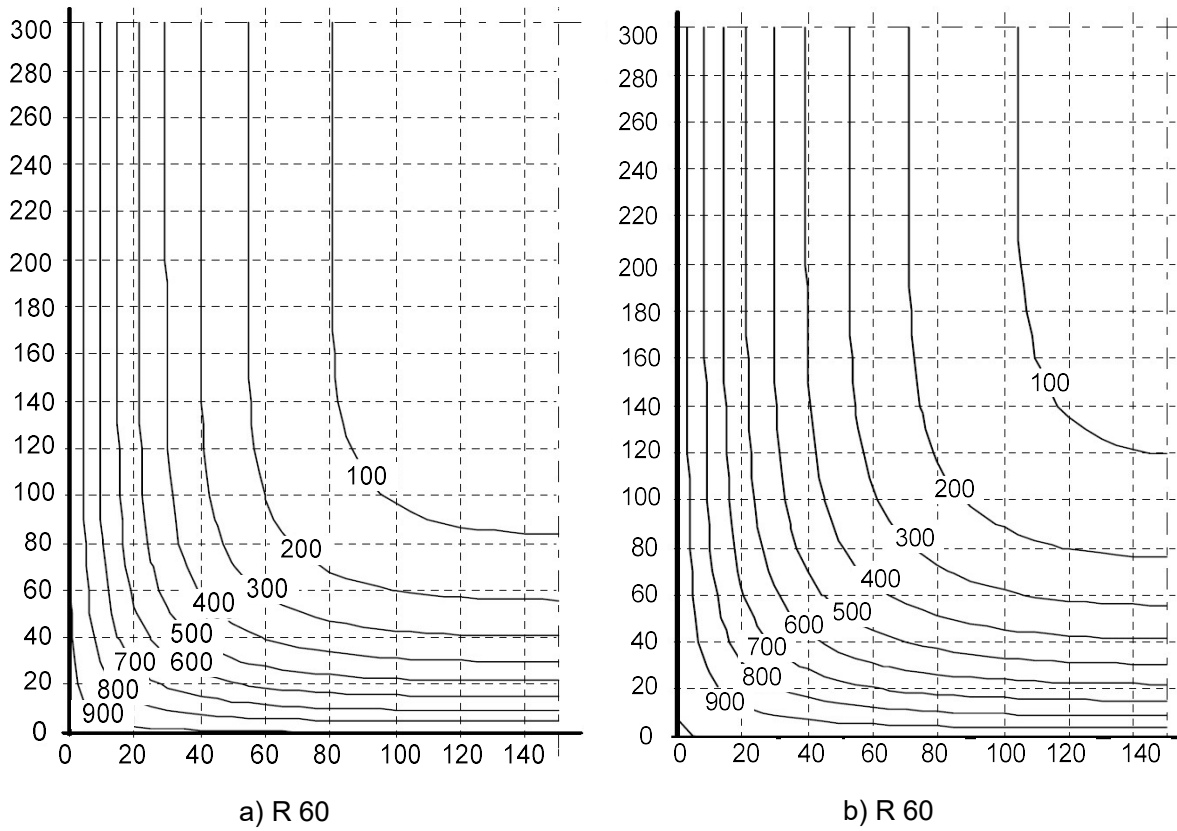


a) R 90

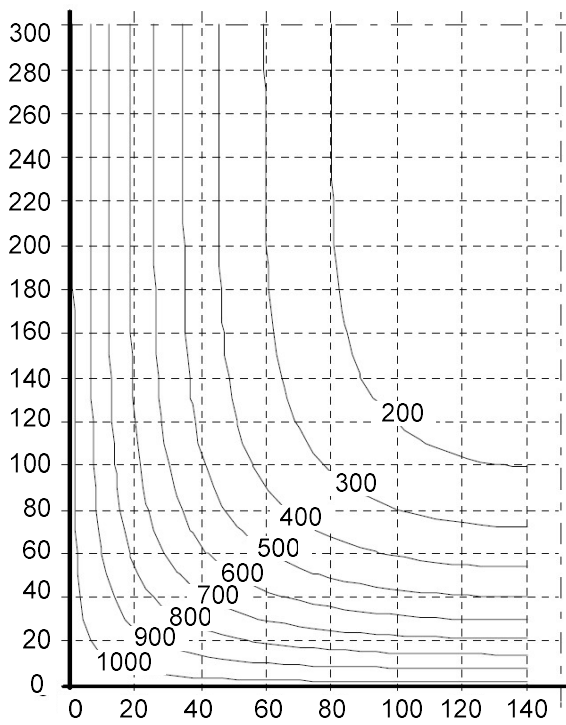
Hình A.6 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho dầm, $h \times b = 300 \times 160$



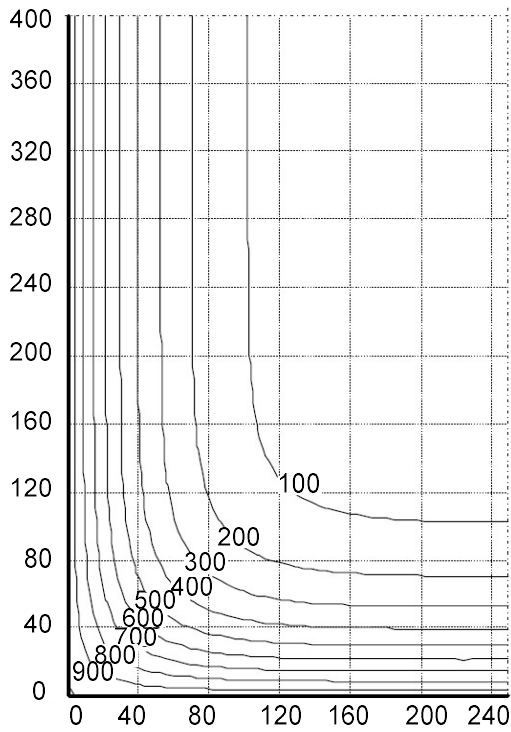
Hình A.7 - Các đường đẳng nhiệt 500°C áp dụng cho dầm, $h \times b = 300 \times 160$



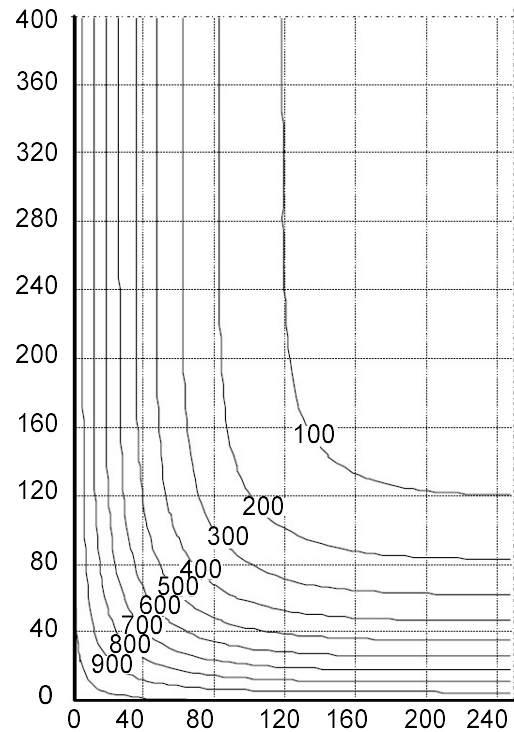
Hình A.8 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho dầm, $h \times b = 600 \times 300$



Hình A.9 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho dầm, $h \times b = 600 \times 300 - R120$

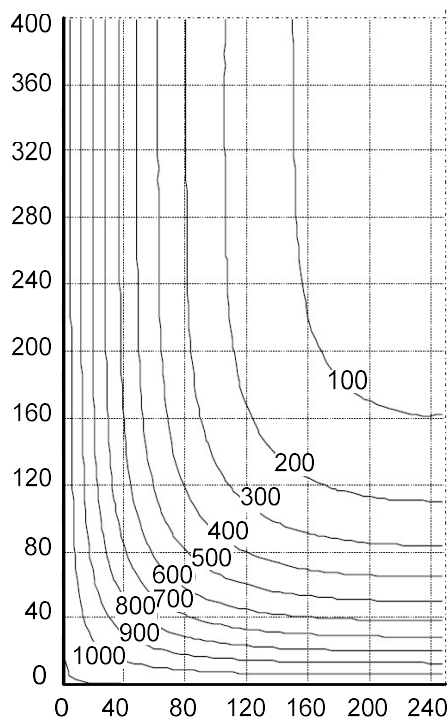


a) R 90

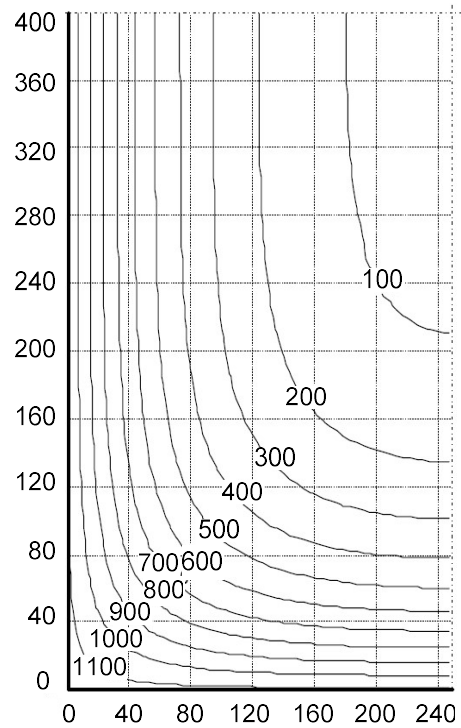


b) R 120

Hình A.10 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho dầm, $h \times b = 800 \times 500$

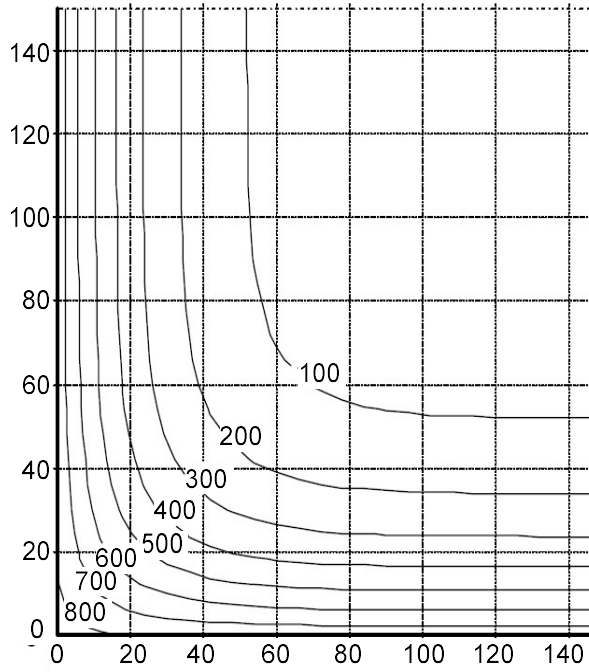


a) R 180

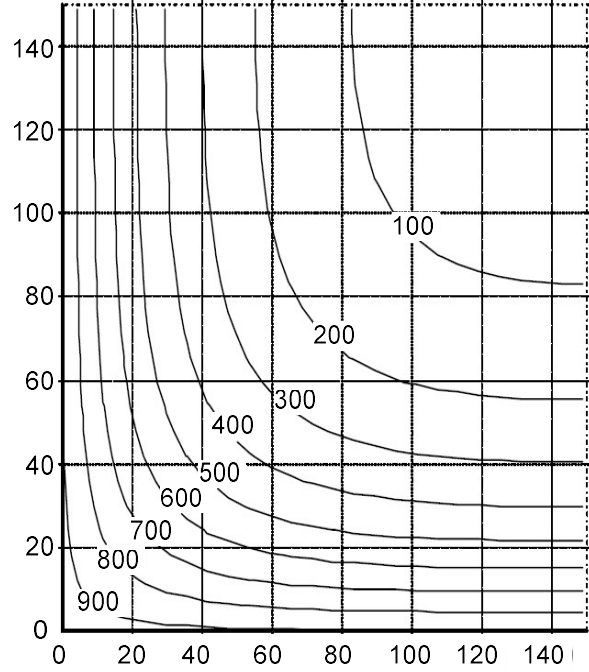


b) R 240

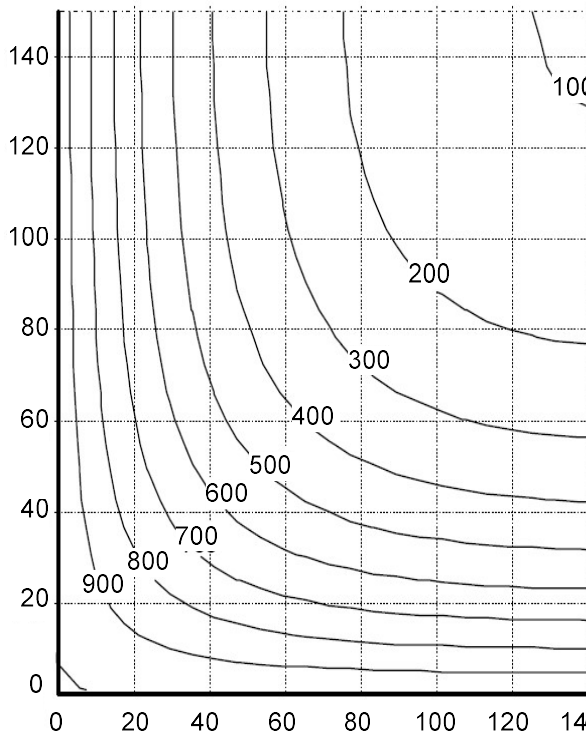
Hình A.11 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho dầm, $h \times b = 800 \times 500$



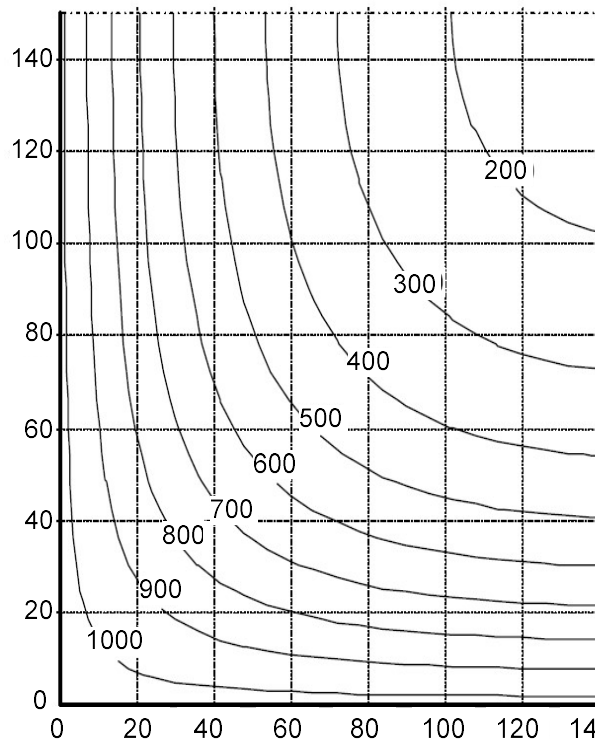
Hình A.12 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho cột, $h \times b = 300 \times 300 - R 30$



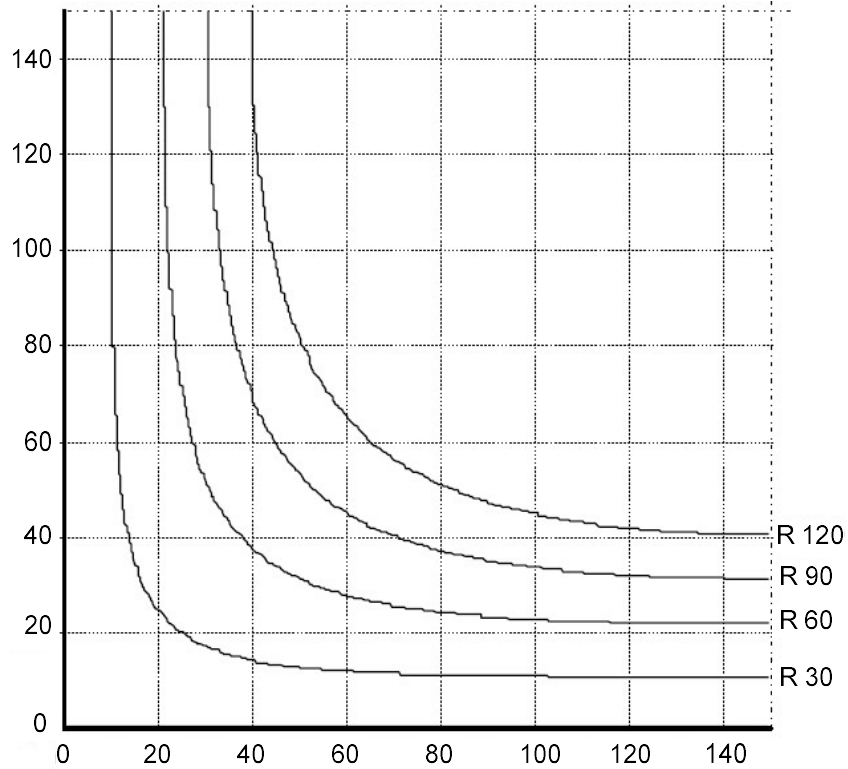
Hình A.13 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho cột, $h \times b = 300 \times 300 - R 60$



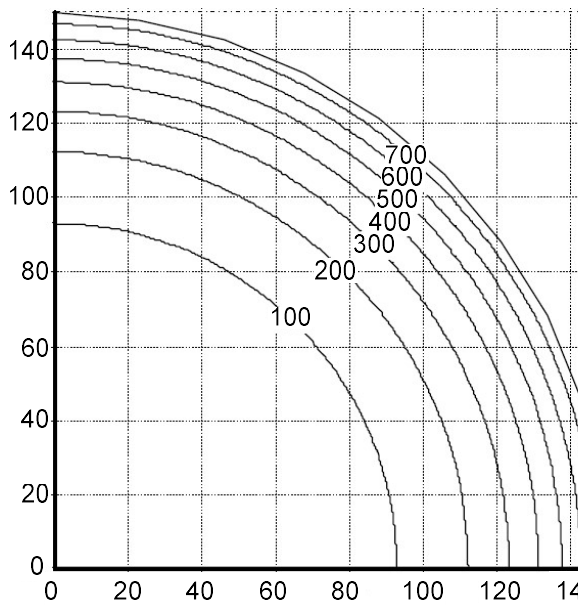
Hình A.14 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho cột, $h \times b = 300 \times 300 - R 90$



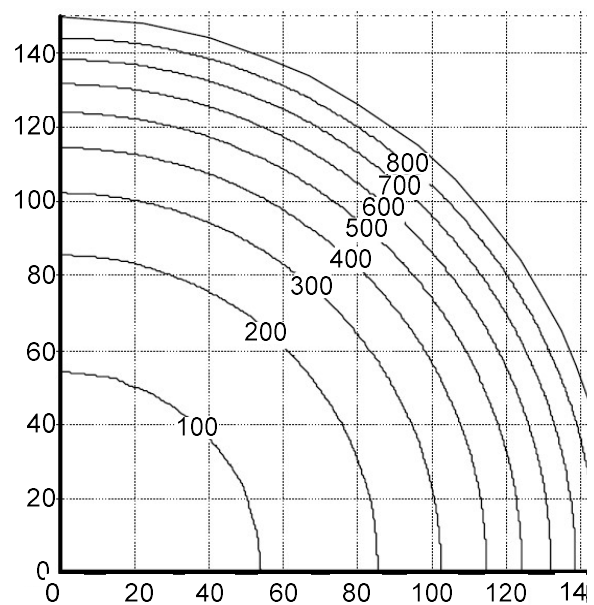
Hình A.15 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho cột, $h \times b = 300 \times 300 - R 120$



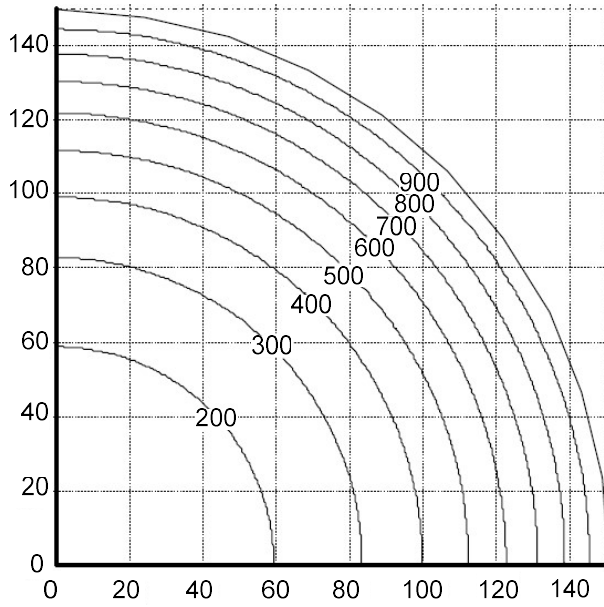
Hình A.16 - Các đường đẳng nhiệt 500 °C áp dụng cho cột, $h \times b = 300 \times 300$



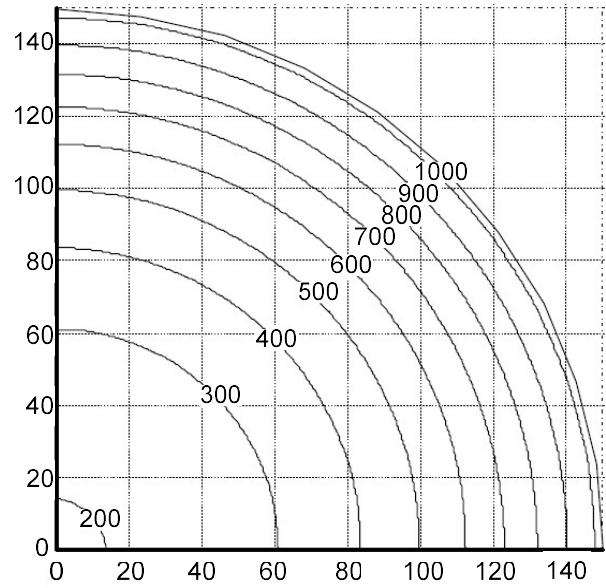
Hình A.17 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho cột tròn đường kính 300 – R 30



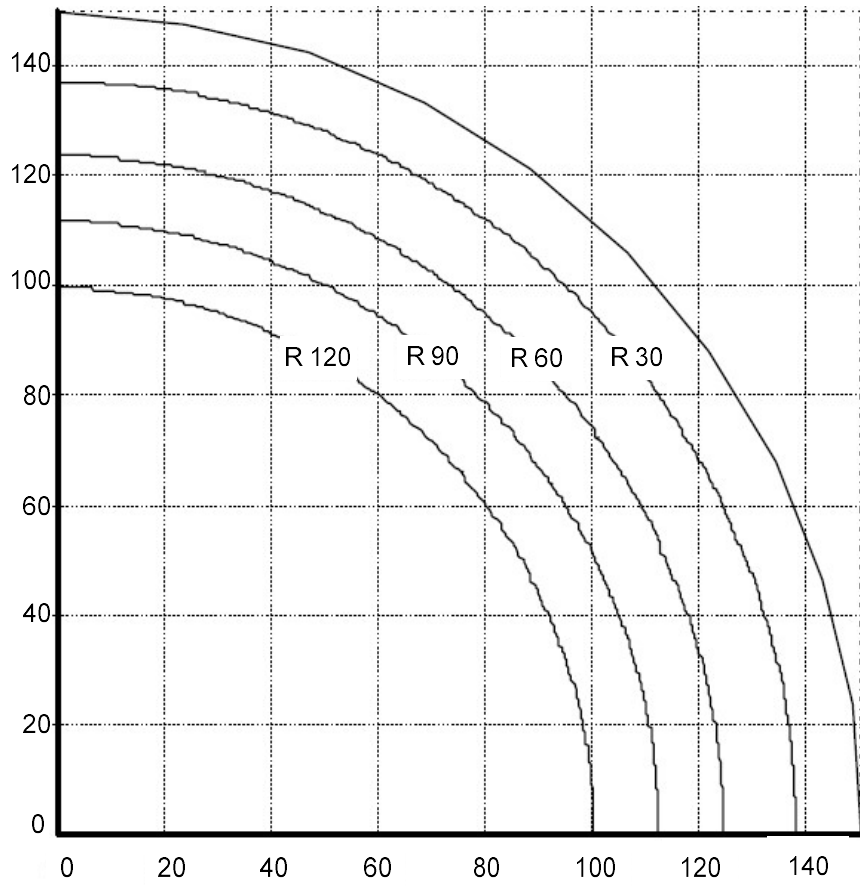
Hình A.18 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho cột tròn đường kính 300 – R 60



Hình A.19 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho cột tròn đường kính 300 – R 90



Hình A.20 - Các đường đẳng nhiệt (°C) áp dụng cho cột tròn đường kính 300 – R 120



Hình A.21 - Các đường đẳng nhiệt 500 °C áp dụng cho cột tròn đường kính 300

PHỤ LỤC B
(tham khảo)
Các phương pháp tính toán đơn giản

B.1 Phương pháp đường đẳng nhiệt 500 °C**B.1.1 Nguyên tắc và phạm vi áp dụng**

(1) Phương pháp này có thể áp dụng được cho tác động của đám cháy tiêu chuẩn và mọi chế độ nhiệt độ theo thời gian khác nhau, nhưng gây ra các trường nhiệt độ tương tự nhau trong bộ phận chịu tác động của lửa. Các chế độ nhiệt độ theo thời gian không phù hợp với tiêu chí này phải được phân tích tổng hợp riêng có xét đến cường độ tương đối của bê tông như hàm số của nhiệt độ.

(2) Phương pháp này chỉ đúng với bề rộng nhỏ nhất của tiết diện như nêu trong Bảng B.1:

a) Áp dụng cho đám cháy tiêu chuẩn, phụ thuộc vào khả năng chịu lửa;

b) Áp dụng cho đám cháy tham số, với hệ số độ thoáng $O \geq 0,14 [m^{1/2}]$ (xem Phụ lục A, TCVN xxxx (EN 1991-1-2)).

Bảng B.1 - Bề rộng nhỏ nhất của tiết diện là hàm số của khả năng chịu lửa (áp dụng cho đám cháy tiêu chuẩn) và của mật độ tải trọng cháy (áp dụng cho tác động của đám cháy tham số)

a) Khả năng chịu lửa

Khả năng chịu lửa	R 60	R 90	R120	R180	R240
Bề rộng nhỏ nhất của tiết diện, mm	90	120	160	200	280

b) Mật độ tải trọng cháy

Mật độ tải trọng cháy, MJ/m ²	200	300	400	600	800
Bề rộng nhỏ nhất của tiết diện, mm	100	140	160	200	240

(3) Phương pháp tính toán đơn giản được thực hiện dựa trên sự giảm chung về kích thước tiết diện khi xét đến lớp bê tông bề mặt bị hỏng do nhiệt độ cao. Chiều dày của lớp bê tông bị hỏng, a_{500} , được lấy bằng chiều sâu trung bình của đường đẳng nhiệt 500 °C trong vùng chịu nén của tiết diện.

(4) Bê tông bị hỏng, tức là bê tông có nhiệt độ cao hơn 500 °C, được coi là không có đóng góp gì cho khả năng chịu lực của cấu kiện, trong khi đó phần tiết diện bê tông còn lại vẫn duy trì toàn bộ giá trị cường độ và mô đun đàn hồi ban đầu của nó.

(5) Đối với dầm hình chữ nhật chịu tác động của lửa ở 3 mặt, tiết diện giảm yếu trong điều kiện chịu lửa sẽ phù hợp với Hình B.1.

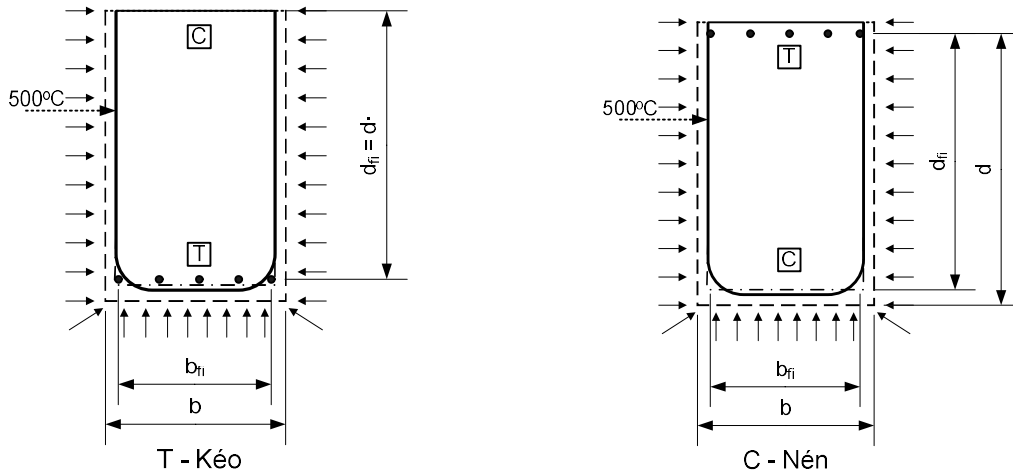
B.1.2 Quy trình thiết kế tiết diện bê tông cốt thép chịu mô men uốn và lực dọc

(1) Trên cơ sở tiếp cận theo cách tiết diện giảm yếu như trên, quy trình tính toán độ bền của tiết diện bê tông cốt thép trong điều kiện chịu lửa có thể tiến hành như sau:

a) Xác định đường đẳng nhiệt 500 °C đối với tác động của đám cháy cụ thể, đám cháy tiêu chuẩn hoặc đám cháy tham số;

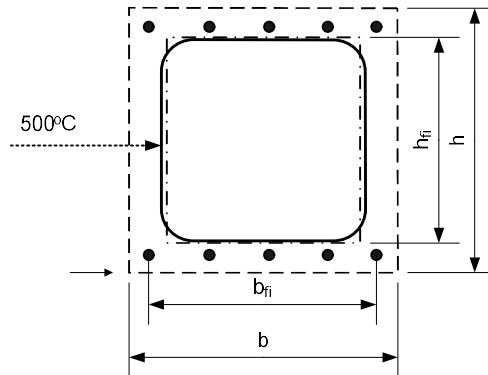
b) Xác định bề rộng mới, b_{fi} , và chiều cao làm việc mới, d_{fi} , của tiết diện bằng cách loại trừ lớp bê tông phía ngoài đường đẳng nhiệt 500 °C (xem Hình B.1). Có thể xét đến các góc lượn của đường đẳng nhiệt bằng cách lấy dạng thực tế của đường đẳng nhiệt xấp xỉ là hình chữ nhật hoặc hình

vuông, như thể hiện trong Hình B.1;



a) Lửa tác động ở 3 mặt, trong đó có vùng chịu kéo

b) Lửa tác động ở 3 mặt, trong đó có vùng chịu nén



c) Lửa tác động ở 4 mặt (dầm hoặc cột)

Hình B.1 - Tiết diện giảm yếu của dầm và cột bê tông cốt thép

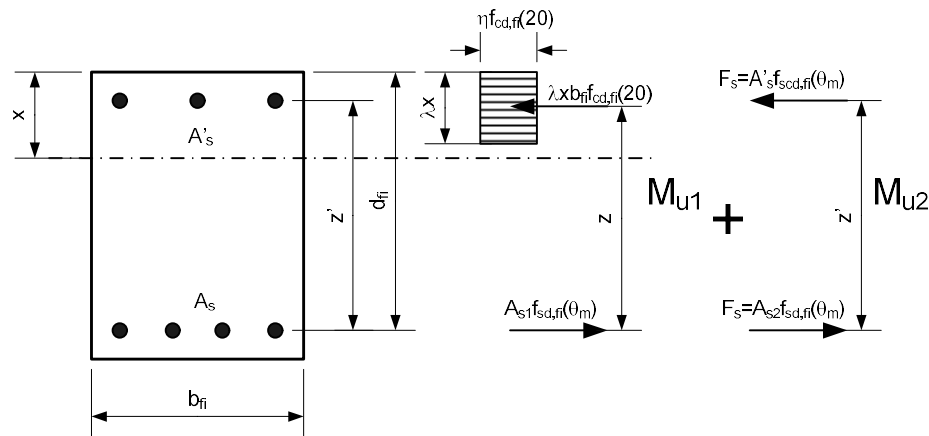
c) Xác định nhiệt độ trong các thanh cốt thép trong các vùng chịu kéo và chịu nén. Nhiệt độ của các thanh cốt thép đơn lẻ có thể được xác định từ đường đẳng nhiệt cho trong Phụ lục A hoặc các tài liệu hướng dẫn (sổ tay hướng dẫn) và được coi là nhiệt độ tại tâm của thanh cốt thép. Một số thanh cốt thép có thể nằm ngoài phạm vi của tiết diện giảm yếu, như thể hiện trên Hình B.1. Trong những trường hợp đó, các thanh cốt thép này có thể vẫn được đưa vào tính toán khả năng chịu lực cực hạn của tiết diện chịu tác động của lửa;

d) Xác định cường độ bị suy giảm của cốt thép do nhiệt độ theo 4.2.4.3;

e) Sử dụng các phương pháp tính toán truyền thống với tiết diện giảm yếu để xác định khả năng chịu lực cực hạn với cường độ của cốt thép như xác định được tại điểm d);

f) So sánh khả năng chịu lực cực hạn với tác động của tải trọng thiết kế hoặc thay thế bằng khả năng chịu lửa dự kiến với khả năng chịu theo yêu cầu.

(2) Hình B.2 trình bày việc tính toán khả năng chịu lực của tiết diện với cốt thép chịu kéo cũng như chịu nén.



CHÚ DẪN b_{fi} là bề rộng của tiết diện giảm yếu;

d_{fi} là chiều cao tính toán của tiết diện giảm yếu;

z là cánh tay đòn giữa cốt thép chịu kéo và bê tông;

z' là cánh tay đòn giữa cốt thép chịu kéo và cốt thép chịu nén;

A_s là diện tích của cốt thép chịu kéo;

A_{s1} là phần cốt thép chịu kéo cân bằng với khối ứng suất nén của bê tông;

A_{s2} là phần của cốt thép chịu kéo cân bằng với cốt thép chịu nén;

A'_s là diện tích của cốt thép chịu nén;

$f_{cd,fi}(20)$ là giá trị thiết kế của cường độ chịu nén của bê tông trong trường hợp chịu lửa ở nhiệt độ thường lấy bằng $f_{ck}/\gamma_{c,fi}$;

$f_{sd,fi}(\theta_m)$ là giá trị thiết kế của cường độ cốt thép chịu kéo trong điều kiện chịu lửa ở nhiệt độ trung bình θ_m của thớ;

$f_{scd,fi}(\theta_m)$ là giá trị thiết kế của cường độ cốt thép chịu nén trong điều kiện chịu lửa ở nhiệt độ trung bình θ_m của thớ;

CHÚ THÍCH : $f_{sd,fi}(\theta_m)$ and $f_{scd,fi}(\theta_m)$ có thể có giá trị khác nhau (xem 4.2.4.3)

F_s là tổng lực trong cốt thép chịu nén trong điều kiện chịu lửa và bằng một phần của tổng lực trong cốt thép chịu kéo λ, η và X được định nghĩa trong TCVN X1992-1-1

Hình B.2 - Phân bố ứng suất ở trạng thái giới hạn độ bền áp dụng cho tiết diện bê tông hình chữ nhật có cốt thép chịu nén

(3) Nếu tất cả các thanh cốt thép được bố trí trong các lớp có diện tích bằng nhau thì có thể sử dụng những biểu thức sau để tính toán khoảng cách tính đến trục cốt thép, a .

Cường độ bị suy giảm trung bình của một lớp cốt thép theo mức tăng nhiệt độ được tính toán theo Biểu thức (B.1)

$$k_v(\theta) = \frac{\sum k(\theta_i)}{n_v} \quad (B.1)$$

Trong đó:

θ là nhiệt độ của thanh cốt thép thứ i ;

$k(\theta)$ là sự suy giảm về cường độ của thanh cốt thép thứ i gây ra bởi mức nhiệt độ θ xác định từ Hình 4.11;

TCVN X1992-1-2:202X

$k_v(\theta)$ là sự suy giảm về cường độ của lớp cốt thép v ;

n_v là số lượng thanh cốt thép trong lớp v

(4) Chiều dày lớp bê tông bảo vệ, a , tính đến trọng tâm của các lớp cốt thép, có thể được xác định theo Biểu thức (B.2)

$$a = \frac{\sum a_v k_v(\theta)}{\sum k_v(\theta)} \quad (\text{B.2})$$

Trong đó

a_v là khoảng cách tính từ bề mặt đáy của tiết diện giảm yếu đến lớp cốt thép v .

(5) Nếu chỉ có 2 lớp cốt thép thì khoảng cách có thể được tính bằng Biểu thức (B.3)

$$a = \sqrt{a_1 a_2} \quad (\text{B.3})$$

(6) Nếu các thanh cốt thép có diện tích khác nhau và được phân bố không theo quy luật thì có thể áp dụng quy trình sau.

Tính giá trị trung bình về cường độ của một nhóm cốt thép, $k(\phi)f_{sd,\bar{n}}$, theo các giá trị nhiệt độ gia tăng bằng Biểu thức (B.4)

$$k(\phi) = \frac{\sum_i [k_s(\theta_i) f_{sd,i} A_i]}{\sum_i A_i} \quad (\text{B.4})$$

Trong đó

$k_s(\theta_i)$ là mức độ giảm cường độ của thanh cốt thép thứ i ;

$f_{sd,i}$ là cường độ tính toán của thanh cốt thép thứ i ;

A_i là diện tích tiết diện của thanh cốt thép thứ i .

Khoảng cách tính đến trọng tâm cốt thép, a , của nhóm cốt thép được tính toán theo Biểu thức (B.5)

$$a = \frac{\sum_i [a_i k_s(\theta_i) f_{sd,i} A_i]}{\sum_i [k_s(\theta_i) f_{sd,i} A_i]} \quad (\text{B.5})$$

Trong đó

a_i là khoảng cách tính từ tiết diện giảm yếu đến trục thanh cốt thép thứ i .

(7) Việc tính toán mô men uốn của tiết diện được thực hiện như sau:

$$M_{u1} = A_{s1} f_{sd,\bar{n}}(\theta_m) z \quad (\text{B.6})$$

$$\omega_k = \frac{A_{s1} f_{sd,\bar{n}}(\theta_m)}{b_{\bar{n}} d_{\bar{n}} f_{cd,\bar{n}}(20)} \quad (\text{B.7})$$

$$M_{u2} = A_{s2} f_{sd,\bar{n}}(\theta_m) z' \quad (\text{B.8})$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} \quad (\text{B.9})$$

Trong đó

A_s là tổng diện tích cốt thép;

$f_{sd,fi}$ là giá trị thiết kế của cường độ chịu kéo của cốt thép;

$f_{scd,fi}$ là giá trị thiết kế của cường độ áp dụng cho cốt thép chịu nén;

ω_k là tỷ số giữa giá trị thiết kế của cường độ cốt thép với diện tích tiết diện chịu lửa;

b_{fi} là bề rộng của tiết diện chịu lửa;

d_{fi} là chiều cao hữu hiệu của tiết diện chịu lửa;

$f_{cd,fi}(20)$ là giá trị thiết kế của cường độ chịu nén của bê tông (ở nhiệt độ thường);

z là khoảng cách giữa cốt thép chịu kéo và trọng tâm vùng bê tông chịu nén;

z' là cánh tay đòn giữa cốt thép chịu kéo và cốt thép chịu nén;

θ_m là nhiệt độ trung bình của lớp cốt thép.

Khi đã tính được sự tham gia chịu mô men của các nhánh cốt thép như trên thì tổng khả năng chịu mô men của toàn tiết diện được tính bằng biểu thức

$$M_u = M_{u1} + M_{u2} \quad (\text{B.10})$$

B.2 Phương pháp phân vùng

(1) Dưới đây trình bày phương pháp phân nhỏ tiết diện thành một số vùng. Mặc dù phương pháp này tốn công hơn nhưng cho kết quả chính xác hơn phương pháp đường đẳng nhiệt 500 °C, đặc biệt là đối với cột. Phương pháp này có thể áp dụng cho mọi đám cháy phát triển hoàn toàn khác nhau nhưng tiêu chuẩn này chỉ trình bày các số liệu của đám cháy có quan hệ nhiệt độ-thời gian tiêu chuẩn.

(2) Tiết diện được chia thành một số vùng song song ($n \geq 3$) có chiều dày bằng nhau (các phần hình chữ nhật), nhiệt độ trung bình cùng giá trị trung bình của cường độ chịu nén tương ứng $f_{cd}(\theta)$ và mô đun đàn hồi (nếu cần) sẽ được tính toán cho từng vùng.

(3) Tiết diện bị hỏng do lửa được thay thế bởi tiết diện giảm yếu, bỏ qua lớp bị hỏng có chiều dày a_z ở những mặt chịu tác động của lửa, xem Hình B.3. Lúc này tiết diện được coi như tường tương đương (xem Hình B.3 a) và d)). Xác định cường độ chịu nén bị suy giảm tại điểm M, là điểm bất kỳ trên đường trục của tường tương đương và áp dụng giá trị cường độ xác định được cho toàn bộ tiết diện bị suy giảm. Khi hai mặt đối diện chịu tác động của lửa bề rộng giả thiết là bằng $2w$ (xem Hình B.3 a)). Đối với tiết diện chữ nhật chỉ chịu tác động của lửa ở một mặt, giả thiết chiều rộng là w (xem Hình B.3 c)). Trường hợp này tường dày được đại diện bởi tường có chiều dày bằng $2w$ (xem Hình B.3 d)). Phần cánh của Hình B.3 f) được tính theo sàn tương đương trong Hình B.3 d), và phần sườn được tính theo tường tương đương trong Hình B.3 a).

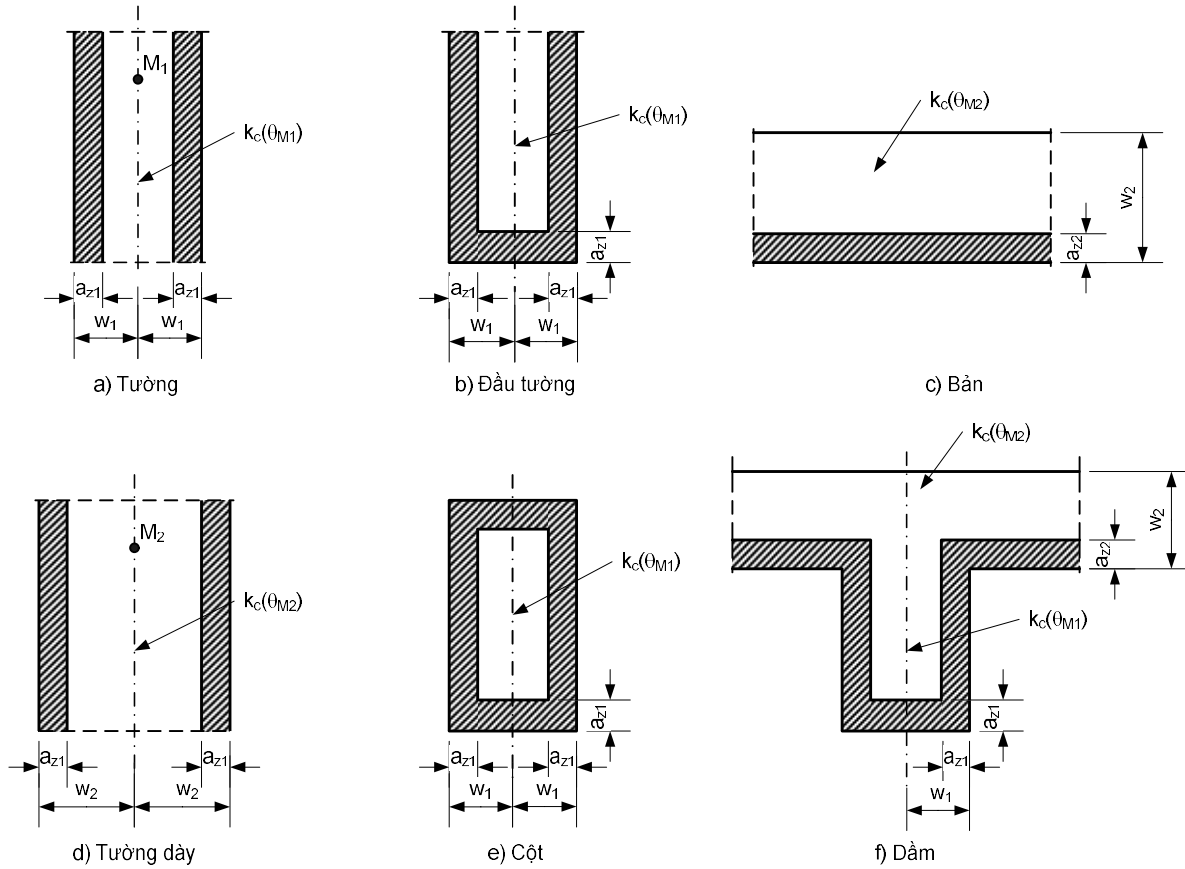
(4) Đối với phần đáy và các đầu của cấu kiện chữ nhật chịu tác động của lửa, khi bề rộng nhỏ hơn chiều cao thì giá trị a_z được giả thiết là giống với các giá trị thiết kế cho các mặt bên, Hình B.3 b), e) và f).

Sự suy giảm của tiết diện được dựa trên một lớp bị hỏng với chiều dày a_z ở bề mặt chịu tác động của lửa được tính toán như sau:

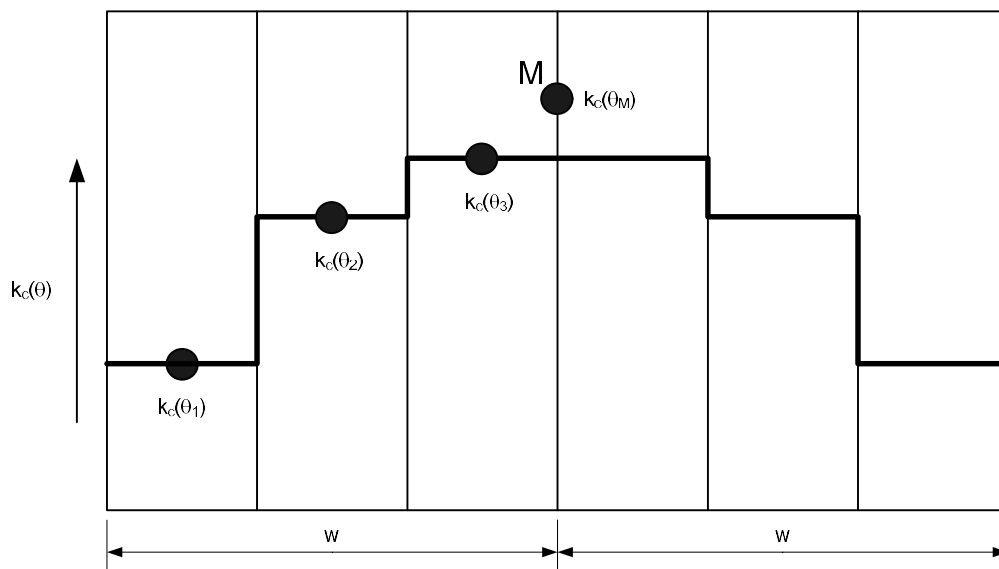
(5) Lớp bị hỏng, a_z , được dự đoán như sau cho tường tương đương chịu tác động của lửa ở cả hai mặt:

TCVN X1992-1-2:202X

- a) một nửa chiều dày của tường được chia thành n lớp song song và có chiều dày bằng nhau, với $n \geq 3$ (xem Hình B.4)
- b) Tính toán nhiệt độ cho vùng giữa của mỗi vùng.
- c) Xác định hệ số giảm cường độ chịu nén tương ứng $k_c(\theta)$ (xem Hình B.5).



Hình B.3 - Sự giảm cường độ và tiết diện áp dụng cho các mặt cắt khác nhau chịu tác động của lửa



Hình B.4 - Phân chia tường có hai mặt chịu tác động của lửa thành các lớp để dùng cho việc tính toán sự giảm cường độ và các giá trị a_z

(6) Giá trị trung bình của hệ số giảm cho tiết diện cụ thể có thể được tính bằng Biểu thức (B.11), trong biểu thức này có hệ số $(1 - \frac{0,2}{n})$ cho phép xét đến sự thay đổi nhiệt độ trong bản thân mỗi lớp.

$$k_{c,m} = \frac{(1 - \frac{0,2}{n})}{n} \sum_{i=1}^n k_c(\theta_i) \quad (B.11)$$

Trong đó

n là số lượng các vùng song song nhau trong khoảng bề rộng w ;

w là một nửa tổng bề rộng;

m là chỉ số của vùng.

(7) Bề rộng của lớp bị hỏng do lửa đối với các dầm, sàn hoặc các cấu kiện có thể được tính toán theo Biểu thức (B.12)

$$a_z = w \left[1 - \frac{k_{c,m}}{k_c(\theta_M)} \right] \quad (B.12)$$

Trong đó

$k_c(\theta_M)$ ký hiệu cho hệ số giảm đối với bề tổng tại điểm M .

(8) Đối với cột, tường và các dạng cấu kiện khác, khi xảy ra các các hệ quả thứ cấp, thì chiều rộng của vùng bị hỏng do lửa có thể được xác định theo Biểu thức (B.13)

$$a_z = w \left[1 - \left(\frac{k_{c,m}}{k_c(\theta_M)} \right)^{1,3} \right] \quad (B.13)$$

(9) Khi đã tính được được tiết diện giảm yếu và cường độ cùng mô đun đàn hồi được xác định cho trường hợp chịu lửa, thì việc thiết kế chịu lửa tuân theo quy trình thiết kế ở nhiệt độ bình thường bằng cách sử dụng các giá trị $\gamma_{M,fi}$, tương tự trình bày trong Hình B.2 .

B.3 Tính tiết diện bê tông cốt thép chịu mô men uốn và lực dọc trục bằng phương pháp đường đàn hồi.

B.3.1 Mất ổn định cục bộ của cột trong điều kiện chịu lửa

(1) Mục này đề cập đến các cấu kiện cột, là những cấu kiện có ứng xử về mặt kết cấu chịu ảnh hưởng đáng kể bởi các hệ quả thứ cấp trong các điều kiện chịu lửa

(2) Trong các điều kiện chịu lửa, sự hư hỏng các lớp bên ngoài của cấu kiện do nhiệt độ cao, kết hợp với sự giảm của mô đun đàn hồi của các lớp bên trong sẽ gây ra sự giảm về độ cứng của cấu kiện kết cấu. Chính do điều này nên đối với cột, các hệ quả thứ cấp có thể là yếu tố chính trong điều kiện chịu lửa mặc dù trong điều kiện nhiệt độ thường những hệ quả này có thể được bỏ qua.

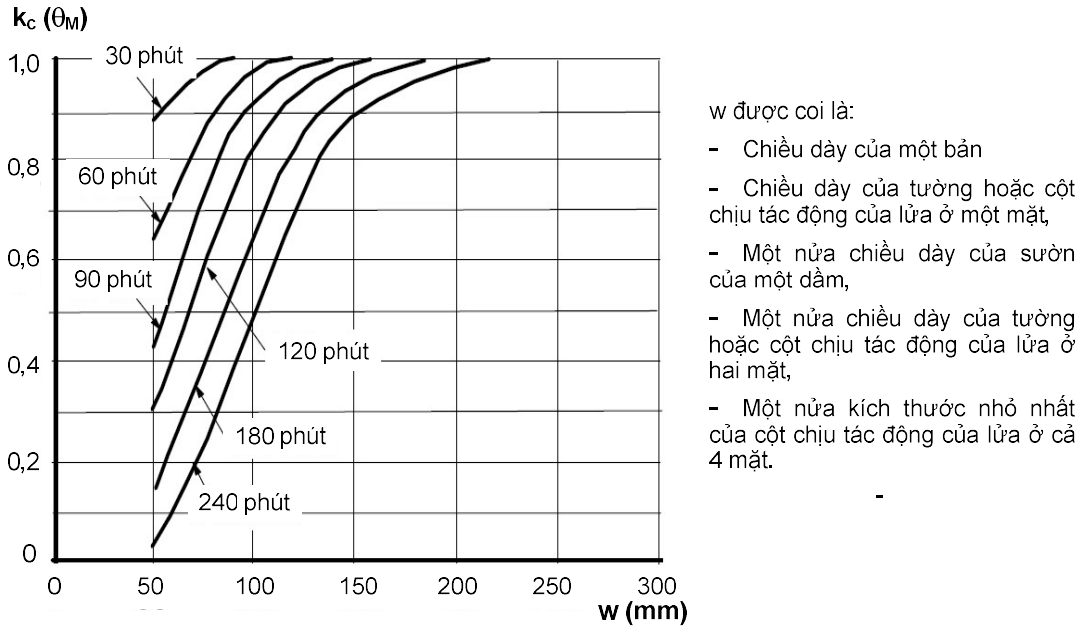
(3) Có thể tiến hành tính cột như cấu kiện độc lập trong điều kiện chịu lửa bằng cách sử dụng phương pháp đường đàn hồi (xem điều 5 của TCVN X1992-1-1 nếu áp dụng những quy định sau đây.

(4) Đối với các kết cấu nhà được giằng, không cần xem xét các tác động trực tiếp của lửa nếu không

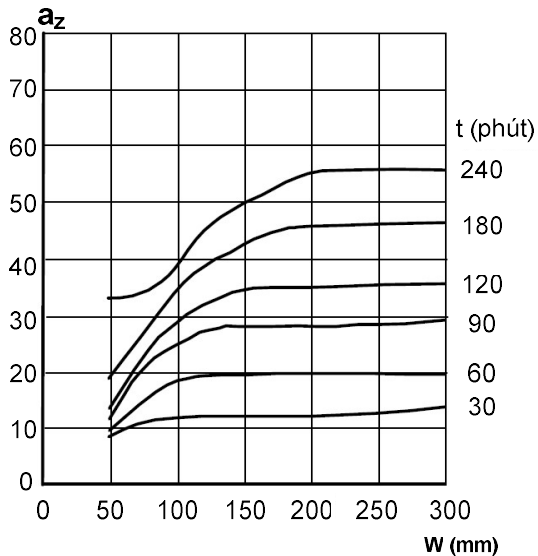
TCVN X1992-1-2:202X

tính đến sự giảm khả năng chịu mô men bậc nhất gây ra bởi sự giảm độ cứng của cột.

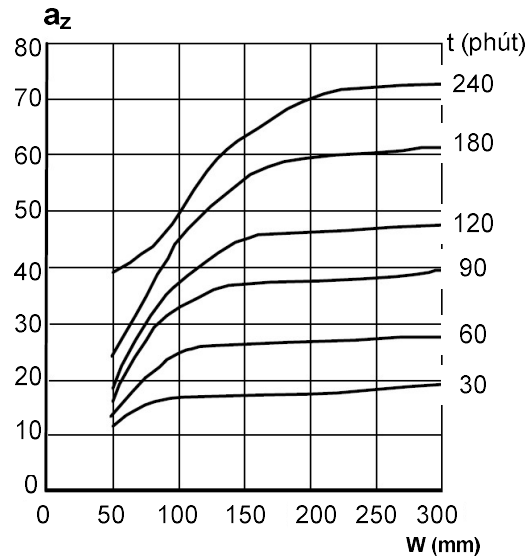
(5) Để đơn giản hóa và thiên về an toàn, có thể lấy chiều dài làm việc trong điều kiện chịu lửa, $L_{o,fi}$, bằng với L_o như ở nhiệt độ thường. Để tính chính xác hơn cần kể đến sự gia tăng khả năng cản trở chuyển vị tương đối tại các đầu cột, gây ra bởi sự giảm độ cứng của nó. Khi tính toán, có thể áp dụng tiết diện giảm yếu của cột cho trong B.2. Lưu ý là trong trường hợp này, độ cứng tương đương của tiết diện bê tông bị giảm phải lấy bằng:



a) Sự giảm cường độ chịu nén áp dụng cho tiết diện giảm yếu bằng bê tông cốt liệu silic



b) Sự giảm tiết diện a_z của dầm hoặc sàn bằng bê tông cốt liệu silic



c) Sự giảm tiết diện a_z của cột hoặc tường bằng bê tông cốt liệu silic

CHÚ THÍCH Giá trị áp dụng cho bê tông cốt liệu silic có thể được áp dụng đảm bảo an toàn cho hầu hết các dạng cốt liệu khác

Hình B.5 - Sự giảm tiết diện và cường độ bê tông dự kiến khi chịu tác động của lửa theo quan hệ nhiệt độ-thời gian tiêu chuẩn

TCVN X1992-1-2:202X

$$(EI)_z = [k_c(\theta_M)]^2 E_c I_z$$

Trong đó

$k_c(\theta_M)$ là hệ số giảm đối với bê tông ở điểm M (xem B.2)

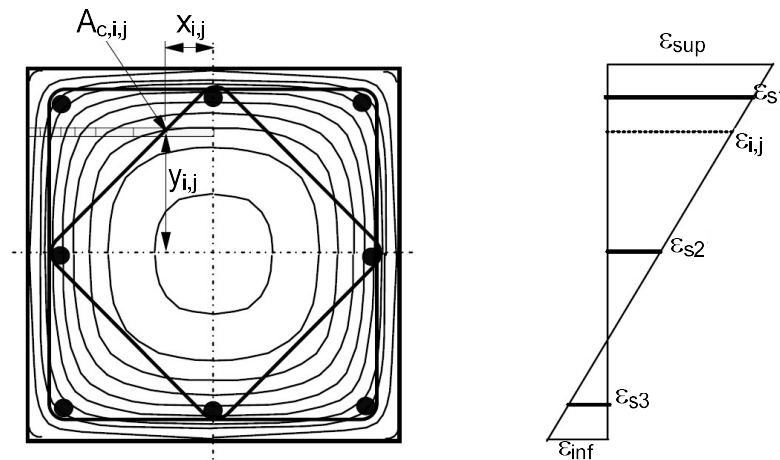
E_c là mô đun đàn hồi của bê tông ở nhiệt độ thường

I_z là Mô men quán tính của phần tiết diện giảm yếu

Mô đun đàn hồi của cốt thép lấy bằng $E_{s,\theta}$ (xem Bảng 3.2).

Quy trình đánh giá khả năng chịu lửa của tiết diện cột

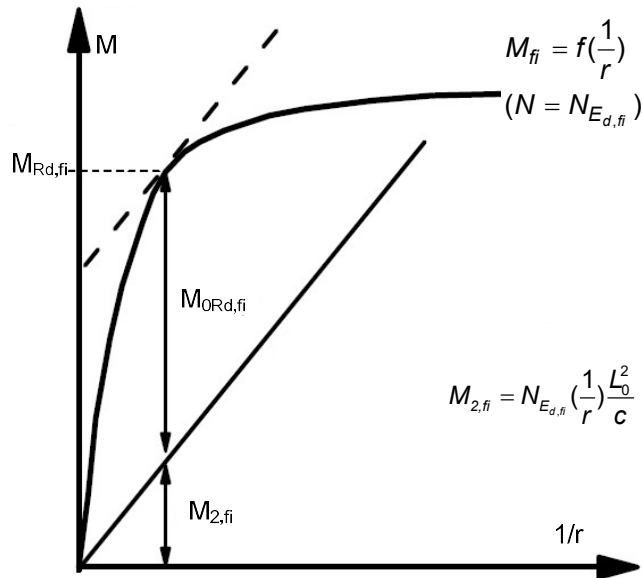
- (1) Phương pháp này chỉ hợp lệ cho việc tính các cột trong kết cấu được giằng.
- (2) Xác định các đường cong đẳng nhiệt cho điều kiện tác động của lửa cụ thể, đám cháy tiêu chuẩn hoặc đám cháy tham số.
- (3) Chia tiết diện thành các vùng với nhiệt độ trung bình xấp xỉ 20 °C, 100 °C, 200 °C, 300 °C, ... lên đến 1 000 °C (xem Hình B.6).



Hình B.6 - Chia tiết diện cột thành các vùng có nhiệt độ xấp xỉ bằng nhau

- (4) Xác định bề rộng w_{ij} , diện tích A_{cij} và tọa độ x_{ij} y_{ij} của tâm mỗi vùng.
- (5) Xác định nhiệt độ của các thanh cốt thép. Nhiệt độ của từng thanh thép đơn có thể được xác định từ các đường đẳng nhiệt cho trong Phụ lục A hoặc từ sổ tay và được coi là nhiệt độ ở tâm của thanh cốt thép.
- (6) Xác định biểu đồ mômen – độ cong đối với $N_{E_{d,fi}}$ cho từng thanh cốt thép và từng vùng bê tông, bằng cách sử dụng biểu đồ ứng suất - biến dạng tương ứng theo 3.2.2.1 (Hình 3.1 và Bảng 3.1), **Error! Reference source not found.** (Hình 3.3 và Bảng 3.2) và 3.2.4 (Bảng 3.3) và 3.2.2.2 nếu thích hợp.
- (7) Dùng các phương pháp tính toán truyền thống để xác định khả năng chịu mô men cực hạn, $M_{R_{d,fi}}$ đối với $N_{E_{d,fi}}$ và mô men thứ cấp danh định, $M_{2,fi}$, đối với đường đàn hồi tương ứng.
- (8) Xác định khả năng chịu mô men bậc nhất cực hạn còn lại, $M_{0R_{d,fi}}$ đối với tác động của lửa và giá trị $N_{E_{d,fi}}$ nhất định qua đó tính toán chênh lệch giữa khả năng chịu mô men cực hạn, $M_{R_{d,fi}}$ và mô men thứ cấp danh định, $M_{2,fi}$. Xem Hình B.7.

(9) So sánh khả năng chịu mô men bậc nhất cực hạn còn lại, $M_{0Rd,fi}$, với giá trị thiết kế của mô men bậc nhất cho trường hợp chịu lửa $M_{0Ed,fi}$.



Trong đó c là một hệ số (≈ 10) phụ thuộc vào sự phân bố của đường đàn hồi (xem mục 5.8, TCVN ... (EN 1992-1-1))

Hình B.7 - Xác định khả năng chịu mô men cực hạn ($M_{Rd,fi}$), mô men thứ cấp ($M_{2,fi}$) và khả năng chịu mô men bậc nhất cực hạn $M_{0Rd,fi}$

PHỤ LỤC C

(tham khảo)

Mất ổn định cục bộ của cột trong điều kiện chịu lửa

(1) Các bảng trong phụ lục này cung cấp thông tin cho việc đánh giá các cột tiết diện chữ nhật trong kết cấu được giằng hoặc không giằng với hệ số độ mảnh lớn nhất cho phép trong điều kiện chịu lửa, $\lambda_{fi,max}$. Hệ số độ mảnh trong điều kiện chịu lửa là $\lambda_{fi} = L_{0,fi}/i$, $\lambda_{fi} = L_{0,fi}/i$ trong đó chiều dài tính toán của cột, $L_{0,fi}$, được xác định theo chiều dài thực, L , của cột và các điều kiện gối đỡ trong điều kiện chịu lửa.

Chiều dài tính toán khi chịu lửa $L_{0,fi}$ có thể được lấy bằng chiều dài tính toán L_0 trong các điều kiện nhiệt độ thường cho mọi trường hợp. Đối với các kết cấu nhà được giằng với yêu cầu về thời gian chịu tác động của lửa tiêu chuẩn lớn hơn 30 min và cột đi xuyên liên tục qua sàn có chức năng là bộ phận ngăn cháy, thì chiều dài tính toán $L_{0,fi}$ có thể được lấy bằng $0,5L$ ở các sàn trung gian và lấy trong khoảng $0,5L \leq L_{0,fi} \leq 0,7L$ ở sàn phía trên. Các giá trị trung gian $L_{0,fi}/L$ có thể được chọn tùy theo độ cứng chống uốn thực tế tại các gối đỡ trong điều kiện chịu lửa. Đối với các kết cấu không giằng $L_{0,fi}$ nên được lấy bằng giá trị nhỏ hơn giữa $2L$ hoặc L_0 ở điều kiện bình thường.

Bán kính quán tính i được thể hiện tại Hình C.1.

Các bảng trong phụ lục này hợp lệ với khoảng trị hệ số dẫn nhiệt nằm giữa giới hạn dưới và giới hạn trên được quy định tại 3.3.3. Độ mảnh λ_{fi} được giới hạn ở các giá trị ≤ 55 .

(2) Để sử dụng các bảng trong phụ lục này, cần có những tham số sau:

h, b Các kích thước tiết diện ngang của cột, $b \leq h$

A_c Diện tích tiết diện ngang của cột, $A_c = b \times h$

η_{fi} Hệ số tải trọng:
$$\eta_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{\frac{A_c \times f_{cd}}{\alpha_{cc}} + 2 \times \text{Min}(A_{sc,e}; A_{st,e}) \times f_{yd}} \tag{C.1}$$

ω Tỷ lệ cơ học của cốt thép đã được điều chỉnh:
$$\omega = \frac{2 \times \text{Min}(A_{sc,e}; A_{st,e}) \times f_{yd}}{\frac{A_c \times f_{cd}}{\alpha_{cc}}}$$

$A_{sc,e}$ và $A_{st,e}$ được định nghĩa trong (3).

e_N Tổng độ lệch tâm bậc nhất của lực tiêu chuẩn đã được điều chỉnh, $N_{Ed,fi}$, xem Hình C.1. Tuy nhiên, $e_N \geq e_0$, xem TCVN*** (EN 1992-1-1:2004, 6.1(4)).

a Khoảng cách tính đến trục của các thanh cốt thép chủ

$N_{Ed,fi}$ Giá trị thiết kế của lực dọc trong điều kiện chịu lửa

$M_{0Ed,fi}$ Giá trị thiết kế của mô men bậc nhất trong điều kiện chịu lửa

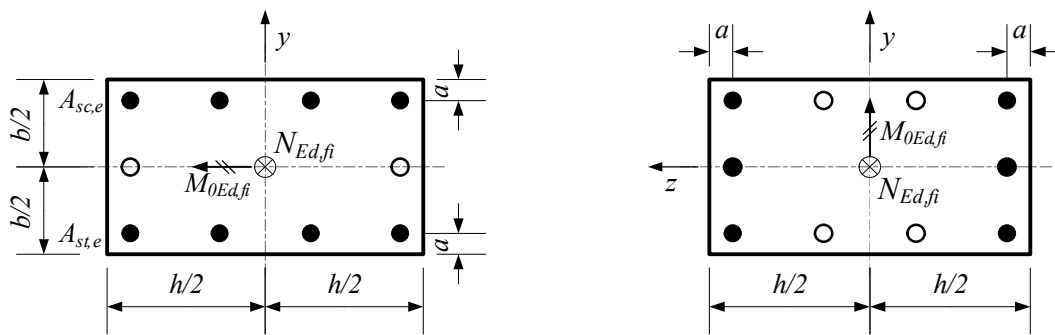
Các bảng trong phụ lục này không áp dụng cho $f_{ck} > 50$ MPa. Kích thước tiết diện ngang đề cập trong các bảng đó thường là kích thước tiết diện ngang nhỏ nhất, b .

(3) $A_{sc,e}$ là diện tích tiết diện ngang của cốt thép ở khoảng cách a tính từ phía chịu nén nhiều hơn của cột và $A_{st,e}$ là diện tích tiết diện ngang của cốt thép ở khoảng cách a tính từ phía chịu nén ít hơn của cột. Không xét đến các thanh cốt thép khác trong tiết diện ngang của cột.

Mắt ổn định cục bộ quanh trục y và trục z nên được kiểm tra. Có thể sử dụng các bảng đó cho cả trường hợp mắt ổn định cục bộ quanh trục z và trục y như định nghĩa tại Hình C.1. Các bảng đó cũng có thể được sử dụng tiết diện chữ nhật bố trí cốt thép không đối xứng. Đối với mắt ổn định cục bộ quanh trục z và trục y , kích thước nhỏ nhất b nên được sử dụng là tham số trong bảng.

Đối với mắt ổn định cục bộ quanh trục y , độ lệch tâm bậc nhất thực tế của lực tiêu chuẩn trong điều kiện chịu lửa có thể được giảm xuống bằng hệ số b/h . Khi sử dụng các bảng đó, e_N thường nhỏ nhất là 20 mm.

Đối với các cột bố trí cốt thép không đối xứng, thì phải sử dụng các giá trị $A_{sc,e}$ và $A_{st,e}$ nhỏ nhất.



a)

b)

Mắt ổn định cục bộ quanh trục z :

$$e_N = \frac{M_{0Ed,fi}}{N_{Ed,fi}} \quad i = \frac{b}{\sqrt{12}}$$

Mắt ổn định cục bộ quanh trục y :

$$e_N = \frac{b}{h} \times \frac{M_{0Ed,fi}}{N_{Ed,fi}} \geq 0,5 \frac{M_{0Ed,fi}}{N_{Ed,fi}} \quad i = \frac{h}{\sqrt{12}}$$

CHÚ DẪN:

Cốt thép được phép không xét đến

Cốt thép

Hình C.1 – Tiết diện hình chữ nhật

(4) Đối với các tiết diện ngang chữ nhật, số lượng cốt thép ít nhất trong mỗi diện tích được quy định tại Bảng C.1

Bảng C.1 – Số lượng cốt thép ít nhất

v	Kích thước nhỏ nhất của tiết diện cột, b					
	600 mm	500 mm	400 mm	300 mm	250 mm	200 mm
0,1	3	3	3	2	2	2
0,2	3	3	3	2	2	2
0,5	3	3	3	2	2	2
1,0	5	4	3	2	2	2

(5) Căn cứ theo TCVN *** (EN 1992-1-1:2004), 4.4.1.2(3) khoảng cách tính đến trục cốt thép trong tiết diện ngang phải đảm bảo $a \geq 1,5\phi_{sL}$, trong đó ϕ_{sL} là đường kính cốt thép.

TCVN X1992-1-2:202X

(6) Khi sử dụng các bảng trong phụ lục này, cho phép nội suy tuyến tính.

Bảng C.2 – Hệ số độ mảnh lớn nhất cho phép trong điều kiện chịu lửa đối với cột được giằng hoặc không giằng: R30

R30	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,1$	20	25	55	55	52	55	55	50	55	55	47	55	50	40	55	47	35	55	42	28
	20	45	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	49	55	55	44	55	49	36
	20	65	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	48	55	46	37
	20	85	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	54	47	54	44	
	50	25	55	55	46	55	54	42	55	50	36	54	39	21	49	32		40	18	
	50	45	55	55	55	55	55	52	55	55	45	55	47	27	55	38		47	19	
	50	65	55	55	55	55	55	55	55	55	51	55	51	31	55	38		43		
	50	85	55	55	55	55	55	55	55	55		55	47	28	52	33		37		
	100	25	55	48	32	55	42	22	52	33		35			21					
	100	45	55	55	41	55	51	29	55	40		45			30					
	100	65	55	55	47	55	55	33	55	43					28					
100	85	55	55		55	55	32	55	39					22						

Bảng C.2 (tiếp theo)

R30	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,2$	20	25	55	55	54	55	55	52	55	55	48	55	53	40	55	50	36	55	44	28
	20	45	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	51	55	55	45	55	51	36
	20	65	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	48	55	47	36
	20	85	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	54	55	54	45	55	42	34
	50	25	55	55	47	55	55	43	55	54	37	55	43	21	55	36		50	22	
	50	45	55	55	55	55	55	55	55	55	47	55	52	29	55	43		55	24	
	50	65	55	55	55	55	55	55	55	55	54	55	55	32	55	40		48		
	50	85	55	55	55	55	55	55	55	55	51	55	47	26	55	31		38		
	100	25	55	53	33	55	47	24	55	38		48			37					
	100	45	55	55	44	55	55	33	55	47		55	18		48			23		
	100	65	55	55	51	55	55	38	55	51		55			45					
100	85	55	55		55	55	35	55	43		52			28						

Bảng C.2 (tiếp theo)

R30	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,5$	20	25	55	55	55	55	55	53	55	55	50	55	55	40	55	54	35	55	47	28
	20	45	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	53	55	55	47	55	55	37
	20	65	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	48	55	47	33
	20	85	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	51	55	51	39	54	36	25
	50	25	55	55	49	55	55	45	55	55	38	55	47	20	55	40		55	27	
	50	45	55	55	55	55	55	55	55	55	52	55	55	33	55	50		55	32	
	50	65	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	36	55	46		55		
	50	85	55	55	55	55	55	55	55	55	51	55	47	19	55	26		34		
	100	25	55	55	35	55	54	25	55	46		55	22		55			45		
	100	45	55	55	50	55	55	40	55	55	15	55	33		55			51		
	100	65	55	55	55	55	55	46	55	55	14	55	31		55					
100	85	55	55	55	55	55	39	55	50		55			30						

Bảng C.2 (kết thúc)

R30	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 1,0$	20	25	55	55	55	55	55	55	55	55	49	55	55	39	55	55	34	55	49	25
	20	45	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	48	55	55	37
	20	65	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	48	55	47	31
	20	85	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	47	55	48	33	49	27	
	50	25	55	55	53	55	55	47	55	55	38	55	49	17	55	42		55	29	
	50	45	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	35	55	55	16	55	37	
	50	65	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	39	55	50		55		
	50	85	55	55	55	55	55	55	55	55	51	55	46		55	16		22		
	100	25	55	55	39	55	55	27	55	50		55	25		55			55		
	100	45	55	55	55	55	55	46	55	55	22	55	42		55			55		
	100	65	55	55	55	55	55		55	55	25	55	41		55			23		
100	85	55	55	55	55	55		55	53		55			26						

Bảng C.3 – Hệ số độ mảnh lớn nhất cho phép trong điều kiện chịu lửa đối với cột được giằng hoặc không giằng: R60

R60	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,1$	20	25	55	48	39	55	46	36	52	43	31	43	35	21	38	30		31	20	
	20	45	55	55	48	55	55	45	55	51	39	55	42	29	49	36	22	40	25	
	20	65	55	55	55	55	55	52	55	55	46	55	47	36	51	39	27	38	25	
	20	85	55	55	55	55	55	55	55	55	50	55	47	38	48	37	29	33	24	
	50	25	52	43	32	50	40	27	45	34	16	33	20		25					
	50	45	55	53	40	55	49	35	55	42	24	46	28		38	15		24		
	50	65	55	55	47	55	55	41	55	48	29	51	32		40	15		23		
	50	85	55	55	54	55	55	47	55	49	32	49	31		36					
	100	25	45	34	15	40	27		31	10										
	100	45	55	43	23	54	36		45	20		26								
	100	65	55	49	28	55	41		51	23		30								
	100	85	55	54	32	55	44		52	22		28								

Bảng C.3 (tiếp theo)

R60	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,2$	20	25	55	49	38	55	47	35	55	43	30	44	34	19	40	29		33	18	
	20	45	55	55	49	55	55	46	55	54	40	55	44	30	55	38	22	45	26	
	20	65	55	55	55	55	55	54	55	55	48	55	50	36	55	40	26	42	25	
	20	85	55	55	55	55	55	55	55	55	51	55	48	37	51	37	27	33	21	
	50	25	55	44	31	54	41	25	50	35	14	35	19		28					
	50	45	55	55	42	55	53	36	55	46	26	54	31		46	18		33		
	50	65	55	55	50	55	55	43	55	52	31	55	35		48	18		29		
	50	85	55	55	55	55	55	49	55	53	34	55	32		41					
	100	25	50	35	11	45	28		38	11										
	100	45	55	48	25	55	40		55	26		38			23					
	100	65	55	55	31	55	46	10	55	30		43			25					
	100	85	55	55	36	55	50	12	55	29		39								

Bảng C.3 (tiếp theo)

R60	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,5$	20	25	55	50	35	55	47	31	55	43	26	48	30		43	24		36		
	20	45	55	55	51	55	55	47	55	55	42	55	47	30	55	40	21	54	28	
	20	65	55	55	55	55	55	55	55	55	50	55	54	37	55	43	26	47	26	
	20	85	55	55	55	55	55	55	55	55	53	55	51	37	55	38	24	34	18	
	50	25	55	45	26	55	41	19	55	34		39			33			20		
	50	45	55	55	43	55	55	38	55	51	27	55	35		55	23		44		
	50	65	55	55	53	55	55	47	55	55	35	55	40		55	23		36		
	50	85	55	55	55	55	55	53	55	55	37	55	36		48	14				
	100	25	55	35		55	27		49			18								
	100	45	55	54	27	55	47	9	55	34		55			43					
	100	65	55	55	37	55	55	20	55	40		55			41					
100	85	55	55	43	55	55	23	55	40		53			25						

Bảng C.3 (kết thúc)

R60	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 1,0$	20	25	55	55	36	55	50	30	55	40	18	48	22		43	14		35		
	20	45	55	55	55	55	55	50	55	55	42	55	50	29	55	42	19	55	30	
	20	65	55	55	55	55	55	55	55	55	52	55	55	37	55	45	26	52	27	
	20	85	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	54	37	55	39	22	34		
	50	25	55	50	27	55	43	15	55	30		39			32			18		
	50	45	55	55	48	55	55	41	55	55	28	55	38		55	25		49		
	50	65	55	55	55	55	55	51	55	55	38	55	44		55	28		41		
	50	85	55	55	55	55	55	55	55	55	40	55	40		53	17				
	100	25	55	41		55	29		54			18								
	100	45	55	55	32	55	55	14	55	39		55			51			27		
	100	65	55	55	44	55	55	27	55	48		55			51					
	100	85	55	55	50	55	55	31	55	48		55			34					

Bảng C.4 – Hệ số độ mảnh lớn nhất cho phép trong điều kiện chịu lửa đối với cột được giằng hoặc không giằng: R90

R90	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$					
$\omega = 0,1$	20	25	49	42	33	47	40	29	44	36	23	34	26		29	18		21		
	20	45	55	49	39	55	46	35	53	41	29	41	30	16	35	22		25		
	20	65	55	55	46	55	53	42	55	47	35	48	35	22	40	25		26		
	20	85	55	55	52	55	55	47	55	51	40	48	36	25	37	25	14	22		
	50	25	45	37	25	42	33	19	37	26		24								
	50	45	55	44	31	52	40	24	46	32	9	32	13		23					
	50	65	55	51	37	55	46	30	54	37	15	39	18		28					
	50	85	55	55	43	55	50	35	55	40	19	39	17		26					
	100	25	38	27		32	19		23											
	100	45	48	34	9	42	25		33											
	100	65	55	40	16	51	31		41				16							
	100	85	55	44	19	55	34		43				16							

Bảng C.4 (tiếp theo)

R90	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,2$	20	25	52	42	31	50	40	27	46	35	21	35	24		30	16		21		
	20	45	55	51	39	55	48	35	55	43	29	45	31	15	39	22		27		
	20	65	55	55	47	55	55	43	55	50	36	54	36	22	44	26		28		
	20	85	55	55	54	55	55	49	55	53	40	53	37	24	40	25		22		
	50	25	48	37	23	45	33	16	40	26		25			15					
	50	45	55	46	31	55	41	24	53	34		37	13		28					
	50	65	55	55	39	55	49	31	55	40	17	46	20		35					
	50	85	55	55	45	55	54	36	55	43	21	45	19		30					
	100	25	41	27		36	18		27											
	100	45	55	36	8	50	27		42			17								
	100	65	55	45	19	55	35		52	14		30								
100	85	55	50	23	55	39		54	13		28									

Bảng C.4 (tiếp theo)

R90	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,5$	20	25	55	41	26	54	38	22	51	33	15	36	18		31			20		
	20	45	55	53	38	55	50	34	55	44	27	51	30		44	20		29		
	20	65	55	55	49	55	55	44	55	54	37	55	39	21	51	28		32		
	20	85	55	55	55	55	55	51	55	55	42	55	39	23	45	25		22		
	50	25	53	35	16	50	31		46	22		27			18					
	50	45	55	48	30	55	44	22	55	35		44			35					
	50	65	55	55	41	55	55	34	55	45	20	55	24		43					
	50	85	55	55	48	55	55	40	55	48	23	54	23		36					
	100	25	47	24		42	11		35											
	100	45	55	39		55	30		55			30								
	100	65	55	52	22	55	42		55	25		44			24					
100	85	55	55	29	55	47		55	26		40									

Bảng C.4 (kết thúc)

R90	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 1,0$	20	25	55	42	23	55	37	16	52	27		35			29					
	20	45	55	55	41	55	55	35	55	45	24	54	27		46	17		30		
	20	65	55	55	54	55	55	48	55	55	38	55	41	20	55	30		35		
	20	85	55	55	55	55	55	55	55	55	43	55	41	23	48	26		23		
	50	25	55	37	8	55	29		47	12		25								
	50	45	55	55	33	55	48	22	55	35		47			37					
	50	65	55	55	46	55	55	37	55	50	21	55	28		49			22		
	50	85	55	55	54	55	55	44	55	53	26	55	27		40					
	100	25	55	24		51			36											
	100	45	55	47		55	35		55			33								
	100	65	55	55	29	55	50		55	31		52			32					
	100	85	55	55	36	55	55	10	55	34		48			20					

Bảng C.5 – Hệ số độ mảnh lớn nhất cho phép trong điều kiện chịu lửa đối với cột được giằng hoặc không giằng: R120

R120	b (mm)		600			500			400			300			250			200			
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			
$\omega = 0,1$	20	25	45	38	29	43	36	24	39	31	17	29	19		23						
	20	45	52	44	33	50	40	29	45	35	21	32	21		26						
	20	65	55	50	39	55	46	35	53	40	27	39	25		30						
	20	85	55	55	45	55	51	40	55	44	32	40	27	15	29	14					
	50	25	41	34	21	38	29	12	32	20		17									
	50	45	48	38	25	45	33	16	38	24		21									
	50	65	55	45	31	54	39	22	46	29		30			18						
	50	85	55	50	35	55	43	27	50	32		31			15						
	100	25	33	23		27	12		15												
	100	45	41	28		35	17		24												
	100	65	51	34		44	23		33												
	100	85	55	38	6	49	26		37												

Bảng C.5 (tiếp theo)

R120	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,2$	20	25	47	38	27	44	35	22	41	30	14	29	16		23					
	20	45	55	44	32	53	41	28	49	35	20	33	19		27					
	20	65	55	53	40	55	49	35	55	42	27	44	26		33					
	20	85	55	55	46	55	54	41	55	46	32	44	27	13	31					
	50	25	43	33	18	39	28		34	19		18								
	50	45	53	39	23	49	34	14	43	24		23								
	50	65	55	48	32	55	42	23	54	32		36			23					
	50	85	55	53	37	55	46	28	55	35		36			19					
	100	25	35	22		30	8		19											
	100	45	46	28		40	17		30											
	100	65	55	37		54	27		43			17								
100	85	55	42	11	55	30		47			17									

Bảng C.5 (tiếp theo)

R120	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,5$	20	25	49	35	20	47	31	15	43	25		30			23					
	20	45	55	44	29	55	40	24	55	34	15	36	13		27					
	20	65	55	55	41	55	52	36	55	45	27	51	28		38					
	20	85	55	55	48	55	55	42	55	49	33	50	29		34	14				
	50	25	46	29		43	23		38	10		20								
	50	45	55	39	18	55	33		50	22		27								
	50	65	55	52	32	55	46	24	55	36		44			29					
	50	85	55	55	39	55	52	30	55	40	9	44			24					
	100	25	39	15		34			25											
	100	45	54	27		49	13		40											
	100	65	55	42	6	55	32		55			31								
100	85	55	49	17	55	38		55	11		29									

Bảng C.5 (kết thúc)

R120	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 1,0$	20	25	55	33	12	50	27		43	17		28		17						
	20	45	55	50	30	55	43	22	55	31		34		24						
	20	65	55	55	45	55	55	38	55	47	27	55	28	41	14					
	20	85	55	55	53	55	55	45	55	53	34	55	31	38	15					
	50	25	52	25		46	16		36			15								
	50	45	55	44	19	55	35		52	17		24								
	50	65	55	55	36	55	51	26	55	38		49		33						
	50	85	55	55	44	55	55	34	55	44	12	49	14	29						
	100	25	46			37			22											
	100	45	55	33		55	16		42											
	100	65	55	51	13	55	39		55	14		37								
	100	85	55	55	24	55	46		55	22		36								

Bảng C.6 – Hệ số độ mảnh lớn nhất cho phép trong điều kiện chịu lửa đối với cột được giằng hoặc không giằng: R180

R180	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,1$	20	25	40	34	22	37	30	17	31	22		21								
	20	45	45	37	26	42	33	20	35	24		22								
	20	65	51	41	30	47	37	25	39	27	12	25								
	20	85	55	46	35	53	41	29	44	30	17	27								
	50	25	36	28	13	32	22		23											
	50	45	41	32	16	37	25		28	10										
	50	65	47	36	21	42	29	7	33	14		13								
	50	85	54	40	25	48	33	13	37	17		16								
	100	25	27	16		20														
	100	45	33	20		26														
	100	65	40	23		32			17											
	100	85	47	28		39	11		23											

Bảng C.6 (tiếp theo)

R180	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,2$	20	25	40	32	20	37	28	13	31	19		21								
	20	45	48	37	24	44	32	18	37	23		23								
	20	65	55	42	30	52	37	24	43	27	10	26								
	20	85	55	48	35	55	43	29	49	31	16	29								
	50	25	36	27	6	32	20		24											
	50	45	44	31	14	40	25		31											
	50	65	52	36	19	47	29		37	14		14								
	50	85	55	43	26	55	35	14	43	19		19								
	100	25	28	13		21														
	100	45	37	19		30			15											
	100	65	45	24		39			25											
	100	85	55	31		47	16		32											

Bảng C.6 (tiếp theo)

R180	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,5$	20	25	41	28	11	38	22		32	11		19								
	20	45	53	35	19	49	30	12	41	19		21								
	20	65	55	43	27	55	37	21	49	27		26								
	20	85	55	52	36	55	46	29	55	34	15	33								
	50	25	37	20		33	10		25											
	50	45	49	29		45	21		35											
	50	65	55	37	15	55	29		44	12		14								
	50	85	55	46	26	55	39	14	52	23		25								
	100	25	29			23														
	100	45	43	12		37			23											
	100	65	55	24		48			34											
100	85	55	36		55	22		43												

Bảng C.6 (kết thúc)

R180	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$					
$\omega = 1,0$	20	25	42	20		38	13		30											
	20	45	55	36	15	53	28		40	11		14								
	20	65	55	48	28	55	40	19	52	25		25								
	20	85	55	55	39	55	50	31	55	36	14	36			15					
	50	25	38	6		32			22											
	50	45	55	29		49	17		34											
	50	65	55	42	16	55	32		47											
	50	85	55	53	29	55	43	15	55	26		29								
	100	25	30			20														
	100	45	52	11		41			21											
	100	65	55	31		55	9		37											
	100	85	55	43		55	29		50											

Bảng C.7 – Hệ số độ mảnh lớn nhất cho phép trong điều kiện chịu lửa đối với cột được giằng hoặc không giằng: R240

R240	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$					
$\omega = 0,1$	20	25	37	30	18	33	25	9	25	11										
	20	45	41	33	21	36	27	12	28	13										
	20	65	45	36	24	39	29	16	31	16										
	20	85	50	39	28	44	32	20	34	19		12								
	50	25	33	24		27	16		17											
	50	45	36	27	8	30	18		20											
	50	65	41	30	12	34	21		23											
	50	85	46	33	17	39	24		28											
	100	25	24	10		14														
	100	45	28	12		18														
	100	65	33	15		23														
	100	85	39	19		29			10											

Bảng C.7 (tiếp theo)

R240	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$					
$\omega = 0,2$	20	25	37	29	15	33	23		26											
	20	45	42	32	19	37	25	8	29	10										
	20	65	48	35	22	42	29	13	33	14										
	20	85	55	40	28	48	33	19	37	19		12								
	50	25	33	22		27	13		17											
	50	45	38	26		32	16		21											
	50	65	44	29	9	37	20		26											
	50	85	52	34	16	44	24		31											
	100	25	25				15													
	100	45	31	9			21													
	100	65	37	14			28													
	100	85	45	20			35			18										

Bảng C.7 (tiếp theo)

R240	b (mm)		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,5$	20	25	38	23		33	16		26											
	20	45	45	28	11	39	21		29											
	20	65	53	34	18	47	26		35	9										
	20	85	55	41	26	55	34	16	42	19										
	50	25	34	14		28			18											
	50	45	41	21		35			22											
	50	65	50	27		43	16		29											
	50	85	55	35	13	51	25		36											
	100	25	26			16														
	100	45	34			26														
	100	65	44	7		35			13											
	100	85	54	22		44			25											

Bảng C.7 (kết thúc)

R240	b (mm)		600			500			400			300			250			200			
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	
	e_N (mm)	a (mm)	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			
$\omega = 1,0$	20	25	37	14		32			21												
	20	45	48	24		40	13		26												
	20	65	55	37	15	53	26		35												
	20	85	55	47	27	55	36	15	45	19											
	50	25	33			26															
	50	45	44	14		35			17												
	50	65	55	30		48	15		28												
	50	85	55	41	14	55	28		40												
	100	25	24			11															
	100	45	37			24															
	100	65	54	12		41			9												
	100	85	55	29		53			29												

PHỤ LỤC D (tham khảo)

Các phương pháp tính toán chịu cắt, xoắn và neo

CHÚ THÍCH: Trong điều kiện chịu lửa rất ít khi xảy ra sự phá hoại do cắt. Do vậy, các phương pháp tính toán cho trong Phụ lục này chưa được kiểm chứng hoàn toàn.

D.1 Các quy định chung

(1) Có thể tính toán khả năng chịu cắt, xoắn và neo theo các phương pháp cho trong TCVN X1992-1-1 bằng cách sử dụng các đặc trưng vật liệu đã được giảm bớt và ứng suất trước đã được giảm bớt cho mỗi phần của tiết diện.

(2) Khi sử dụng phương pháp tính toán đơn giản trong 4.2, có thể áp dụng trực tiếp cách tính của TCVN X1992-1-1 đối với tiết diện giảm yếu.

(3) Khi sử dụng phương pháp tính toán đơn giản trong 4.2, nếu không có cốt thép chịu cắt hoặc khả năng chịu cắt dựa chủ yếu vào khả năng chịu kéo đã được giảm bớt của bê tông, thì cần xem xét đến ứng xử chịu cắt thực tế của bê tông ở nhiệt độ cao.

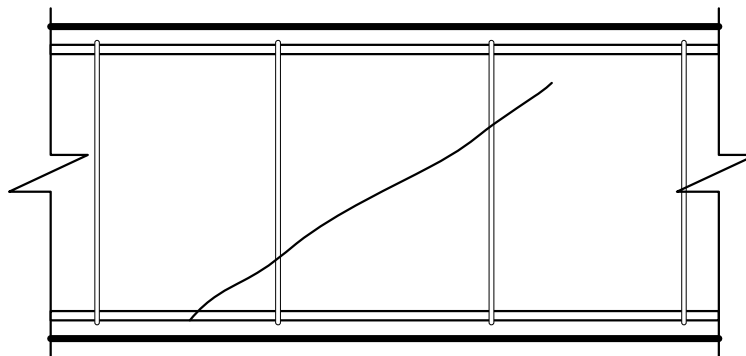
Nếu chưa có số liệu chính xác về sự giảm cường độ chịu kéo của bê tông, có thể áp dụng các giá trị $k_{ct}(\theta)$ cho trong Hình 3.2.

(4) Khi sử dụng phương pháp tính toán đơn giản trong 4.2, đối với các bộ phận có khả năng chịu cắt phụ thuộc vào cường độ chịu kéo, phải đặc biệt chú ý nếu ứng suất kéo gây ra bởi sự phân bố nhiệt độ phi tuyến (cụ thể như trong các sàn có khe rộng, trong dầm dày, v.v.). Cường độ chịu cắt phải được lấy giảm đi theo sự tăng ứng suất kéo này.

D.2 Cốt thép chịu cắt và xoắn

(1) Để đánh giá khả năng chịu các tác động thông thường (lực dọc và uốn) có thể xác định hình thức phân bố nhiệt mà không cần tính đến thép và gán cho cốt thép giá trị nhiệt độ của bê tông ở cùng một điểm.

(2) Có thể chấp nhận sự xấp xỉ này cho cốt thép dọc nhưng không hoàn toàn đúng đối với cốt đai (xem Hình D.1). Cốt đai chạy qua các lớp với nhiệt độ khác nhau (nhìn chung thì các phần ở góc và đáy của dầm sẽ nóng hơn phần ở trên đỉnh) và dẫn truyền nhiệt từ lớp có nhiệt độ cao hơn sang lớp có nhiệt độ thấp hơn. Do vậy nhiệt độ của cốt đai thấp hơn so với nhiệt độ của bê tông xung quanh và có xu hướng phân bố đều dọc theo toàn bộ chiều dài của nó.



Hình D.1 - Các vết nứt do chịu cắt, cắt qua các cốt đai ở những mức khác nhau nằm trên cốt thép uốn

(3) Ngay cả khi bỏ qua hệ quả có lợi này, thì biến dạng của cốt đai cũng không đồng đều trên chiều dài của nó, trong thực tế ứng suất lớn nhất xuất hiện ở gần vết nứt do cắt hoặc xoắn. Do vậy cần phải xác

TCVN X1992-1-2:202

định một mức nhiệt độ tham chiếu ở một vị trí quan trọng trong tiết diện.

(4) Căn cứ vào nhiệt độ tham chiếu này khả năng chịu cắt và xoắn khi chịu lửa được xác định như dưới đây.

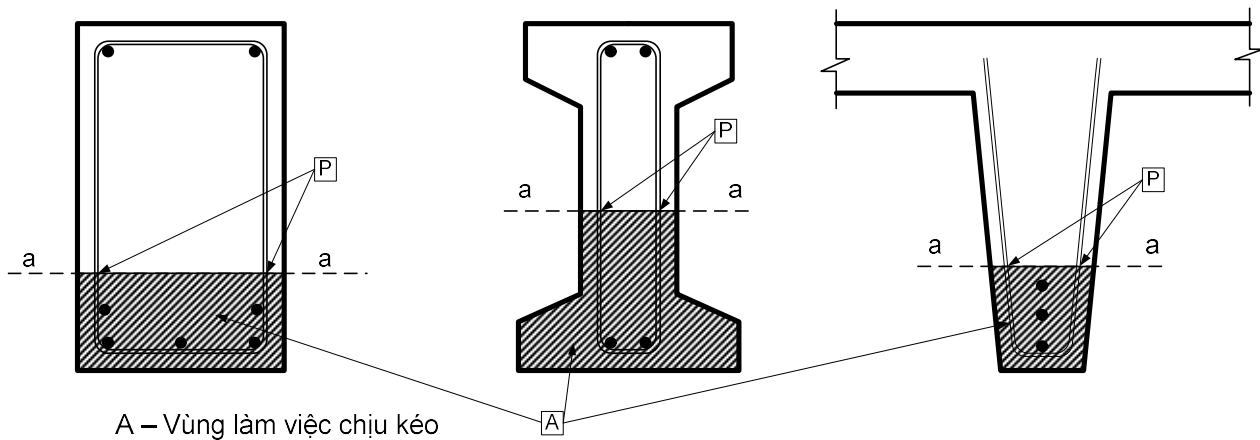
D.3 Quy trình thiết kế áp dụng để đánh giá khả năng chịu cắt của tiết diện bê tông cốt thép

(1) Tính tiết diện hình học bị giảm yếu như trong Phụ lục B.1 hoặc B.2.

(2) Xác định cường độ chịu nén còn lại của bê tông như trong Phụ lục B.1 hoặc B.2 (khi áp dụng phương pháp đường đẳng nhiệt 500 °C lấy cường độ chưa bị suy giảm $f_{ctd,fi} = f_{ctd,fi}(20)$ cho phạm vi tiết diện bên trong đường đẳng nhiệt 500 °C hoặc lấy cường độ suy giảm $f_{ctd,fi} = k_{ct}(\theta_M) \cdot f_{ctd,fi}(20)$ khi áp dụng phương pháp phân vùng).

(3) Xác định cường độ chịu kéo còn lại của bê tông như trong Phụ lục B.1 hoặc B.2 (khi áp dụng phương pháp đường đẳng nhiệt 500 °C lấy cường độ chưa bị suy giảm $f_{ctd,fi} = f_{ctd,fi}(20)$ cho phạm vi tiết diện bên trong đường đẳng nhiệt 500 °C hoặc lấy cường độ suy giảm $f_{ctd,fi} = k_{ct}(\theta_M) \cdot f_{ctd,fi}(20)$ khi áp dụng phương pháp phân vùng). Có thể xác định giá trị của $k_{c,t}(\theta)$ từ Hình B.2.

(4) Xác định diện tích làm việc chịu kéo thiết kế (xem điều 7, TCVN X1992-1-1) nằm phía dưới mặt cắt a-a (xem Hình D.2).



A – Vùng làm việc chịu kéo

Hình D. 2: Để tính khả năng chịu cắt, nhiệt độ tham khảo, θ_P , phải được tính tại các điểm P dọc theo đường a-a. Có thể xác định diện tích làm việc chịu kéo theo TCVN X1992-1-1 (trạng thái giới hạn sử dụng về nứt)

(5) Xác định nhiệt độ tham chiếu, θ_P , trong các cốt đai bằng với nhiệt độ tại điểm P (là giao điểm giữa mặt cắt a-a với cốt đai) như thể hiện trên Hình D.2. Có thể tính toán nhiệt độ của thép bằng chương trình máy tính hoặc bằng các đường đẳng nhiệt (cho trong Phụ lục A).

(6) Phải tính đến sự giảm cường độ tính toán của thép trong các cốt đai theo giá trị nhiệt độ tham chiếu bằng công thức $f_{sd,fi} = k_s(\theta) \cdot f_{sd}(20)$

(7) Có thể áp dụng trực tiếp các phương pháp thiết kế và đánh giá khả năng chịu cắt như trong TCVN X1992-1-1 đối với tiết diện giảm yếu bằng cách sử dụng cường độ của cốt thép và bê tông tìm được ở trên.

D.4 Quy trình thiết kế để đánh giá khả năng chịu xoắn của tiết diện bê tông cốt thép

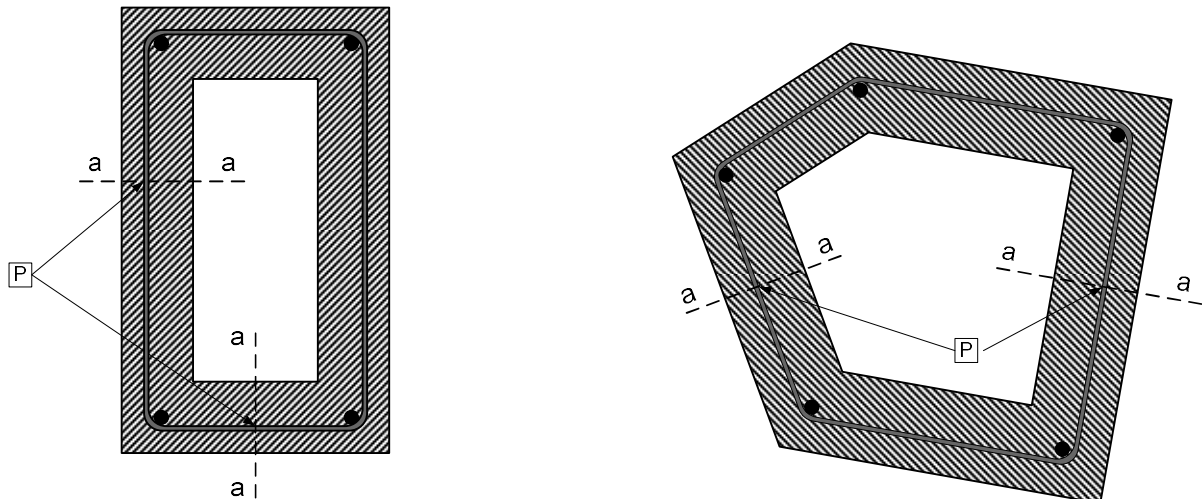
(1) Thực hiện các quy định (1) đến (3) của D.3.

(2) Xác định nhiệt độ tham chiếu, θ_P , trong các cốt đai bằng với nhiệt độ tại điểm P (là giao điểm giữa

mặt cắt a-a với cốt đai) như thể hiện trên Hình D.3. Có thể tính toán nhiệt độ của thép bằng chương trình máy tính hoặc bằng các đường đẳng nhiệt (cho trong Phụ lục A).

(3) Phải tính đến sự giảm cường độ tính toán của thép trong các cốt đai theo giá trị nhiệt độ tham chiếu bằng công thức $f_{sd}, f_i = k_s(\theta) \cdot f_{sd}(20)$

(4) Có thể áp dụng trực tiếp các phương pháp thiết kế và tính toán chịu cắt như trong TCVN X1992-1-1 đối với tiết diện giảm yếu bằng cách sử dụng cường độ của cốt thép và bê tông tìm được ở trên.



Hình D. 3: Để tính khả năng chịu xoắn, nhiệt độ tham khảo, θ_p , phải được tính tại các điểm P dọc theo đường a-a.

PHỤ LỤC E

(tham khảo)

Phương pháp tính toán đơn giản cho dầm và sàn**E.1 Quy định chung**

(1) Phương pháp này chỉ áp dụng cho trường hợp tải trọng chính là phân bố đều và thiết kế ở nhiệt độ bình thường đã dựa trên phân tích tuyến tính hoặc phân tích tuyến tính có hạn chế về sự phân phối lại mô men như mô tả trong Điều 5 của TCVN X1992-1-1.

CHÚ THÍCH: Có thể áp dụng phương pháp này cho các dầm và sàn liên tục với sự phân phối lại mô men lớn hơn 15 % nếu các gối tựa có đủ khả năng xoay trong khoảng thời gian chịu lửa theo yêu cầu.

(2) Phương pháp tính toán đơn giản này cho phép mở rộng việc sử dụng phương pháp tra bảng đối với các dầm chịu tác động của lửa ở 3 mặt và các sàn, Bảng 5.5 đến Bảng 5.11. Nó xác định hệ quả đối với khả năng chịu mô men uốn trong các trường hợp khoảng cách tính đến trục của cốt thép lớp dưới cùng nhỏ hơn giá trị yêu cầu trong các bảng.

Không được giảm các kích thước nhỏ nhất của tiết diện (b_{min} , b_w , h_s) cho trong các Bảng 5.5 đến Bảng 5.11.

Phương pháp này sử dụng các hệ số giảm cường độ cho trong Hình 5.1.

(3) Có thể sử dụng phương pháp đơn giản này để xem xét quyết định việc giảm khoảng cách tính đến trục cốt thép, a . Nếu không thì phải tuân theo các quy định đưa ra trong 5.6 và 5.7. Phương pháp này không phù hợp cho các dầm liên tục nếu trong các vùng mô men âm bề rộng b_{min} hoặc b_w nhỏ hơn 200 mm và chiều cao h_s nhỏ hơn $2b$. Trong đó b_{min} là giá trị cho trong cột 5 của Bảng 5.5

E.2 Dầm và sàn đơn giản

(1) Cần tính toán điều kiện

$$M_{Ed,fi} \leq M_{Rd,fi} \quad (E.1)$$

(2) Tải trọng trong điều kiện chịu lửa nên được xác định từ TCVN xxxx (EN 1991-1-2).

(3) Có thể tính giá trị mô men tính toán lớn nhất khi thiết kế chịu lửa $M_{Ed,fi}$ đối với trường hợp tải trọng chủ đạo là phân bố đều theo Biểu thức (E.2).

$$M_{Ed,fi} = \frac{W_{Ed,fi} \times L_{eff}^2}{8} \quad (E.2)$$

Trong đó

$W_{Ed,fi}$ là tải trọng phân bố đều (kN/m) trong điều kiện chịu lửa

L_{eff} là nhịp tính toán của dầm hoặc sàn

(4) Có thể tính khả năng chịu uốn $M_{Rd,fi}$ áp dụng cho thiết kế chịu lửa bằng Biểu thức (E.3).

$$M_{Rd,fi} = \frac{\gamma_s}{\gamma_{s,fi}} \times k_s(\theta) \times M_{Ed} \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} \quad (E.3)$$

Trong đó

γ_s là hệ số riêng của vật liệu áp dụng cho thép lấy theo TCVN X1992-1-1;

$\gamma_{s,fi}$ là hệ số riêng của vật liệu áp dụng cho thép trong điều kiện chịu lửa;

$k_s(\theta)$ là hệ số giảm cường độ của thép áp dụng cho mức nhiệt độ, θ , xác định trong điều kiện chịu lửa

theo yêu cầu. Có thể lấy θ từ Phụ lục A với một giá trị cho trước về khoảng cách tính đến trục cốt thép.

M_{E_d} là giá trị thiết kế của momen trong thiết kế ở nhiệt độ bình thường theo TCVN X1992-1-1.

$A_{s,prov}$ là diện tích của cốt thép chịu kéo được bố trí

$A_{s,req}$ là diện tích của cốt thép chịu kéo yêu cầu đối với thiết kế ở nhiệt độ bình thường theo TCVN X1992-1-1;

Không nên lấy tỷ lệ $A_{s,prov}/A_{s,req}$ lớn hơn 1,3.

E.3 Dầm và sàn liên tục

(1) Nên đảm bảo điều kiện cân bằng tĩnh về mô men uốn và lực cắt trên toàn bộ chiều dài của dầm và sàn liên tục trong điều kiện chịu lửa.

(2) Để thỏa mãn điều kiện cân bằng đối với thiết kế chịu lửa, cho phép phân phối lại mô men từ nhịp vào gối tựa nếu đoạn đi qua gối tựa có đủ diện tích cốt thép để chịu tải trọng cháy thiết kế. Cốt thép này phải được kéo một đoạn đủ dài vào phía nhịp để đảm bảo bao được được biểu đồ bao mô men.

(3) Phải tính khả năng chịu uốn $M_{R_{d,fi,span}}$ của tiết diện có giá trị mô men dương (mô men gây võng) lớn nhất cho điều kiện chịu lửa theo E.2(4). Giá trị mô men uốn tự do lớn nhất gây ra bởi tải trọng phân bố đều trong điều kiện chịu lửa là $M_{Ed,fi} = \frac{W_{Ed,fi} \cdot L_{eff}^2}{8}$ phải được khớp vào khả năng chịu uốn đã tính để đảm

bảo tạo ra sự cân bằng với các giá trị mô men $M_{R_{d1,fi}}$ và $M_{R_{d2,fi}}$ ở các tiết diện gối tựa như thể hiện trên Hình E.1. Có thể thực hiện điều này bằng cách lựa chọn giá trị mô men cần phải chịu ở một đầu gối tựa bằng hoặc nhỏ hơn khả năng chịu uốn của tiết diện ở gối tựa đó (tính theo Biểu thức (E.4)), sau đó tính giá trị mô men yêu cầu ở gối tựa còn lại.

(4) Nếu không cần phải tính toán chính xác, thì có thể sử dụng Biểu thức (E.4) để tính khả năng chịu uốn tại các tiết diện gối tựa áp dụng cho thiết kế trong trường hợp chịu lửa.

$$M_{R_{d,fi}} = \frac{\gamma_s}{\gamma_{s,fi}} M_{E_d} \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} \frac{(d-a)}{d} \quad (E.4)$$

Trong đó:

γ_s , $\gamma_{s,fi}$, M_{E_d} , $A_{s,prov}$, $A_{s,req}$ giống như được định nghĩa trong E.2

a là giá trị yêu cầu của khoảng cách trung bình tính đến trục của lớp cốt thép phía dưới cùng, đối với dầm cho trong Cột 5 của Bảng 5.5, đối với sàn cho trong Cột 3 của Bảng 5.8.

d là chiều cao làm việc của tiết diện

Không nên lấy tỷ lệ $A_{s,prov}/A_{s,req}$ lớn hơn 1,3.

(5) Biểu thức (E.4) có hiệu lực khi nhiệt độ của lớp thép trên cùng đi qua các gối tựa không vượt quá 350 °C đối với thanh cốt thép và không vượt quá 100 °C đối với cốt thép căng.

Đối với mức nhiệt độ cao hơn thì $M_{R_{d1,fi}}$ nên được lấy giảm đi bởi hệ số $k_s(\theta_{cr})$ hoặc $k_p(\theta_{cr})$ theo Hình 5.1.

(6) Nên kiểm tra chiều dài neo thép yêu cầu $L_{bd,fi}$ trong điều kiện chịu lửa. Có thể sử dụng Biểu thức (E.5) để tính toán giá trị này.

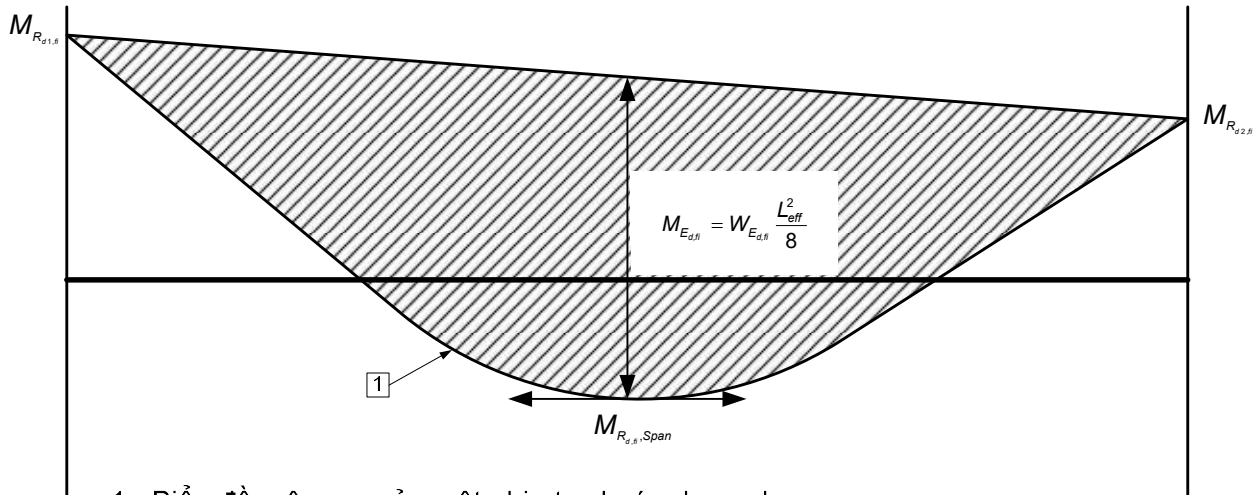
$$L_{bd,fi} = \frac{\gamma_s}{\gamma_{s,fi}} \frac{\gamma_{c,fi}}{\gamma_c} L_{bd} \quad (E.5)$$

TCVN X1992-1-2:202

Trong đó

L_{bd} được cho trong điều 8 của TCVN X1992-1-1.

Chiều dài cần thiết của thanh thép phải đảm bảo kéo vượt qua gối tựa đến điểm triệt tiêu mô men tương ứng, theo như tính toán trong E.3 (3) cộng thêm một đoạn bằng $L_{bd,fi}$.



1 - Biểu đồ mô men của một nhịp tự do áp dụng cho tải trọng phân bố đều trong điều kiện chịu lửa

Hình E. 1: Định vị biểu đồ mô men uốn tự do $M_{E_{d,n}}$ để thiết lập trạng thái cân bằng

PHỤ LỤC F

Các tham số xác định theo quốc gia

F.1 Phạm vi áp dụng

Phụ lục này đưa ra lựa chọn đối với các tham số xác định theo quốc gia được quy định trong những điều khoản dưới đây của EN 1992-1-2:2004+A1:2019.

- | | |
|--|---------------|
| – 2.1.3 (2) | – 5.3.2 (2) |
| – 2.2 (2)P | – 5.6.1 (1) |
| – Error! Reference source not found.
(5) | – 5.7.3 (2) |
| – 3.2.4 (2) | – 6.1 (5) |
| – 3.3.3 (1) | – 6.2 (2) |
| – 4.1 (1)P | – 6.3 (1) |
| – 4.5.1 (2) | – 6.4.2.1 (3) |
| – 5.2 (3) | – 6.4.2.2 (2) |
| – 5.3.1 (1) | |

F.2 Các tham số xác định theo quốc gia

Lựa chọn đối với các tham số xác định theo quốc gia được cho trong Bảng F.1.

Bảng F.1: Lựa chọn đối với các tham số xác định theo quốc gia

Điều	Tham số xác định theo quốc gia	Khuyến cáo của EN 1992-1-2	Lựa chọn
2.1.3 (2)	Các giá trị của $\Delta\theta_1$ và $\Delta\theta_2$	$\Delta\theta_1 = 200$ K $\Delta\theta_2 = 240$ K	$\Delta\theta_1 = 200$ K $\Delta\theta_2 = 240$ K
2.3 (2)P	Giá trị của hệ số an toàn riêng $\gamma_{M,fi}$	1,0 cho cả chỉ tiêu nhiệt học và chỉ tiêu cơ học của cả bê tông và cốt thép	Lấy giá trị khuyến cáo
Error! Reference source not found. (5)	Giá trị các tham số của quan hệ ứng suất – biến dạng của cốt thép ở nhiệt độ cao	Cấp N (Bảng 3.2a) hoặc Cấp X (Bảng 3.2b)	Cấp N (Bảng 3.2a)
3.2.4 (2)	Giá trị các tham số của quan hệ ứng suất – biến dạng ở nhiệt độ cao cốt thép ứng suất trước loại kéo nguội (cw) (sợi và tao cáp).	Cấp A hoặc Cấp B trong Bảng 3.3	Cấp A
3.3.3 (1)	Giá trị của hệ số dẫn nhiệt của bê tông (λ_c)	Giới hạn dưới và giới hạn trên như quy định tại 3.3.3 (2)	Giới hạn dưới theo quy định tại 3.3.3 (2)
4.1 (1)P	Sử dụng các phương pháp tính toán nâng cao để đáp ứng quy định tại 2.4.1 (2)P	Không có khuyến cáo	Chỉ áp dụng các phương pháp tính toán nâng cao nếu có đủ số liệu chứng minh sự phù hợp

TCVN X1992-1-2:202

4.5.1 (2)	Giá trị ngưỡng hàm lượng độ ẩm k % mà dưới đó thì không có khả năng xuất hiện bong bê tông	3 %	Lấy giá trị khuyến cáo (3 %)
5.2 (3)	Hệ số giảm đối với mức tải trọng thiết kế trong trường hợp chịu lửa, η_{fi}	0,7	Lấy giá trị khuyến cáo (0,7)
5.3.1 (1)	Số liệu tra bảng dành cho các kết cấu không giằng	Không có khuyến cáo	Không có khuyến cáo
5.3.2 (2)	Giá trị của e_{max}	0,15 <i>h</i> (hoặc <i>b</i>)	Lấy giá trị khuyến cáo
5.6.1 (1)	Chiều dày bụng dầm	Cấp WA, WB hoặc WC	WA
5.7.3 (2)	Các quy định bổ sung về khả năng chịu biến dạng góc xoay tại gối tựa đối với các sàn đặc liên tục	Không có khuyến cáo	Không có khuyến cáo
6.1 (5)	Các giá trị hệ số giảm cường độ đối với bê tông cường độ cao, $f_{c,d} / f_{ck}$, ở nhiệt độ cao.	Đối với cấp C 55/67 và C 60/75: là cấp 1 trong Bảng 6.1N. Đối với C 70/85 và C80/95: là cấp 2 trong Bảng 6.1N. Đối với C 90/105: là Cấp 3 trong Bảng 6.1N.	Có thể sử dụng các cấp theo khuyến cáo. Ngoài ra, nếu có đầy đủ các dữ liệu thực nghiệm thích hợp thì cũng có thể sử dụng các giá trị thay thế khác.
6.2 (2)	Các phương pháp để kiểm soát bong bê tông cường độ cao	Phương pháp A đến Phương pháp D	Có thể sử dụng một trong 4 phương pháp A đến D hoặc tổ hợp của các phương pháp đó
6.3 (1)	Giá trị của hệ số dẫn nhiệt dùng cho bê tông cường độ cao	Các giới hạn quy định tại 3.3.3 (2)	Giới hạn trên theo quy định tại 3.3.3 (2)
6.4.2.1 (3)	Giá trị của hệ số k	1,1 đối với Cấp 1 trong Bảng 6.1N 1,3 đối với Cấp 2 trong Bảng 6.1N	Lấy giá trị khuyến cáo
6.4.2.2 (2)	Giá trị của hệ số k_m	Các giá trị của k_m cho trong Bảng 6.2N	Lấy giá trị khuyến cáo