

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN xxxx:202x

Xuất bản lần 1

**NHÀ VÀ CÔNG TRÌNH, NGUYÊN TẮC KHẢO SÁT
CÔNG TRÌNH SAU CHÁY**

Buildings and structures – Rules of inspection after the fire

HÀ NỘI, 202X

Mục lục

Trang

Lời nói đầu.....	4
Lời giới thiệu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	6
2 Tài liệu tham khảo.....	6
3 Thuật ngữ và định nghĩa. Các ký hiệu cơ bản.....	7
4 Tổ chức các công việc nhằm loại trừ hậu quả do tác động của đám cháy đến các kết cấu xây dựng của nhà và công trình. Quy định chung.....	11
5 Các giai đoạn khảo sát kỹ thuật các tòa nhà và công trình sau đám cháy.....	13
6 Công việc chuẩn bị cho khảo sát kỹ thuật.....	14
7 Kiểm tra kỹ thuật trực quan các kết cấu sau cháy.....	17
8 Kiểm tra cụ thể các kết cấu sau khi cháy.....	21
9 Tính toán kiểm tra của các kết cấu nhà sau cháy. Quy định chung.....	24
10 Đánh giá tình trạng kỹ thuật của kết cấu nhà, công trình xây dựng sau đám cháy.....	28
11 Phương pháp kiểm soát để xác định các thông số trong quá trình khảo sát kỹ thuật xây dựng kết cấu của các tòa nhà và công trình sau cháy.....	37
12 Kết luận về tình trạng công trình sau cháy.....	44
13 Gia cố và phục hồi các công trình xây dựng bị hư hỏng do cháy. Quy định chung.....	45
Phụ lục A (tham khảo) Các bảng để đánh giá gần đúng mức độ thiệt hại của các công trình xây dựng trong đám cháy.....	48
Phụ lục B (tham khảo) Dữ liệu từ các nghiên cứu hiện trường để xác định nhiệt độ tối đa trong phòng khi cháy bằng các dấu hiệu gián tiếp.....	54
Phụ lục C (tham khảo) Phương pháp tính toán nhiệt độ trung bình của môi trường trong quá trình cháy dữ dội trong đám cháy.....	59
Phụ lục D (tham khảo) Tải trọng cháy trong các tòa nhà và cơ sở cho các mục đích khác nhau.....	61
Phụ lục E (tham khảo) Sự phụ thuộc của nhiệt độ và thời gian cháy trong phòng có tải.....	64
Phụ lục F (tham khảo) Chuyển từ thời gian cháy lớn thực tế trong trường hợp cháy sang thời gian tương đương của đám cháy tiêu chuẩn.....	67
Phụ lục G (tham khảo) Biểu đồ phân bố nhiệt độ trên mặt cắt của kết cấu bê tông cốt thép trong trường hợp cháy.....	70

Lời nói đầu

TCVN xxxx:202x được xây dựng trên cơ sở tham khảo SP 329.1325800.2017 *Buildings and structures – Rules of inspection after the fire*.

TCVN xxxx:202x do Viện Khoa học công nghệ xây dựng (Bộ Xây dựng) biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Cơ sở tham khảo để xây dựng TCVN xxxx:202x là SP 329.1325800.2017 *Buildings and structures – Rules of inspection after the fire (nhà và công trình, nguyên tắc khảo sát công trình sau cháy)*. SP 329.1325800.2017 có một số nội dung hài hòa với tiêu chuẩn châu Âu và một số nội dung phù hợp hơn với các loại vật liệu hiện hành.

Nhà và công trình, nguyên tắc khảo sát công trình sau cháy

Buildings and structures – Rules of inspection after the fire

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các tòa nhà và công trình bị hư hại do cháy (đám cháy), cũng như cho việc kiểm tra kết cấu chịu lực của các tòa nhà và công trình có mục đích sử dụng khác nhau sau khi bị cháy.

Tiêu chuẩn này quy định trình tự và thành phần của các công việc kỹ thuật để kiểm tra các tòa nhà và công trình xây dựng sau cháy, thiết lập các yêu cầu đối với: các phương pháp và giới hạn trong việc đánh giá tình trạng kỹ thuật, việc thực hiện các tính toán kiểm tra và lựa chọn các phương pháp gia cường các công trình xây dựng bị hư hại do đám cháy. Đặc thù của tác động nhiệt độ cao trong thời gian ngắn của đám cháy đối với vật liệu và kết cấu xây dựng đã được tính đến trong tiêu chuẩn này.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các tác động nhiệt độ do công nghệ và vận hành.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau 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 viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi (nếu có).

TCVN 197-1, *Vật liệu kim loại – Thử kéo – Phần 1: Phương pháp thử ở nhiệt độ phòng*;

TCVN 1651-1, *Thép cốt cho bê tông – Phần 1: Thép thanh tròn trơn*;

TCVN 1651-2, *Thép cốt cho bê tông – Phần 2: Thép thanh vằn*;

TCVN 4314, *Vữa xây dựng – Yêu cầu kỹ thuật*;

TCVN 5573, *Kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế*;

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

TCVN 5575, *Thiết kế kết cấu thép*;

TCVN 6355 (tất cả các phần), *Gạch xây – Phương pháp thử*;

TCVN 8044, *Gỗ – Phương pháp lấy mẫu và yêu cầu chung đối với thử nghiệm cơ lý của mẫu nhỏ từ gỗ tự nhiên*;

TCVN 8164, *Kết cấu gỗ – Gỗ phân hạng theo độ bền – Phương pháp thử các tính chất kết cấu*;

TCVN 9335, *Bê tông nặng. Phương pháp thử không phá hủy. Xác định cường độ nén sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nảy*;

TCVN 9346, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển*;

TCVN 9357, *Bê tông nặng – Phương pháp thử không phá hủy – Đánh giá chất lượng bê tông bằng vận tốc xung siêu âm*;

TCVN 10303, *Bê tông – Kiểm tra và đánh giá cường độ chịu nén*;
 TCVN 11683, *Kết cấu gỗ – Gỗ nhiều lớp (LVL) – Tính chất kết cấu*;
 TCVN 12251, *Bảo vệ chống ăn mòn cho kết cấu xây dựng*;
 TCVN 12252, *Bê tông – Phương pháp xác định cường độ bê tông trên mẫu lấy từ kết cấu*;
 TCVN 13536, *Bê tông – Phương pháp siêu âm xác định cường độ chịu nén*;
 TCVN 13598-1, *Chất kết dính và vữa thạch cao – Phần 1: Yêu cầu kỹ thuật*;
 TCVN 13707-3, *Tính chất vật lý và cơ học của gỗ – Phương pháp thử dành cho mẫu nhỏ không khuyết tật từ gỗ tự nhiên – Phần 3: Xác định độ bền uốn tĩnh*.

3 Thuật ngữ định nghĩa và ký hiệu

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1.1

Tác động nhiệt độ cao của đám cháy (high temperature fire exposure)

Tác động của nhiệt độ trên 200 °C lên các kết cấu xây dựng khi đám cháy, trong đó phát sinh ứng suất nhiệt, có thể làm thay đổi các tính chất vật lý – cơ học và đàn hồi – dẻo của vật liệu kết cấu và làm giảm tiết diện làm việc của cấu kiện.

3.1.2

Chất và vật liệu dễ cháy (combustible substances and materials)

Chất và vật liệu có khả năng tự bốc cháy, cũng như bốc cháy dưới tác động của nguồn gây cháy và tự cháy sau khi nguồn gây cháy đó bị loại bỏ.

3.1.3

Lớp bê tông bị phá hủy (the destructive layer of concrete)

Lớp bê tông bị hư hại do đám cháy, bị yếu đi, dễ dàng loại bỏ khi gõ bề mặt các kết cấu bê tông cốt thép bằng búa (bằng tay, không sử dụng thiết bị điện).

Lưu ý: Sự thay đổi trong cấu trúc bê tông được phát hiện khi kiểm tra trực quan các lõi bê tông được lấy ra từ kết cấu bị hư hại do đám cháy.

3.1.4

Vùng (khu vực) cháy (burning zone)

Một phần không gian chứa các vật liệu và chất dễ cháy, cũng là nơi chúng cháy trực tiếp.

3.1.5

Vùng khói (smoke zone)

Một phần không gian tiếp giáp với vùng cháy, chứa đầy khói và các sản phẩm phân hủy nhiệt.

3.1.6

Khu vực đám cháy (fire zone)

Khu vực có nguy cơ gây hại đến tính mạng và sức khỏe của công dân, tài sản của cá nhân do tác động của các yếu tố nguy hiểm của đám cháy và (hoặc) các hành động dập tắt đám cháy và tiến hành công tác cứu hộ khẩn cấp liên quan đến việc dập tắt đám cháy.

3.1.7

Vùng chịu tác động nhiệt (heat-affected zone)

Một phần không gian xung quanh vùng cháy.

Lưu ý: Tác động nhiệt làm thay đổi trạng thái của các chất và vật liệu, chuẩn bị cho chúng dễ cháy.

3.1.8

Nguồn gây cháy (firing source)

Nguồn cung cấp năng lượng nhiệt để khởi phát quá trình cháy (sự cháy xảy ra).

3.1.9

Đám cháy cục bộ (local fire)

Đám cháy phát triển trên diện tích nhỏ hơn nhiều so với diện tích của toàn bộ phòng; đặc điểm của đám cháy này là có vùng phân chia giữa các khí nóng gồm các sản phẩm cháy và không khí lạnh của môi trường xung quanh (có sự chênh lệch đáng kể về các giá trị nhiệt vật lý của các khí cháy).

3.1.10

Đám cháy toàn bộ (volumetric fire)

Đám cháy phát triển trên hầu hết toàn bộ diện tích của phòng; đặc điểm của đám cháy này là không có sự khác biệt đáng kể giữa các giá trị nhiệt vật lý cục bộ và giá trị nhiệt vật lý trung bình của các khí nóng gồm các sản phẩm cháy.

3.1.11

Lớp vảy sắt (gỉ sắt) (oxide scale)

Oxit nhiệt độ cao, hình thành trên thép thường (trong thời gian gia nhiệt đặc trưng cho đám cháy trung bình) ở nhiệt độ từ 700 °C trở lên.

Lưu ý: Độ dày của lớp vảy sắt tăng theo quy luật parabol: nhiệt độ và thời gian gia nhiệt càng lớn thì lớp vảy càng dày.

3.1.12

Chất oxy hóa (oxidizers)

Chất có khả năng phản ứng với các chất dễ cháy, khiến chúng cháy, cũng như làm tăng cường độ cháy.

3.1.13

Điểm xuất phát cháy (fire source)

Nơi đầu tiên phát cháy.

3.1.14

Sự cháy thép (overheating of steel)

Xuất hiện lớp màng cứng và giòn màu xanh xám hoặc đen trên bề mặt các kết cấu thép, các khu vực có cấu trúc xốp sau khi thép chịu tác động dài hạn bởi nhiệt độ khoảng 1 400 °C.

3.1.15**Diện tích đám cháy (fire area)**

Diện tích hình chiếu của vùng cháy trên mặt phẳng nằm ngang hoặc thẳng đứng.

3.1.16**Đám cháy (uncontrolled fire)**

Sự cháy không được kiểm soát dẫn đến các thiệt hại về người và (hoặc) tài sản.

[NGUỒN: QCVN 06:2022/BXD, sửa đổi 1:2023, 1.4.54].

3.1.17**Tải trọng cháy (fire load)**

Lượng nhiệt có thể giải phóng trong phòng khi có đám cháy.

3.1.18**Thời gian cháy (duration of the fire)**

Thời gian từ khi phát cháy đến khi cháy hoàn toàn.

3.1.19**Chế độ nhiệt độ tiêu chuẩn (standard temperature regime)**

Chế độ thay đổi nhiệt độ theo thời gian khi thử nghiệm khả năng chịu lửa của các kết cấu, được thiết lập theo mối quan hệ tiêu chuẩn giữa nhiệt độ t và thời gian kéo dài đám cháy τ : $t = 345 \lg(8\tau + 1) + t_0$, trong đó t_0 là nhiệt độ của môi trường xung quanh trước khi xảy ra đám cháy.

3.1.20**Đám cháy hydrocarbon (hydrocarbon fire)**

Sự cháy không kiểm soát được, đặc trưng bởi nhiệt độ tăng mạnh và tốc độ lan truyền nhanh, phát triển theo thời gian và không gian, gây thiệt hại về vật chất, nguy hại đến tính mạng và sức khỏe của người, tài sản của xã hội và nhà nước.

3.2 Các ký hiệu cơ bản

E_b	mô đun đàn hồi của bê tông ở nhiệt độ bình thường;
E_{bt}	mô đun đàn hồi của bê tông khi chịu tác động nhiệt độ của đám cháy;
E_s	mô đun đàn hồi của cốt thép ở nhiệt độ bình thường;
E_{st}	mô đun đàn hồi của cốt thép khi chịu tác động nhiệt độ của đám cháy;
R_{bn}	giá trị cường độ chịu nén tiêu chuẩn của bê tông ở nhiệt độ bình thường;

R_{bnt}	giá trị cường độ chịu nén tiêu chuẩn của bê tông chịu tác động của nhiệt độ cao và rất cao khi cháy;
R_s	giá trị cường độ chịu kéo tính toán của cốt thép ở nhiệt độ bình thường;
R_{sc}	cường độ chịu nén tính toán của cốt thép ở nhiệt độ bình thường;
R_{sct}	cường độ chịu nén tính toán của cốt thép chịu tác động của nhiệt độ cao và rất cao khi xảy ra đám cháy;
R_{sn}	giá trị cường độ chịu kéo tiêu chuẩn của cốt thép ở nhiệt độ bình thường;
R_{snt}	giá trị cường độ chịu kéo tiêu chuẩn của cốt thép chịu tác động của nhiệt độ cao và rất cao khi cháy;
R_{sw}	cường độ chịu kéo tính toán của cốt thép đai ở nhiệt độ bình thường;
R_{swt}	cường độ chịu kéo tính toán của cốt thép đai chịu tác động của nhiệt độ cao và rất cao khi cháy;
t	nhiệt độ môi trường ở khu vực xảy ra đám cháy;
t_H	nhiệt độ môi trường trong phòng trước khi xảy ra đám cháy;
t_s	nhiệt độ nung nóng cốt thép khi cháy;
β_b và β_s	hệ số điều kiện làm việc, tính đến sự thay đổi mô đun đàn hồi của bê tông và cốt thép ở trạng thái nguội sau khi chịu tác động nhiệt độ của đám cháy;
γ_{bt}	hệ số điều kiện làm việc của bê tông, tính đến sự thay đổi cường độ chịu nén của bê tông ở trạng thái nguội sau khi chịu tác động nhiệt độ của đám cháy;
γ_{st} và $\gamma_{st'}$	hệ số điều kiện làm việc, tính đến sự thay đổi cường độ chịu kéo và nén của cốt thép ở trạng thái nguội sau khi chịu tác động nhiệt độ của đám cháy;
σ_{sp}	giá trị ứng suất ban đầu trong cốt thép chịu lực trước khi xảy ra đám cháy;
σ_{spt}	giá trị ứng suất ban đầu còn lại trong cốt thép sau khi chịu tác động nhiệt độ của đám cháy (tính theo % giá trị ban đầu khi chế tạo);

Đặc điểm xảy ra đám cháy

τ	thời gian xảy ra đám cháy (phút);
--------	-----------------------------------

τ_f	thời gian thực tế cháy dữ dội khi xảy ra đám cháy, do chuyên gia thẩm định xác định trong quá trình kiểm tra kỹ thuật;
τ_{Π}	thời gian xảy ra đám cháy, xác định theo dữ liệu thực tế (dựa trên việc kiểm tra các mảnh gỗ bị cháy còn lại);
τ_l	thời gian thực tế cháy dữ dội khi xảy ra đám cháy, được ghi nhận trong biên bản kiểm tra sơ bộ;
τ_3	thời gian tương đương cháy dữ dội khi đám cháy ở chế độ tiêu chuẩn.

4 Quy định chung về tổ chức xử lý hậu quả ảnh hưởng đến kết cấu sau cháy

4.1 Kiểm tra sơ bộ nhằm mục đích:

- Phát hiện các kết cấu bị phá hủy hoàn toàn hoặc nghiêm trọng, cũng như các khu vực nguy hiểm cho người xuất hiện;
- Ra quyết định về các biện pháp tiếp theo nhằm khắc phục hậu quả đám cháy do cơ sở tự làm hoặc với sự tham gia của các đơn vị kiểm định để tiến hành kiểm tra kỹ thuật và lập dự án phục hồi các kết cấu bị cháy hư hại và toàn bộ tòa nhà;
- Thu thập và chuẩn bị các tài liệu đầu vào cần thiết để tiến hành khảo sát chi tiết các kết cấu do cháy hư hại;
- Áp dụng các biện pháp hạn chế (cấm) người ra vào khu vực chịu tác động đám cháy, ngoại trừ các chuyên gia tham gia khắc phục hậu quả đám cháy khi cần thiết;
- Tổ chức công tác lắp đặt gối đỡ an toàn, giàn giáo, cầu thang và chiếu sáng trong khu vực đám cháy để an toàn thực hiện kiểm tra kỹ thuật các kết cấu bị hư hại do đám cháy.

4.2 Trong quá trình kiểm tra sơ bộ, cần phải thực hiện các hành động sau:

- Tiến hành kiểm tra khu vực đám cháy và toàn bộ tòa nhà sau khi cháy cả bên ngoài và bên trong, trong quá trình đó cần đánh giá quy mô phá hủy và hư hại, thu thập thông tin hiện trường về thời gian kéo dài và nhiệt độ tối đa của đám cháy;
- Tiến hành kiểm tra các kết cấu bị sập (nếu có) và bị đám cháy làm hư hại với việc ghi nhận vị trí của chúng trên hình chụp, mặt bằng và tiết diện của tòa nhà;
- Kiến nghị tổ chức các biện pháp ngăn chặn sự phá hủy tiếp tục của tòa nhà bị đám cháy gây hư hại, đảm bảo an toàn thi công khi tháo dỡ hoặc gia cố tạm thời (gia cường) các kết cấu;

4.3 Sau khi hoàn thành công việc, cần phải lập biên bản kiểm tra sơ bộ tòa nhà (kết cấu) sau đám cháy kèm theo bảng kết quả kiểm tra sơ bộ.

4.4 Các thông tin trong Biên bản kiểm tra sơ bộ tòa nhà sau đám cháy cụ thể như sau:

- Mô tả ngắn gọn về các giải pháp thiết kế kết cấu của tòa nhà bị cháy (kích thước mặt bằng, chiều cao, số tầng, kết cấu, sơ đồ kết cấu, vật liệu xây dựng của các kết cấu chịu lực và bao che chính);
- Thời gian phát hiện đám cháy, thời điểm bắt đầu và thời gian cháy;

- Thông tin về các phương tiện chữa cháy (trích xuất từ biên bản về vụ cháy của lực lượng cảnh sát phòng cháy chữa cháy và cứu nạn cứu hộ (nếu có));
- Khu vực phân bố đám cháy và vị trí xảy ra điểm xuất phát cháy;
- Thông tin về tải trọng cháy (những gì và ở đâu cháy) và nhiệt độ tối đa trong các phòng trong thời gian xảy ra đám cháy;
- Thông tin hiện trường về thời gian kéo dài và nhiệt độ tối đa của tác động đám cháy lên các kết cấu xây dựng;
- Danh mục các phòng và kết cấu nguy hiểm (tầng, khoảng cách tới các trục trên mặt bằng của tòa nhà), cần phải được rào chắn ngay lập tức và cấm người ra vào vì mục đích an toàn.
- Kết luận về sự cần thiết (không cần thiết) cần phải huy động các tổ chức kiểm định hoặc các chuyên gia, chuyên viên để tiến hành khảo sát chi tiết;
- Danh mục các công việc cần thực hiện trước khi các chuyên gia, chuyên viên đến, bao gồm danh mục các công trình cần phải tháo dỡ, dỡ tải hoặc gia cố tạm thời để đảm bảo có thể tiến hành khảo sát chi tiết một cách an toàn (ghi rõ thời gian hoàn thành công việc và người chịu trách nhiệm);
- Danh mục các vị trí cần phải bố trí các gối đỡ an toàn (gối chống), giàn giáo, lắp đặt hệ thống chiếu sáng để tiến hành khảo sát chi tiết (ghi rõ thời gian hoàn thành công việc và người chịu trách nhiệm);
- Kết luận về tình trạng hệ thống dây điện, hệ thống gas và hệ thống cấp thoát nước, về sự cần thiết cần phải áp dụng các biện pháp bổ sung về an toàn kỹ thuật, an toàn phòng cháy chữa cháy, vệ sinh và tiến hành các công tác phòng chống sự cố.

Trong biên bản cần phải kèm theo sơ đồ vùng cháy lan trên các mặt bằng và tiết diện của tòa nhà và công trình ghi rõ vị trí điểm xuất phát cháy.

4.5 Trong bảng kết quả khảo sát sơ bộ (phụ lục của biên bản) cần phải nêu danh mục các phòng thuộc vùng cháy và cần phải được kiểm tra trong quá trình khảo sát sơ bộ, ghi rõ khoảng cách trục và cao độ theo mặt bằng và tiết diện của tòa nhà, sự xuất hiện của các kết cấu bị phá hủy toàn bộ hoặc một phần trong quá trình cháy kèm theo đặc điểm ngắn gọn của sự phá hủy, đánh giá khả năng có người trong những phòng đã được kiểm tra.

4.6 Có thể thu thập thông tin hiện trường về nhiệt độ tối đa trong phòng trong quá trình cháy dựa trên việc đánh giá các dấu hiệu gián tiếp.

Các dấu hiệu gián tiếp về tác động của nhiệt độ theo từng mức độ trong phòng khi xảy ra cháy có thể là sự thay đổi về hình thức và hình dạng của từng đồ vật còn lại sau đám cháy (Bảng B.1, Phụ lục B), sự thay đổi về trạng thái và màu sắc của bê tông (Bảng B.2, Bảng B.3), sự nóng chảy của các vật liệu kết cấu xây dựng (Bảng B.4), sự thay đổi màu sắc của thép (Bảng B.5) hoặc lớp phủ polymer (Bảng B.6) và các dấu hiệu khác về tác động của nhiệt độ cao (từ Bảng B.7 đến Bảng B.12).

Có thể tiến hành tính toán đánh giá nhiệt độ trung bình của môi trường trong thời gian cháy dữ dội thông qua các hệ số độ hở và tải trọng cháy theo phương pháp nêu tại Phụ lục C.

4.7 Có thể thu thập dữ liệu thực tế về thời gian kéo dài đám cháy dựa trên việc điều tra nhân chứng vụ cháy, biên bản của đội phòng cháy chữa cháy, cũng như dựa trên các dấu hiệu gián tiếp (Phụ lục B), trong đó có việc nghiên cứu các mảnh gỗ bị cháy (nếu còn sót lại sau đám cháy) theo phương pháp nêu tại 11.3.

4.8 Nếu sau đám cháy có hiện tượng đổ sập kết cấu xây dựng hoặc hư hại đáng kể về độ toàn vẹn của kết cấu bê tông cốt thép dưới dạng vết vỡ bê tông sâu hơn độ dày của lớp bê tông bảo vệ, phần cốt thép chịu lực của cột, dầm và sàn bị hở và nhô ra khỏi mặt phẳng thì cần ra quyết định thuê một tổ chức kiểm định để đánh giá tình trạng kỹ thuật của kết cấu bê tông cốt thép sau đám cháy và khắc phục hậu quả của đám cháy.

4.9 Trong trường hợp không thể đưa ra kết luận rõ ràng về tính an toàn của tình trạng kỹ thuật của các kết cấu trong phòng hoặc tòa nhà sau đám cháy vì bất kỳ lý do nào thì cần quyết định tiến hành khảo sát chi tiết các kết cấu xây dựng của tòa nhà sau đám cháy và thuê một tổ chức kiểm định thực hiện.

Trong quá trình này, cần ngăn không cho người vào các khu vực nguy hiểm cho đến khi các chuyên gia, chuyên viên đến.

4.10 Để tiến hành khảo sát chi tiết các kết cấu xây dựng của tòa nhà sau đám cháy thì cần thuê các chuyên gia hoặc các tổ chức kiểm định có kinh nghiệm trong lĩnh vực kiểm định tình trạng kỹ thuật của các kết cấu xây dựng (bao gồm tình trạng sau đám cháy) có trang thiết bị hiện đại và có năng lực phù hợp trong lĩnh vực khảo sát các tòa nhà sau đám cháy.

4.11 Dựa trên kết quả khảo sát chi tiết, tổ chức kiểm định cần phải đưa ra kết luận về tình trạng của các kết cấu xây dựng của công trình sau đám cháy kèm theo các kiến nghị về việc khôi phục các kết cấu này để có thể tiếp tục khai thác sử dụng công trình một cách an toàn hoặc phải đập bỏ do không thể khắc phục.

4.12 Nếu kết quả kết luận nêu rõ cần phải gia cường các bộ phận và kết cấu bị hư hại do cháy thì cần phải lập dự án khôi phục (gia cường) các kết cấu bị hư hại của tòa nhà căn cứ trên các kiến nghị được đưa ra trong kết luận.

4.13 Khi tiến hành các cuộc khảo sát sơ bộ và chi tiết, cũng như trong quá trình xây lắp phục hồi công trình sau đám cháy thì cần phải tuân thủ các quy tắc về an toàn kỹ thuật và an toàn phòng cháy chữa cháy theo các quy định kỹ thuật khác có liên quan.

5 Các giai đoạn khảo sát chi tiết các tòa nhà và công trình sau đám cháy

5.1 Khảo sát chi tiết các kết cấu xây dựng của các tòa nhà và công trình sau đám cháy cần phải do các tổ chức kiểm định có đủ năng lực thực hiện.

5.2 Mục đích của việc khảo sát chi tiết:

- Đánh giá tình trạng kỹ thuật của các kết cấu xây dựng dựa trên khảo sát trực quan và bằng thiết bị đối với tòa nhà và công trình sau đám cháy;
- Đưa ra các kiến nghị về việc khôi phục các kết cấu xây dựng bị hư hại do cháy của tòa nhà và công trình.

5.3 Khảo sát chi tiết các kết cấu xây dựng bị hư hại do cháy phải do các chuyên gia, chuyên viên thực hiện trực tiếp tại công trình.

Nếu đám cháy có tính chất cục bộ (đám cháy cục bộ) thì tiến hành khảo sát chi tiết các kết cấu xây dựng theo một giai đoạn.

Nếu đám cháy có tính chất toàn bộ (đám cháy toàn bộ) thì tiến hành khảo sát chi tiết các kết cấu xây dựng theo ba giai đoạn, bao gồm:

- 1 – Các công tác chuẩn bị để tiến hành khảo sát chi tiết (có chuyên gia đến công trình trước);
- 2 – Khảo sát trực quan;
- 3 – Khảo sát bằng thiết bị chuyên dụng.

5.4 Sau khi hoàn thành cuộc khảo sát trực quan và bằng thiết bị tại công trình thì cần phải tiến hành xử lý số liệu các kết quả thu được, tiến hành các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm về các tính chất chịu lực của vật liệu (nếu cần), tiến hành các tính toán kiểm tra các kết cấu bị hư hại và phân tích các kết quả thu được. Với các kết quả thu được, đưa ra các giải pháp thiết kế mang tính nguyên tắc để khôi phục các kết cấu bị hư hại do cháy nhằm mục đích có thể tiếp tục khai thác sử dụng tòa nhà và công trình một cách an toàn hoặc phải đập bỏ do không thể khắc phục.

5.5 Tài liệu tổng kết của cuộc khảo sát chi tiết – kết luận về tình trạng kỹ thuật của các kết cấu xây dựng của tòa nhà và công trình sau đám cháy, bao gồm các kiến nghị về việc khôi phục các kết cấu xây dựng bị hư hại do cháy để có thể tiếp tục khai thác sử dụng công trình một cách an toàn.

6 Công tác chuẩn bị cho khảo sát chi tiết

6.1 Các công tác chuẩn bị – giai đoạn đầu tiên của cuộc khảo sát chi tiết tòa nhà và công trình sau đám cháy bao gồm:

- Làm quen với tài liệu kỹ thuật ban đầu do bên đặt hàng cung cấp;
- Thu thập thông tin về đám cháy;
- Kiểm tra tổng thể ban đầu các kết cấu xây dựng bên trong và bên ngoài tòa nhà và công trình sau đám cháy nhằm làm quen với các giải pháp về mặt không gian, mặt bằng và kết cấu thực tế, xác định các khu vực chịu tác động của đám cháy ở các mức độ khác nhau đối với các kết cấu xây dựng (phân vùng tác động của đám cháy);
- Tại các khu vực bị hư hại nặng và vừa phải của các kết cấu xây dựng – lập kế hoạch về khối lượng các kết cấu cần kiểm tra và các phương pháp đánh giá các thông số xác định tình trạng kết cấu xây dựng (trong điều kiện của đám cháy cụ thể) cho giai đoạn khảo sát bằng thiết bị chuyên sâu tiếp theo;
- Đánh giá khả năng tiếp cận các kết cấu xây dựng bị hư hại do cháy tại công trình trong quá trình khảo sát bằng thiết bị chuyên sâu;
- Giải quyết các vấn đề tổ chức liên quan đến việc đảm bảo kỹ thuật cho các công việc trong quá trình khảo sát trực quan và bằng thiết bị (đảm bảo tiếp cận các kết cấu, chiếu sáng, cấp điện cho các thiết bị và dụng cụ, v.v.);
- Thống nhất nhiệm vụ kỹ thuật để tiến hành khảo sát tòa nhà sau đám cháy.

6.2 Ở giai đoạn chuẩn bị, trong quá trình làm quen với tài liệu kỹ thuật ban đầu, các chuyên gia cần xem xét những tài liệu sau:

- Tài liệu thiết kế của giai đoạn vận hành (bản vẽ kiến trúc, xây dựng, kết cấu bê tông cốt thép và kết cấu thép) kèm theo thuyết minh thiết kế, bao gồm thông tin về tải trọng;

- Biên bản vụ cháy do lực lượng cảnh sát phòng cháy chữa cháy và cứu nạn cứu hộ lập khi đến hiện trường đám cháy và triển khai công tác chữa cháy;
- Biên bản khảo sát sơ bộ tòa nhà và công trình sau đám cháy;
- Thông tin về các tải trọng lên các kết cấu xây dựng (trong tòa nhà sản xuất);
- Bộ tài liệu quản lý chất lượng thi công, bao gồm các biên bản nghiệm thu công việc bị che khuất và biên bản nghiệm thu các kết cấu chịu lực, chứng chỉ và giấy tờ về chất lượng các vật liệu và kết cấu đã sử dụng, sơ đồ lắp đặt kết cấu, thông tin về các thay đổi so với dự án;
- Thông tin về các điều kiện khai thác sử dụng kết cấu xây dựng;
- Thông tin về các khuyết tật và hư hại của các kết cấu xây dựng xuất hiện trong quá trình khai thác sử dụng tòa nhà trước khi xảy ra đám cháy;
- Hồ sơ khai thác sử dụng (vận hành), bao gồm thông tin về các lần cải tạo, xây dựng lại, gia cường, đại tu, cũng như thông tin về tình trạng kỹ thuật của tòa nhà trước khi xảy ra đám cháy (nếu có các cuộc khảo sát trước đó).

Trong trường hợp cần thiết, chuyên gia có thể yêu cầu bất kỳ tài liệu kỹ thuật nào khác cần thiết cho việc khảo sát chi tiết tòa nhà và công trình sau đám cháy.

6.3 Trong quá trình thu thập thông tin về đám cháy, chuyên gia/chuyên viên sẽ thu thập thông tin về:

- Thời gian xảy ra đám cháy (ngày và giờ);
- Thời gian kéo dài đám cháy từ khi phát hiện đến khi dập tắt hoàn toàn;
- Nguyên nhân phát sinh và diễn biến của đám cháy;
- Vị trí điểm xuất phát cháy;
- Tải trọng cháy (cháy gì và ở đâu);
- Nhiệt độ tối đa trong các phòng khi xảy ra đám cháy;
- Các điều kiện góp phần làm đám cháy phát triển (có chất dễ cháy và chất oxy hóa, cũng như nguồn gây cháy);
- Phương tiện chữa cháy;
- Loại đám cháy – theo biên bản của lực lượng cảnh sát phòng cháy chữa cháy và cứu nạn cứu hộ;
- Dạng chế độ nhiệt của đám cháy (tiêu chuẩn, hydrocarbon, ngoài trời, âm ỉ (ủ)) theo quy định hiện hành.

6.4 Trong lần kiểm tra tổng thể ban đầu, chuyên gia/chuyên viên cần phải kiểm tra tất cả các phòng có thể tiếp cận được mà đám cháy đã lan đến và làm quen với tình trạng chung của các kết cấu xây dựng và các mối nối của chúng, lưu ý các khu vực bị hư hại về tính toàn vẹn của các kết cấu, biến dạng, dịch chuyển, phá hủy và nứt.

Đồng thời, chuyên gia/chuyên viên cần phải xác định sơ bộ các khu vực khác nhau có cùng dạng đặc điểm phá hoại và mức độ hư hại, lập các sơ đồ phân vùng ban đầu (dựa trên bản vẽ mặt bằng và tiết diện thiết kế) mức độ tác động của đám cháy lên các kết cấu xây dựng, có tính đến đặc tính của hư hại. Phụ lục A có các bảng để đánh giá mang tính định hướng mức độ hư hại do cháy tùy thuộc vào việc xuất hiện các hư hại này hay hư hại khác:

- Các kết cấu bê tông cốt thép – Bảng A.1;
- Các kết cấu thép – Bảng A.2, Bảng A.3;
- Các kết cấu gỗ – Bảng A.5.

Theo đặc tính các hư hại và phá hủy cùng loại của các kết cấu xây dựng, khối lượng của tòa nhà và công trình bị cháy có thể được chia thành ba (nếu không có sụp đổ) hoặc bốn (nếu có sụp đổ các kết cấu) khu vực tác động chính của đám cháy lên các kết cấu xây dựng:

- Khu vực chịu tác động ở cấp độ nghiêm trọng của đám cháy (tác động của ngọn lửa);
- Khu vực chịu tác động ở cấp độ nặng của đám cháy (tác động của ngọn lửa);
- Khu vực chịu tác động ở cấp độ trung bình của đám cháy (tác động của ngọn lửa hoặc nhiệt);
- Khu vực chịu tác động ở cấp độ yếu của đám cháy (tác động của nhiệt hoặc khói).

Ở khu vực chịu tác động ở cấp độ nghiêm trọng của đám cháy, mọi kết cấu bị khuyết tật cần phải bị tháo dỡ và thay thế bằng kết cấu mới.

Ở khu vực chịu tác động ở cấp độ nặng và trung bình của đám cháy, cần phải tiến hành kiểm tra trực quan và bằng thiết bị đối với các kết cấu xây dựng.

Ở khu vực chịu tác động ở cấp độ yếu của đám cháy, không yêu cầu tiến hành kiểm tra bằng thiết bị đối với các kết cấu xây dựng sau đám cháy.

6.5 Khi xác định vùng và mức độ tác động của ngọn lửa lên các cấu trúc, cần áp dụng:

- Kết quả điều tra những người chứng kiến vụ cháy;
- Thông tin về các giải pháp về mặt không gian của tòa nhà và các điều kiện, thúc đẩy sự phát triển của đám cháy do luồng oxy (sự xuất hiện của nhiều lỗ hổng và lỗ mở khác nhau);
- Thông tin về các kết cấu, vật dụng và các dấu hiệu khác đặc trưng cho tình hình ngay trước khi xảy ra đám cháy (các loại kết cấu, vị trí, loại và khối lượng tải trọng cháy, loại vật liệu hoàn thiện và vật liệu bảo vệ trong phòng);
- Các dấu hiệu gián tiếp và dấu vết khác nhau của đám cháy, phản ánh các đặc điểm của quá trình cháy, trạng thái của các vật dụng và kết cấu xây dựng khác nhau.

6.6 Khi cần thiết (theo nhiệm vụ kỹ thuật), các chuyên gia kiểm định cần phải lập đề cương tiến hành khảo sát bằng thiết bị kỹ thuật theo việc thu thập và phân tích tài liệu kỹ thuật được trình bày, bao gồm các thông tin sau:

- Mục đích và nhiệm vụ của cuộc kiểm tra;
- Thông tin về đám cháy;
- Đặc điểm chính của tòa nhà;
- Danh sách các kết cấu xây dựng và các thành phần của chúng cần phải khảo sát do đã chịu tác động của đám cháy;
- Các phương pháp luận và phương pháp kiểm tra bằng thiết bị để xác định các thông số trạng thái của kết cấu;

– Sơ đồ định hướng vị trí và số lượng vùng kiểm soát các đặc tính vật lý cơ học của vật liệu, địa điểm cần bóc và lấy mẫu vật liệu của các kết cấu để nghiên cứu thêm các mẫu trong điều kiện phòng thí nghiệm. Các sơ đồ cần phải xây dựng trên cơ sở các bản vẽ thiết kế mặt bằng và tiết diện của tòa nhà.

6.7 Theo kết quả của các công tác chuẩn bị, chuyên gia kiểm định cần xem xét các thông tin và tài liệu sau:

- Nhiệm vụ kỹ thuật đã được phê duyệt về việc kiểm tra các kết cấu xây dựng của tòa nhà sau đám cháy;
- Tài liệu xây dựng thiết kế của tòa nhà và công trình, có chứa các giải pháp về mặt không gian và cấu tạo, mặt bằng và tiết diện theo từng tầng của tòa nhà;
- Dữ kiện dạng tài liệu và thông tin về đám cháy;
- Sơ đồ phân vùng sự lan truyền của đám cháy tùy thuộc vào mức độ hư hại của các kết cấu xây dựng, bao gồm cả các khu vực vị trí của các kết cấu bị phá hủy và hư hại nghiêm trọng (trong phòng) theo các vùng đám cháy – trong trường hợp đám cháy toàn bộ.

Ở giai đoạn chuẩn bị, xác định khối lượng khảo sát trực quan và thiết bị đối với các kết cấu xây dựng, cũng như khả năng tiếp cận các kết cấu xây dựng bị hư hại, bao gồm cả việc lắp đặt giàn giáo, giàn giáo, đảm bảo chiếu sáng, cung cấp điện cho các thiết bị thử nghiệm, v.v.

6.8 Sau giai đoạn chuẩn bị, tiến hành các công việc khảo sát chi tiết bằng trực quan và thiết bị đối với các kết cấu xây dựng của tòa nhà và công trình sau đám cháy. Nếu khối lượng hư hại hoặc diện tích lan truyền đám cháy nhỏ, thì giai đoạn chuẩn bị công việc khảo sát chi tiết có thể kết hợp khảo sát bằng trực quan và thiết bị đồng thời.

6.9 Trong quá trình khảo sát bằng trực quan và thiết bị đối với các kết cấu xây dựng, các chuyên gia không chỉ ghi lại các khuyết tật, hư hại và sự phá hủy là hậu quả của đám cháy mà còn ghi lại bất kỳ sự không phù hợp nào của các thông số trên các kết cấu kiểm tra đối với các yêu cầu của các tiêu chuẩn và quy định hiện hành.

7 Kiểm tra kỹ thuật trực quan các kết cấu sau cháy

7.1 Mục đích của việc khảo sát trực quan các cấu trúc sau đám cháy là kiểm tra từng phần trên toàn bộ các kết cấu xây dựng để phát hiện các khuyết tật và hư hại, ghi lại các dấu hiệu gián tiếp bên ngoài và các thông số của đám cháy, xác định các đặc điểm hình học định lượng thực tế của các tiết diện của các thành phần bị hư hại.

7.2 Khảo sát trực quan được thực hiện ở các khu vực hư hại ở cấp độ nặng và trung bình của các kết cấu xây dựng sau đám cháy trong trường hợp đám cháy toàn bộ và ở tất cả các khu vực chịu tác động của đám cháy – trường hợp đám cháy cục bộ.

7.3 Trong quá trình khảo sát trực quan chi tiết (từng phần) các kết cấu xây dựng sau đám cháy, phải thiết lập và ghi lại các thông số xác định sau:

- Sự phù hợp của sơ đồ kết cấu thực tế và thiết kế của tòa nhà, cũng như sự thay đổi của chúng do sự xuất hiện của các khuyết tật (ví dụ, sự xuất hiện của các dấu hiệu hình thành khớp dẹo ở các vùng chịu lực của dầm bê tông cốt thép hoặc tấm cứng kết nối các nút theo thiết kế, sự hình thành biến dạng và đứt gãy các thành phần của kết cấu thép);

- Vị trí của điểm hoặc các điểm xuất phát cháy;
- Các dấu hiệu còn lại của tải trọng cháy được nêu trong các biên bản về đám cháy đã trình bày;
- Các dấu hiệu gián tiếp chứng tỏ thời gian cháy và thứ tự tác động của nhiệt độ trong quá trình cháy;
- Các khuyết tật và hư hại của các kết cấu xây dựng (các vết nứt, độ võng, biến dạng, thay đổi màu sắc của vật liệu kết cấu, sự xuất hiện của kim loại bị nóng chảy, cốt thép bị hở và phồng, v.v.);
- Các thông số hình học thực tế của các tiết diện còn lại của các thành phần đã chịu đám cháy;
- Tình trạng của các nút liên kết các cấu kiện.

7.4 Để phát hiện các khuyết tật ẩn trong các kết cấu bê tông cốt thép, chẳng hạn như các lớp bê tông bị bong ra nhưng chưa bị rơi hoặc các khu vực bê tông bị tơi (yếu), cần phải gõ các bề mặt bê tông của các cấu trúc bằng búa một cách thủ công, không sử dụng thiết bị điện (không dùng máy khoan, máy khoan và máy đục). Khi phát hiện bê tông phá hoại (hoặc yếu), cần phải loại bỏ nó cho đến khi có cấu trúc chắc chắn và tiến hành đo tiết diện còn lại của cấu kiện.

Khi khảo sát các tấm tường treo trên mặt tiền của tòa nhà và công trình sau đám cháy, cần đặc biệt chú ý đến tình trạng bê tông và sự xuất hiện của các khuyết tật tại các vị trí đặt các chi tiết chôn kim loại.

7.5 Trong quá trình khảo sát trực quan, cần phải lập bảng kê các khuyết tật có mô tả các khuyết tật đã phát hiện và đặc điểm của chúng đối với từng loại kết cấu nằm trong vùng đám cháy. Các khuyết tật cũng phải được thể hiện trên các sơ đồ khuyết tật được lập trên cơ sở các mặt bằng và tiết diện của tòa nhà và công trình và trên các tài liệu ảnh.

Nếu có các khuyết tật làm giảm tiết diện của các thành phần kết cấu xây dựng, thì cần phải ghi lại các thông số hình học của các khuyết tật và các tiết diện còn lại.

7.6 Trong quá trình khảo sát chi tiết bằng trực quan, chuyên gia cần phải tính đến sơ đồ cấu tạo của tòa nhà và công trình và đặc biệt chú ý đến tình trạng của các kết cấu ở các vùng chịu tác động của mô men và nội lực lớn nhất.

7.7 Khi khảo sát trực quan các cấu trúc bê tông cốt thép sau đám cháy, cần chú ý đến:

- Số lượng các mặt chịu nhiệt của các kết cấu trong quá trình cháy;
- Sự xuất hiện của muội than và bồ hóng;
- Sự thay đổi màu sắc của bê tông;
- Sự xuất hiện và số lượng các thanh cốt thép chịu lực bị hở, mức độ hở của cốt thép theo chu vi của nó;
- Sự xuất hiện và quy mô của việc hở cốt thép kết cấu;
- Sự xuất hiện của các vết nứt đơn do chịu lực có phương thẳng đứng trong các cột và trụ;
- Sự xuất hiện của các vết nứt co ngót nhiệt độ hỗn loạn trên bề mặt bê tông;
- Sự xuất hiện của các vết phá hủy bê tông giống như nổ (các lớp bong tróc cục bộ) với việc ghi lại các thông số và vị trí của chúng;
- Sự xuất hiện của các khuyết tật ẩn dưới dạng lớp bê tông yếu hoặc các mảng bong tróc (chưa rơi rụng), được xác định khi gõ bề mặt bằng búa;

- Sự phá hoại (hoặc duy trì) độ bám dính của cốt thép với bê tông;
- Hình dạng của tiết diện còn lại trong vùng hư hại nhiều nhất của các kết cấu với việc định hình lại vùng này trên các bản vẽ mặt bằng của tòa nhà;
- Sự xuất hiện và độ sâu các vết vỡ góc của các tiết diện hình chữ nhật với các cột, trụ, dầm;
- Tình trạng khu vực trên cùng của các gối đỡ trên các cột, đầu cột (nếu có), tường;
- Độ co ngấn dọc trục của cột hoặc trụ;
- Sự xuất hiện của các vết nứt dọc theo nhịp và các vết nứt xiên từ gối đỡ trong các dầm;
- Tình trạng của các vùng gối đỡ của dầm;
- Sự xuất hiện (hoặc không xuất hiện) các vết nứt đơn ở các vùng gối đỡ và đứt cốt thép trong các tấm sàn hoặc mái có tiết diện đặc (hoặc được chèn cứng);
- Sự xuất hiện của độ võng trong dầm và tấm sàn (mái);
- Tình trạng neo của cốt thép dọc và ngang của dầm (sự xuất hiện của các vết nứt xiên cắt qua mặt dưới của dầm gần các điểm gối tựa, các vết nứt dọc và vết vỡ bê tông gần các điểm gối tựa có thể chỉ ra sự phá hoại sự neo cốt thép dọc tại gối);
- Sự xuất hiện của các vết nứt và bong tróc bê tông trong vùng chịu nén của dầm cho thấy sự thay đổi cấu trúc hoặc phá hủy bê tông vùng chịu nén;
- Sự xuất hiện và tính toàn vẹn của các thanh thép đai theo phương đứng, liên kết các hàng cốt thép trên và dưới;
- Vẫn còn (hoặc thiếu) độ bám dính của hàng cốt thép chịu lực dưới cùng của các tấm sàn (mái) với bê tông và với hàng cốt thép trên;
- Hàng cốt thép chịu lực dưới cùng trong các tấm sàn hoặc mái có tiết diện đặc (hoặc được chèn cứng) bị đẩy ra khỏi mặt phẳng (phồng lên) hoặc chùng xuống (khi không hàn theo chiều dài của các thanh).

7.8 Khi khảo sát trực quan các kết cấu thép sau đám cháy, cần chú ý đến:

- Sự xuất hiện của cặn, lớp vảy sắt (gỉ sắt), sự cháy thép;
- Sự xuất hiện của độ võng và dịch chuyển có thể nhìn thấy được của các kết cấu và các thành phần của chúng;
- Sự xuất hiện vết đứt gãy của các thành phần trên toàn bộ tiết diện;
- Sự xuất hiện của các biến dạng cong vẹo của các thành phần trên toàn bộ chiều dài;
- Sự xuất hiện của các khuyết tật cơ học cục bộ (vết lõm, cong vẹo, nứt và vết rách, vết thủng);
- Khả năng sử dụng của các mối nối hàn, bu lông và đinh tán.

Khi khảo sát trực quan các kết cấu thép, cần chú ý đến độ lớn và hướng của các biến dạng, chứng tỏ cường độ và hướng của luồng nhiệt.

Các biến dạng lớn nhất của kết cấu thép và các thành phần riêng lẻ của chúng thường được quan sát ở gần nơi chịu tác động nhiệt lớn nhất. Cần lưu ý rằng giá trị biến dạng có thể không chỉ phụ thuộc vào cường độ và thời gian gia nhiệt mà còn phụ thuộc vào vị trí chịu tải trọng tối đa.

Khi khảo sát các kết cấu thép của dầm sàn, cần lưu ý các vùng biến dạng cục bộ được biểu hiện rõ nét, chứng tỏ tác động của nhiệt cục bộ ở giai đoạn đầu của đám cháy do luồng đối lưu và bức xạ nhiệt từ điểm xuất phát cháy.

Các bảng kê khuyết tật khi khảo sát trực quan các kết cấu thép cần phải được lập theo nhịp đối với mỗi thành phần bị hư hại và các nút nối của chúng.

7.9 Khi khảo sát trực quan các kết cấu khối xây sau đám cháy, cần chú ý đến:

- Tình trạng và màu sắc của lớp vữa trên bề mặt tường gạch;
- Sự xuất hiện và các thông số của hư hại do đám cháy của gạch, khối xây và phần vữa (bong tróc, vết nứt nhỏ trên bề mặt, vết vỡ các góc và bong vữa, độ sâu của hư hại khối xây và phần vữa);
- Sự xuất hiện của các vết nứt thẳng đứng và xiên trong các kết cấu của tường chịu lực và cột, cũng như các vết nứt có chiều dài và chiều rộng lớn;
- Các biến dạng (độ nghiêng và độ lồi) của các bức tường so với mặt phẳng thẳng đứng;
- Các hư hại của khối xây dưới các điểm gối tựa của giàn, dầm, xà ngang và lanh tô (vết nứt);
- Các vùng phá hủy hoàn toàn của khối xây.

Đặc điểm làm việc của tường xây bằng gạch đất sét là khi chịu tác động nhiệt của đám cháy, gạch không thay đổi màu sắc, cấu trúc và tính chất. Sự nguội lạnh đột ngột khi dập tắt đám cháy bằng nước có thể dẫn đến nứt bề mặt.

Sự giảm độ bền cơ học và hình thành vết nứt của phần vữa tường gạch và gạch silicat trong quá trình xảy ra đám cháy tương tự như bê tông.

7.10 Khi khảo sát trực quan các kết cấu gỗ sau đám cháy, cần chú ý đến:

- Sự xuất hiện và các thông số của sự sẫm màu và cháy đen của gỗ (độ cháy đen);
- Sự xuất hiện của việc hình thành và chủng loại than gỗ (có lỗ lớn hoặc đặc, nặng, có màu nâu);
- Sự xuất hiện của các vùng cháy hoàn toàn của gỗ (cháy xuyên thấu hoặc cháy thành tro);
- Sự xuất hiện của việc sụp đổ các kết cấu gỗ.

7.11 Dựa trên kết quả khảo sát trực quan, các thông số của đám cháy được làm rõ:

- Vị trí điểm xuất phát cháy;
- Nhiệt độ tác động cực đại lên kết cấu công trình trong đám cháy cùng với sự phân bố của chúng theo từng khu vực;
- Thời gian tác động thực tế và tương đương của đám cháy lên kết cấu công trình theo các dấu hiệu gián tiếp (nếu có), được đưa ra tại Phụ lục B.

Có thể xác định thời gian gần đúng của đám cháy theo độ sâu phá hủy nổ của bê tông tấm sàn và trần, với giả thiết rằng cứ 10 phút đến 15 phút cháy thì các mảng bê tông sẽ bong ra khỏi bề mặt dưới của tấm sàn với độ sâu từ 20 mm đến 25 mm.

Các phương pháp xác định thông số đám cháy, bao gồm cả theo các dấu hiệu gián tiếp, được nêu tại điều 11 và Phụ lục A.

Có thể xác định các thông số đám cháy bằng các phương pháp tính toán, tùy thuộc vào tải trọng cháy, hình dạng của tòa nhà và công trình và hệ số độ hở. Các phương pháp tính toán để xác định thông số đám cháy được nêu tại Phụ lục C.

7.12 Kết quả khảo sát trực quan sau đám cháy phải bao gồm:

- Danh mục các khiếm khuyết và hư hại đối với các bộ phận bị hư hại do cháy cùng với việc ghi lại các thông số đặc trưng của khiếm khuyết (loại khiếm khuyết, độ sâu phân bố, độ rộng và đặc điểm của vết nứt, phần cốt thép bị hở và lồi ra, hình dạng tiết diện còn lại của các bộ phận bị hư hại sau cháy, v.v.);
- Ảnh chụp các kết cấu khiếm khuyết liên kết với các mặt bằng của tòa nhà và công trình;
- Sơ đồ khiếm khuyết với việc ghi lại đặc điểm và vị trí của các khiếm khuyết, hư hại và biến dạng trên các bản vẽ thiết kế của tòa nhà và công trình;
- Kết quả đánh giá mức độ tác động của đám cháy lên kết cấu công trình;
- Xác định vị trí điểm xuất phát cháy (tác động đám cháy mạnh nhất), cũng như thứ tự nhiệt độ tác động lên kết cấu công trình khi cháy;
- Làm rõ (điều chỉnh) các sơ đồ phân vùng lan truyền đám cháy tùy thuộc vào mức độ hư hại của kết cấu công trình, bao gồm cả các khu vực có kết cấu bị phá hủy và hư hại (phòng) theo các khu vực cháy;
- Xác định các kết cấu và khu vực hư hại bổ sung (nếu có);
- Đánh giá ảnh hưởng của các khiếm khuyết đến sơ đồ kết cấu của tòa nhà và công trình;
- Lập và điều chỉnh khối lượng khảo sát bằng dụng cụ, vị trí lấy mẫu và mẫu vật liệu từ các kết cấu khiếm khuyết và vị trí cắt mở kết cấu công trình.

8 Khảo sát các kết cấu sau khi cháy bằng thiết bị

8.1 Khảo sát bằng thiết bị đối với kết cấu công trình sau khi cháy được thực hiện nhằm mục đích kiểm tra các giá trị định lượng thực tế đối với các thông số xác định trạng thái của kết cấu công trình sau cháy và so sánh chúng với các chỉ tiêu được chỉ định theo thiết kế tương ứng là các giới hạn an toàn cho phép.

8.2 Khi tiến hành khảo sát bằng thiết bị đối với tình trạng kỹ thuật của kết cấu công trình sau khi cháy, cần phải áp dụng các phương pháp tiêu chuẩn, các phương tiện đo lường đã được kiểm định và thiết bị thử nghiệm đã được hiệu chuẩn hoặc hiệu chỉnh theo quy định.

8.3 Các phương pháp và phương pháp luận cơ sở để kiểm tra các thông số xác định của đám cháy, nhiệt độ làm nóng bê tông và cốt thép theo tiết diện của kết cấu, cường độ của bê tông, cốt thép và thép được nêu tại điều 11.

8.4 Kết quả kiểm tra bằng thiết bị đối với các thông số xác định về mặt định lượng cần phải được kể đến khi thực hiện các tính toán kiểm tra đối với các kết cấu công trình khiếm khuyết và xác định loại tình trạng kỹ thuật của chúng sau cháy.

Khảo sát bằng thiết bị đối với kết cấu bê tông cốt thép.

8.5 Khảo sát bằng thiết bị đối với kết cấu bê tông cốt thép sau khi cháy bao gồm:

- Xác định cường độ chịu nén thực tế của bê tông trong các kết cấu bê tông cốt thép bị hư hại do cháy bằng cách áp dụng các phương pháp kiểm tra cường độ của bê tông không phá hủy và phá hủy;
- Xác định độ sâu phá hủy của lớp bê tông bề mặt đã được nung nóng trên 500 °C;
- Xác định cường độ chịu kéo thực tế của cốt thép bằng cách cắt lấy các mẫu từ các thanh cốt thép hở;
- Xác định chiều sâu phát triển của các vết nứt trong kết cấu bằng phương pháp siêu âm.

Có thể áp dụng phương pháp kiểm tra không phá hủy theo các tài liệu kỹ thuật khác có liên quan.

8.6 Khi khảo sát bằng thiết bị đối với kết cấu bê tông cốt thép, cần phải kiểm tra cường độ của bê tông tại các khu vực khiếm khuyết, bị hư hại do cháy của kết cấu, cũng như tại các kết cấu tương tự nằm ngoài vùng cháy – nhằm mục đích so sánh các thông số cường độ chịu nén của bê tông trước và sau cháy.

8.7 Khi khảo sát bằng thiết bị đối với kết cấu bê tông cốt thép của các tấm sàn và tấm mái tiết diện đặc, cần phải kiểm tra cường độ của bê tông trên toàn bộ bề dày của tiết diện tấm bằng cách lấy mẫu khoan rút lõi. Đối với các sàn toàn khối có các nút cứng, việc khoan rút lõi phải được thực hiện ở cả vùng nhịp và vùng gối. Trong quá trình khoan rút lõi, độ sâu của lớp bê tông phá hủy được xác định theo sự thay đổi màu sắc của bê tông dọc chiều dài của lõi.

8.8 Trong quá trình khảo sát bằng thiết bị đối với tình trạng của các tấm sàn lắp ghép nhiều lỗ rỗng sau khi cháy, cần đặc biệt chú ý đến khả năng có các vết nứt ẩn trong các thành đứng (sườn) giữa các lỗ rỗng. Các vết nứt trong các thành đứng (sườn) giữa các lỗ rỗng được phát hiện khi chúng lộ ra trên mặt dưới của tấm sàn nhiều lỗ rỗng dưới dạng các vết nứt dọc, chạy suốt theo các sườn. Khi gõ búa vào bề mặt dưới của tấm sàn nhiều lỗ rỗng tại các vị trí có thành đứng (sườn) giữa các lỗ rỗng của tấm, sẽ phát ra âm thanh đục – nếu có vết nứt, âm thanh trong trẻo – nếu không có vết nứt. Trong trường hợp đầu tiên (khi phát hiện ra âm thanh đục khi gõ), cần kiểm tra sự xuất hiện của các vết nứt trên một hoặc hai tấm theo cách mở cục bộ bằng biện pháp phá vỡ bê tông trong khu vực các lỗ rỗng liền kề để có thể kiểm tra thành đứng (sườn) giữa các lỗ rỗng.

Khảo sát bằng thiết bị đối với kết cấu thép.

8.9 Khi khảo sát bằng thiết bị đối với kết cấu thép bằng các thiết bị trắc đạc và các dụng cụ chuyên dụng, các khiếm khuyết sau đây về vị trí tương đối của kết cấu và các bộ phận kết cấu cần được xác định:

- Độ lệch của các nút gối của giàn thép và xà gồ;
- Độ lệch khoảng cách giữa các trục của giàn thép theo cánh trên;
- Độ lệch khoảng cách giữa các xà gồ;
- Độ lệch của bề mặt gối của cột theo chiều cao và trục của cột so với phương thẳng đứng;
- Độ võng của cột và dầm khung;
- Độ chênh cao độ của ray cầu trục, cánh dưới của đường ray treo;
- Độ lệch của các trục ray cầu trục so với trục dầm cầu trục và so với phương thẳng;
- Độ phình của thành các dầm đặc.

Độ lệch so với phương thẳng đứng được đo bằng dây dọi hoặc máy kinh vĩ; độ chênh lệch cao độ – bằng máy thủy bình.

Nếu cần kiểm tra chất lượng của các sản phẩm thép theo các tài liệu kỹ thuật khác có liên quan ứng.

Khảo sát bằng thiết bị đối với kết cấu khối xây.

8.10 Khi khảo sát bằng thiết bị đối với kết cấu khối xây sau khi cháy bằng các dụng cụ đo lường, các thông số sau đây được xác định:

- Các đặc tính chịu lực thực tế của kết cấu khối xây;
- Đặc điểm và thông số biến dạng của tường và cột (độ phình và độ lệch so với phương thẳng đứng);
- Xác định các thông số hình học của các khiếm khuyết (độ sâu hư hại của khối xây do cháy, các khu vực tách lớp của khối xây), bao gồm cả khối xây dưới gối đỡ giàn, dầm, xà gỗ và lanh tô;
- Các thông số của vết nứt (vị trí, hướng, độ sâu và bề rộng của vết nứt).

8.11 Kiểm soát bằng thiết bị đối với các đặc tính chịu lực của gạch và phần vữa của kết cấu khối xây và kết cấu khối xây có cốt thép được xác định theo TCVN 4314, TCVN 13598-1, TCVN 6355.

8.12 Khi đánh giá đặc điểm và thông số hư hại của kết cấu khối xây sau khi cháy, cần tính đến đặc điểm chịu tác động nhiệt độ cao của các loại vật liệu xây.

Khảo sát bằng thiết bị đối với kết cấu gỗ

8.13 Khảo sát bằng thiết bị đối với kết cấu gỗ sau khi cháy bao gồm:

- Xác định đặc điểm, vị trí và thông số hình học của các hư hại của kết cấu gỗ (vùng và độ sâu bị cháy xém của gỗ, độ dày than cháy, vết cháy);
- Xác định các đặc tính chịu lực và vật lý–hóa học (lý hóa) thực tế của gỗ;
- Xác định độ võng và biến dạng của các bộ phận kết cấu gỗ;
- Xác định tình trạng và vị trí của các chi tiết liên kết bằng thép.

8.14 Khi kiểm tra bằng dụng cụ, việc xác định độ sâu bị cháy xém của gỗ bằng dụng cụ được thực hiện để đánh giá tiết diện còn lại của các bộ phận kết cấu gỗ, cũng như để ghi nhận và đánh giá mức độ thay đổi của tình trạng hư hại nhiệt theo chiều dài và chiều cao của kết cấu, xác định hướng tác động nhiệt.

8.15 Khi khảo sát bằng thiết bị đối với các tấm ván dăm, sự hao hụt tiết diện tấm cần được đo đạc vì khi bị cháy sự hao hụt tiết diện tấm diễn ra ngay từ những phút đầu và tăng dần theo sự gia tăng nhiệt độ và thời gian gia nhiệt.

8.16 Khi kiểm tra bằng dụng cụ, các tính chất lý hóa thực tế cần được xác định có tính đến các loại gỗ (thông, linh sam, thông lá kim, v.v.), sử dụng các đặc tính chuẩn theo tiêu chuẩn kỹ thuật tương ứng, hoặc bằng cách thử nghiệm trong phòng thí nghiệm các mẫu cắt từ kết cấu. Để thử nghiệm cơ học, các mẫu gỗ được lấy từ các bộ phận bị hư hại. Đánh giá các tính chất chịu lực của gỗ được thực hiện tùy thuộc vào loại kết cấu gỗ (dán, không dán, DSP, mối nối dán răng cưa, v.v.), theo TCVN 8044, TCVN 8164, TCVN 13707-3, TCVN 11683 và các tiêu chuẩn, tài liệu kỹ thuật áp dụng.

8.17 Khi khảo sát bằng thiết bị đối với kết cấu gỗ, độ lệch của vị trí tương đối của kết cấu và các bộ phận của chúng được xác định bằng cách sử dụng các dụng cụ và thiết bị trắc địa. Khi đánh giá tình trạng của các chi tiết liên kết bằng thép (ghim, tấm đệm, bu lông, v.v.) của kết cấu gỗ, vị trí của các chi tiết liên kết được xác định theo bản vẽ thiết kế.

9 Tính toán kiểm tra của các kết cấu nhà sau cháy. Quy định chung

Kết cấu bê tông cốt thép

9.1 Các tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của kết cấu bê tông cốt thép sau khi cháy phải được thực hiện theo TCVN 5574.

9.2 Khi thực hiện các tính toán kiểm tra, việc tính đến đặc điểm cụ thể của tác động nhiệt độ cao trong thời gian ngắn lên các kết cấu bê tông cốt thép khi xảy ra cháy phải được thực hiện trên cơ sở các quy định trong các tiêu chuẩn, tài liệu kỹ thuật tương ứng.

9.3 Việc đánh giá khả năng chịu lực còn lại của kết cấu bê tông cốt thép sau khi cháy phải được thực hiện có tính đến sự thay đổi về tính chất cơ học của bê tông và cốt thép của từng bộ phận hoặc lớp tùy thuộc vào nhiệt độ gia nhiệt khi cháy. Đồng thời, trong tính toán không nên tính đến các lớp bê tông được gia nhiệt (bị gia nhiệt) khi cháy đến nhiệt độ trên 500 °C.

9.4 Tính toán kiểm tra khả năng chịu lực còn lại của kết cấu bê tông cốt thép bị khuyết tật sau khi cháy được phép thực hiện theo phương pháp đơn giản, bằng cách sử dụng tiết diện được quy đổi, không tính đến lớp bê tông bị phá hủy. Trong tính toán, lấy cường độ chịu nén trung bình thực tế của bê tông theo tiết diện còn lại. Đồng thời, trong tính toán không nên tính đến các thanh cốt thép chịu lực bị lộ ra ngoài (không liên kết cốt thép với bê tông trên đoạn dài hơn 50 % chiều dài thanh).

9.5 Các tính toán kiểm tra đối với kết cấu bê tông cốt thép phải được thực hiện có tính đến các đặc tính chịu lực thực tế của vật liệu thu được trong quá trình khảo sát sau khi cháy, hoặc có tính đến việc giảm các đặc tính chịu lực chuẩn của bê tông và cốt thép ở trạng thái nguội sau khi chịu tác động nhiệt độ cao khi cháy. Sự thay đổi của các đặc tính chuẩn do tác động nhiệt độ được tính đến bằng cách đưa vào các hệ số điều kiện làm việc bổ sung của cốt thép và bê tông.

Sự thay đổi của cường độ tiêu chuẩn của bê tông đối với ứng suất nén một trục do tác động của nhiệt độ được tính đến bằng hệ số điều kiện làm việc của bê tông γ_{bt} theo công thức:

$$R_{bnt} = R_{bn} \gamma_{bt} \quad (1)$$

Sự thay đổi của mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông khi chịu tác động nhiệt trong thời gian ngắn do cháy được tính đến bằng hệ số β_b theo công thức:

$$E_{bt} = E_b \beta_b \quad (2)$$

Sự thay đổi của cường độ tiêu chuẩn của cốt thép đối với ứng suất kéo và nén khi nguội sau khi chịu tác động nhiệt độ cao của đám cháy được tính đến bằng hệ số điều kiện làm việc $\gamma_{st} = \gamma'_{st}$ theo các công thức:

$$R_{snt} = R_{sn} \gamma_{st}; R_{st} = R_s \gamma_{st}; \quad (3)$$

$$R_{sct} = R_{sc} \gamma'_{st}; R_{swt} = R_{sw} \gamma'_{st}; \quad (4)$$

Sự thay đổi mô đun đàn hồi của cốt thép khi chịu tác động nhiệt độ cao của đám cháy được tính đến bằng hệ số β_s theo công thức:

$$E_{st} = E_s \beta_s \quad (5)$$

Hệ số điều kiện làm việc phụ thuộc vào loại bê tông, mác thép, nhiệt độ gia nhiệt của bê tông và cốt thép khi cháy, tác động của nước lên các kết cấu bê tông cốt thép khi chữa cháy. Các giá trị của hệ số điều

kiện làm việc ở trạng thái nguội sau khi chịu tác động của đám cháy được xác định theo Bảng 1 – đối với bê tông, theo Bảng 2 – đối với cốt thép.

Bảng 1 – Giá trị hệ số điều kiện làm việc γ_{bt} và β_b của bê tông ở trạng thái nguội sau cháy

Loại bê tông	Ký hiệu hệ số điều kiện làm việc	Giá trị hệ số điều kiện làm việc γ_{bt} và β_b của bê tông ở trạng thái nguội sau khi nung nóng đến nhiệt độ, °C				
		20	200	300	400	500
Bê tông nặng, cốt liệu gốc silic	γ_{bt}	1,0	0,95	0,90	0,80	0,70
	β_b	1,0	0,70	0,50	0,40	0,30
Bê tông nặng, cốt liệu đá vôi	γ_{bt}	1,0	0,95	0,90	0,85	0,80
	β_b	1,0	0,75	0,55	0,45	0,35
Bê tông cốt liệu nhẹ	γ_{bt}	1,0	1,0	1,0	1,0	0,95
	β_b	1,0	0,85	0,80	0,70	0,60

CHÚ THÍCH 1: Các giá trị γ_{bt} và β_b đối với nhiệt độ trung gian được xác định bằng cách nội suy tuyến tính.

CHÚ THÍCH 2: Đối với bê tông kết cấu được làm mát bằng nước khi dập tắt đám cháy, các giá trị γ_{bt} và β_b đối với lớp bê tông bề mặt dày 3 cm nên được nhân với hệ số 0,9.

Bảng 2 – Giá trị hệ số điều kiện làm việc γ_{st} , β_s của cốt thép ở trạng thái nguội sau cháy

Mác thép	Ký hiệu hệ số	Các giá trị hệ số điều kiện làm việc γ_{st} và β_s ở trạng thái nguội sau khi nung đến nhiệt độ, °C							
		20	200	300	400	500	600	700	800
CB240-T, CB300-T, CB300-V, CB400-V, CB500-V	γ_{st}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,92	0,85
	β_s	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Thép thanh có giới hạn chảy quy ước: 835, 1080 Mpa.	γ_{st}	1,0	1,0	1,0	1,0	0,86	0,66	0,56	0,46
	β_s	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

CHÚ THÍCH 1: Các giá trị γ_{st} và β_s cho nhiệt độ trung gian được xác định bằng phương pháp nội suy tuyến tính.

CHÚ THÍCH 2: Hệ số được đưa ra cho cốt thép tuân theo TCVN 1651-1:2018, TCVN 1651-2:2018, TCVN 5574:2018.

CHÚ THÍCH 3: Các loại thép không được liệt kê trong bảng thì cần tính toán và tham chiếu theo tiêu chuẩn áp dụng.

9.6 Các tính toán kiểm tra kết cấu bê tông cốt thép sau cháy phải được thực hiện có tính đến sơ đồ kết cấu thực tế của tòa nhà và công trình.

9.7 Các dữ liệu đầu vào để thực hiện các tính toán kiểm tra là kết quả khảo kỹ thuật trực quan và bằng thiết bị của các kết cấu bê tông cốt thép, trong đó bao gồm các thông số xác định sau:

- Sơ đồ kết cấu thực tế của tòa nhà và công trình cùng với sơ đồ áp dụng tải trọng;
- Các thông số hình học của các tiết diện còn lại của kết cấu bê tông cốt thép sau khi trừ đi độ dày của lớp bê tông bị phá hủy, có tính đến số lượng các mặt bị hư hại của cột, dầm, tường;
- Cường độ chịu nén trung bình thực tế của bê tông, không tính đến cường độ còn lại của lớp bê tông bị phá hủy (bị suy yếu);

- Các giá trị thực tế của cường độ cốt thép;
- Tình trạng các mối nối kết cấu, lưu ý sự có mặt (hoặc không có) các vết nứt đơn ở các vùng gối của dầm và sàn khi mối nối theo sơ đồ liên kết cứng (đặc điểm phát sinh khớp dẻo ở các vùng gối đỡ);
- Sơ đồ vị trí và các thông số của các vết nứt đơn do chịu lực, khuyết tật và hư hại trong các kết cấu bê tông cốt thép, ảnh hưởng đến việc giảm khả năng chịu lực của chúng;
- Số lượng các thanh cốt thép bị hở hoặc nằm ngoài mặt phẳng (vị trí thiết kế).

9.8 Sơ đồ tính toán thực tế của tòa nhà và công trình được xác định theo kết quả kiểm tra sau cháy và phải phản ánh:

- Các điều kiện thực tế của gối hoặc liên kết các kết cấu liền kề;
- Các kích thước hình học thực tế của các tiết diện, các giá trị của nhịp, độ lệch tâm;
- Loại và đặc điểm của các tải trọng thực tế (hoặc yêu cầu);
- Tình trạng cốt thép thực tế của các kết cấu bê tông cốt thép.

9.9 Trong các kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực, với các mức độ ứng suất trước khi cháy $\sigma_{sp} = (0,6 \div 0,8)R_s$, sau khi chịu tác động nhiệt độ cao của đám cháy, giá trị ứng suất trước còn lại trong cốt thép được phép xác định theo các công thức:

Thép thanh có giới hạn chảy quy ước 835 Mpa:

$$\sigma_{spt} = 87 - 0,39t_s; \quad (7)$$

Thép thanh có giới hạn chảy quy ước 1080 Mpa.:

$$\sigma_{spt} = 92 - 0,26t_s; \quad (8)$$

trong đó

$\sigma_{spt} \geq 0$ – giá trị ứng suất trước còn lại trong cốt thép, %, so với giá trị ban đầu khi sản xuất;

$t_s > 20$ – nhiệt độ của cốt thép khi cháy, °C.

Khi chịu tác động nhiệt độ cao của đám cháy, toàn bộ ứng suất trước sẽ mất trong cốt thép dạng thanh Mác A800 – trên 220 °C, Mác A1 000 – trên 350 °C.

9.10 Khi tính toán kiểm tra theo nhóm trạng thái giới hạn thứ hai đối với các kết cấu công trình công nghiệp, giới hạn giá trị độ võng được phép chấp nhận mà không tính đến các yêu cầu thẩm mỹ khi có căn cứ thích hợp.

Kết cấu thép

9.11 Các tính toán kiểm tra khả năng chịu lực còn lại của kết cấu thép sau cháy phải được thực hiện theo TCVN 5575.

9.12 Tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của các kết cấu thép bị hư hại cần phải thực hiện có tính đến các thông số khảo sát trực quan và bằng thiết bị (các kích thước hình học thực tế của các bộ phận, các giá trị biến dạng và hư hại, đặc tính cơ học của thép, v.v.)

9.13 Tính toán các kết cấu thép bị hư hại do cháy theo phương án gia cường hoặc phục hồi nên thực hiện theo giả định biến dạng đàn hồi của thép theo sơ đồ không biến dạng. Trong một số trường hợp riêng khi kết cấu thép làm việc theo sơ đồ dẻo, nên tính đến biến dạng không đàn hồi của thép.

9.14 Khi lập sơ đồ tính toán kết cấu thép, nên tính đến đặc tính không gian của kết cấu và sự làm việc chung với các kết cấu liền kề.

Kết cấu khối xây

9.15 Các tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của kết cấu khối xây sau cháy phải được thực hiện theo TCVN 5573.

9.16 Tính toán kiểm tra khả năng chịu lực còn lại của kết cấu khối xây bị hư hại sau cháy có thể thực hiện theo phương pháp đơn giản hóa – sử dụng tiết diện quy ước, không tính đến lớp xây bị phá hủy.

9.17 Các tính toán kiểm tra kết cấu khối xây phải được thực hiện có kể đến các đặc tính chịu lực thực tế của vật liệu, thu được trong quá trình khảo sát sau cháy, hoặc có tính đến hệ số giảm khả năng chịu lực của khối xây đá K_{mc} theo công thức:

$$\Phi = NK_{mc} \quad (10)$$

trong đó

N là khả năng chịu lực tính toán của kết cấu khối xây, được xác định mà không tính đến hư hại của kết cấu;

K_{mc} là hệ số kể đến việc giảm khả năng chịu lực của khối xây, được xác định theo Bảng 3.

Bảng 3 – Giá trị hệ số giảm khả năng chịu lực của khối xây K_{mc}

Độ sâu của lớp tường bị hư hại không tính lớp vữa trát, mm	Đối với tường và tường biên có độ dày từ 380 mm trở lên khi tác động nhiệt	
	một phía	hai phía
Dưới 5	1,0	0,95
Dưới 20	0,95	0,9
Dưới 60	0,9	0,8

CHÚ THÍCH 1: Đối với các giá trị độ sâu hư hại lớp tường trung gian thì giá trị hệ số giảm sức chịu tải của khối xây được xác định bằng nội suy.

9.18 Khi xác định khả năng chịu lực của tường và tường ngăn có các vết nứt theo phương thẳng đứng, phát sinh do tác động của lực kéo giãn theo phương ngang do tác động nhiệt của đám cháy, hệ số K_{mc} được lấy bằng một.

9.19 Khi có vết nứt ở các vị trí giao nhau của các bức tường gạch hoặc khi bị đứt các mối liên kết ngang với các bức tường, các cột và sàn, khả năng chịu lực và độ ổn định của bức tường khi chịu tác động của tải trọng theo phương thẳng đứng và phương ngang được xác định có kể đến chiều cao tự do thực tế của các bức tường.

Kết cấu gỗ

9.20 Các tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của kết cấu gỗ sau cháy phải được thực hiện theo các tiêu chuẩn, tài liệu áp dụng.

9.21 Tính toán kiểm tra xác định khả năng chịu lực còn lại của kết cấu gỗ cần tính đến sự thay đổi thực tế các thông số tiết diện của các bộ phận còn lại sau cháy.

10 Đánh giá tình trạng kỹ thuật của kết cấu nhà và công trình xây dựng sau đám cháy

10.1 Đánh giá tình trạng kỹ thuật thực tế của các kết cấu xây dựng của các tòa nhà và công trình sau khi xảy ra cháy được thực hiện nhằm mục đích:

- Xác định loại tình trạng kỹ thuật của các kết cấu xây dựng của tòa nhà sau khi xảy ra cháy;
- Kịp thời phát hiện nhu cầu phục hồi các kết cấu bị hư hại do cháy để đảm bảo khả năng tiếp tục khai thác sử dụng an toàn kết cấu.

10.2 Đánh giá tình trạng kỹ thuật thực tế của các kết cấu xây dựng chịu lực sau khi xảy ra cháy phải được thực hiện trên cơ sở tổng hợp các kết quả kiểm tra trực quan và bằng thiết bị, cũng như các tính toán kiểm tra của kỹ sư. Trong trường hợp các kết cấu xây dựng bị hư hại nhẹ sau khi xảy ra cháy, loại tình trạng kỹ thuật có thể được xác định ở giai đoạn kiểm tra trực quan, mà không cần tiến hành kiểm tra chi tiết.

10.3 Các loại tình trạng kỹ thuật của các kết cấu chịu lực của tòa nhà và công trình sau khi xảy ra cháy phải được xác định theo tiêu chuẩn kỹ thuật tương ứng.

Tình trạng kỹ thuật thực tế của các kết cấu xây dựng được chia thành bốn loại:

- Tình trạng kỹ thuật tiêu chuẩn: sau khi xảy ra cháy, các lực tác dụng lên các bộ phận và tiết diện không vượt quá các giá trị cho phép theo tính toán. Các khuyết tật và hư hại không làm cản trở hoạt động bình thường hoặc làm giảm khả năng chịu lực hoặc độ bền. Có thể an toàn khai thác sử dụng các kết cấu khi chịu các tải trọng và tác động thực tế;
- Tình trạng kỹ thuật khả dụng: sau khi xảy ra cháy, khả năng chịu lực và các điều kiện khai thác sử dụng theo thiết kế tương ứng với tình trạng kỹ thuật tiêu chuẩn nhưng có các khuyết tật và hư hại có thể làm giảm độ bền lâu (tuổi thọ) của kết cấu. Cần thực hiện các biện pháp bảo vệ kết cấu để đảm bảo độ bền của chúng;
- Tình trạng kỹ thuật khả dụng hạn chế (hoạt động hạn chế): sau khi xảy ra cháy, kết cấu bị quá tải hoặc có các khuyết tật và hư hại, cho thấy khả năng chịu lực của kết cấu giảm hơn 10 %. Tuy nhiên, trên cơ sở các tính toán kiểm tra và phân tích các hư hại sau khi xảy ra cháy, có thể đảm bảo sự an toàn của kết cấu trong thời gian gia cường hoặc phục hồi (trong những trường hợp cần thiết thì tiến hành các biện pháp bổ sung: dỡ tải, lắp đặt hệ gối chống hoặc thực hiện các biện pháp an toàn khác);
- Tình trạng kỹ thuật khẩn cấp (nghiêm trọng): trong quá trình kiểm tra sau khi xảy ra cháy, phát hiện các khuyết tật và hư hại nguy hiểm, vượt quá các giới hạn tiêu chuẩn, hoặc kết cấu đã bị sập khi xảy ra cháy, hoặc trên cơ sở các tính toán kiểm tra và phân tích các khuyết tật và hư hại sau khi xảy ra cháy, không thể đảm bảo sự an toàn của các kết cấu trong thời gian gia cường, đặc biệt có thể xảy ra phá hoại giòn. Cần đưa người ra khỏi khu vực có khả năng sập, tiến hành dỡ tải ngay lập tức, lắp đặt hệ gối chống, hàng rào và các biện pháp an toàn khác. Các kết cấu bị hư hại do cháy phải được tháo dỡ và thay thế.

10.4 Việc xác định loại tình trạng kỹ thuật của các kết cấu xây dựng dựa trên đánh giá mức độ hư hại của chúng do tác động của cháy, được xác định theo kết quả kiểm tra kỹ thuật. Các đặc điểm đặc trưng của loại tình trạng kỹ thuật này hay loại tình trạng kỹ thuật khác của các loại kết cấu bê tông cốt thép khác nhau được đưa ra trong Bảng 4, kết cấu thép – trong Bảng 5, kết cấu khối xây – trong Bảng 6, kết cấu gỗ – trong Bảng 7.

10.5 Để đánh giá tình trạng của các kết cấu thép sau khi xảy ra cháy, có thể sử dụng thời gian các kết cấu đó chịu tác động của nhiệt độ cao. Thời gian này nên được so sánh với giới hạn chịu lửa của các kết cấu, là thời gian mà các kết cấu thép có khả năng hoạt động bình thường trong điều kiện nhiệt độ cao (khoảng 500 °C).

Bảng 4 – Các loại tình trạng kỹ thuật của kết cấu bê tông cốt thép chịu tác động cháy

Đặc điểm được kiểm tra	Các thông số định tính và định lượng của các dấu hiệu tác động cháy lên kết cấu bê tông cốt thép đối với các loại tình trạng kỹ thuật			
	Tiêu chuẩn	Hoạt động được (khả dụng)	Hoạt động hạn chế (khả dụng hạn chế)	Nghiêm trọng (Khẩn cấp)
Cột				
Muội than và bồ hóng	Khắp nơi	Ở một số vị trí bề mặt	Không	Không
Bê tông đổi màu	Không	Không	Đến mức hồng hoặc đỏ	Đến mức vàng sẫm
Chỗ vỡ (mẻ) bê tông	Có thể xuất hiện chỗ vỡ cục bộ trên bề mặt bê tông không sâu quá 10 mm diện tích đến 15 cm ²	Chỗ vỡ cục bộ ở góc và cạnh cột có kích thước không quá 15 cm x 15 cm và sâu trong phạm vi độ dày lớp bê tông bảo vệ	Chỗ vỡ cục bộ ở góc và cạnh cột sâu hơn độ dày lớp bê tông bảo vệ	Có chỗ vỡ và có sự phá hủy lớp bê tông bề mặt (phá hủy theo kiểu nổ) sâu hơn độ dày lớp bê tông bảo vệ ở gần như toàn bộ diện tích kết cấu
Thép chịu lực bị hở	Không	Thép chịu lực bị hở một phần đến 50 % chu vi ở những vị trí bê tông bị vỡ (mẻ)	Thép chịu lực bị hở toàn bộ chu vi, không còn liên kết với bê tông (đến 30 % thanh trong kết cấu) và đến 50 % chiều dài thép chịu lực trong kết cấu	Thép chịu lực bị hở chu vi, không còn liên kết với bê tông (trên 30 % thanh trong kết cấu) và trên 50 % chiều dài thép chịu lực trong kết cấu
Số thanh thép chịu lực hở và vươn ra khỏi mặt phẳng kết cấu	Không	Không	Không quá 10% tổng số thanh trong kết cấu	Trên 10 % tổng số thanh trong kết cấu
Thép đai bị hở (nếu có)	Không	Có thể có, phân bố cục bộ	Có thể đến 30 % diện tích bề mặt kết cấu	Gần như khắp nơi
Lớp bê tông bề mặt bị bong khỏi khối kết cấu (âm thanh trầm, rung khi gõ bề mặt bằng búa)	Không	Có thể ở những vị trí cục bộ trên bề mặt bê tông, ở góc và cạnh cột sâu không quá độ dày lớp bê tông bảo vệ	Có thể ở những vị trí rộng trên bề mặt bê tông (đến 30 % diện tích bề mặt kết cấu), ở góc và cạnh cột sâu không quá độ dày lớp bê tông bảo vệ	Có thể ở những vị trí rộng trên bề mặt bê tông (trên 30 % diện tích bề mặt kết cấu), ở góc và cạnh cột sâu hơn độ dày lớp bê tông bảo vệ
Rạn nứt phân bố hỗn loạn trên bề mặt bê tông do nhiệt độ và co ngót	Ở lớp vữa trát bề mặt (nếu có) – khắp nơi và trên cả bề mặt bê tông sâu từ 5 mm đến 10 mm	Xuất hiện trên bề mặt bê tông sâu đến 20 mm, bề rộng đến 0,2 mm	Xuất hiện trên bề mặt bê tông sâu đến 30 mm, bề rộng đến 0,5 mm	Xuất hiện trên bề mặt bê tông sâu hơn 30 mm, bề rộng đến hơn 0,5 mm
Vết nứt đơn lẻ theo phương thẳng đứng hoặc xiên trên bề mặt bê tông	Không	Không	Có thể có không quá một vết nứt	Có thể có nhiều hơn một vết nứt
Biến dạng và dịch chuyển	Không	Không	Không	Có thể

Bảng 4 – (tiếp theo)

Đặc điểm được kiểm tra	Các thông số định tính và định lượng của các dấu hiệu tác động cháy lên kết cấu bê tông cốt thép đối với các loại tình trạng kỹ thuật khác nhau			
	Tiêu chuẩn	Hoạt động được (khả dụng)	Hoạt động hạn chế (khả dụng hạn chế)	Nghiêm trọng (Khẩn cấp)
Cột				
Giảm tiết diện ở vùng có khuyết tật của kết cấu	Không	Đến 5% diện tích tiết diện	Đến 30 % diện tích tiết diện	Trên 30 % diện tích tiết diện
Giảm khả năng chịu lực của kết cấu	Không	Không	Có	Có
Tường				
Muội than và bồ hóng	Khắp nơi	Ở một số vị trí bề mặt	Không	Không
Bê tông đổi màu	Không	Không	Đến mức hồng hoặc đỏ	Đến mức vàng sẫm
Chỗ vỡ (mẻ) bê tông	Có thể có chỗ vỡ cục bộ ở bê tông không sâu quá 10 mm diện tích đến 15 cm ²	Chỗ vỡ (mẻ) cục bộ có kích thước không quá 15 cm x 15 cm và sâu trong phạm vi độ dày lớp bê tông bảo vệ	Chỗ vỡ (mẻ) cục bộ sâu hơn độ dày lớp bê tông bảo vệ, phân bố đến 50 % diện tích bề mặt tường	Chỗ vỡ (mẻ) và phá hủy lớp bê tông bề mặt (phá hủy theo kiểu nổ) sâu hơn độ dày lớp bê tông bảo vệ ở gần như toàn bộ diện tích bề mặt kết cấu
Thép chịu lực bị hở	Không	Thép chịu lực hở một phần chu vi ở những vị trí bê tông bị vỡ (mẻ)	Thép chịu lực bị hở toàn bộ chu vi, không còn liên kết với bê tông (đến 30 % thanh trong kết cấu) và đến 50 % chiều dài thép chịu lực trong kết cấu	Thép chịu lực bị hở toàn bộ chu vi, không còn liên kết với bê tông (trên 30 % thanh trong kết cấu) và trên 50 % chiều dài thép chịu lực trong kết cấu
Lớp bê tông bề mặt bong khỏi khối kết cấu (âm thanh trầm, rung khi gõ bề mặt bằng búa)	Không	Có thể ở những vị trí cục bộ trên bề mặt bê tông, sâu không quá độ dày lớp bê tông bảo vệ	Có thể ở những vị trí rộng trên bề mặt bê tông (đến 30 % diện tích bề mặt kết cấu), sâu không quá độ dày lớp bê tông bảo vệ	Có thể ở những vị trí rộng trên bề mặt bê tông (trên 30 % diện tích bề mặt kết cấu), sâu hơn độ dày lớp bê tông bảo vệ
Vết nứt do nhiệt độ và co ngót trên bề mặt bê tông	Ở lớp vữa trát bề mặt (nếu có) – khắp nơi và trên cả bề mặt bê tông sâu từ 5 mm đến 10 mm	Lưới vết nứt nhỏ do nhiệt độ và co ngót trên bề mặt bê tông sâu đến 20 mm, bề rộng đến 0,2 mm	Lưới vết nứt nhỏ do nhiệt độ và co ngót trên bề mặt bê tông sâu đến 30 mm, bề rộng đến 0,5 mm	Lưới vết nứt nhỏ do nhiệt độ và co ngót trên bề mặt bê tông sâu hơn 30 mm, bề rộng hơn 0,5 mm
Biến dạng	Không	Không	Không	Có thể xuất hiện
Giảm tiết diện ở vùng có khuyết tật của kết cấu	Không	Đến 5 % diện tích tiết diện	Đến 30 % diện tích tiết diện	Trên 30 % diện tích tiết diện
Giảm khả năng chịu lực của kết cấu	Không	Không	Có	Có

Bảng 4 – (tiếp theo)

Đặc điểm được kiểm tra	Các thông số định tính và định lượng của các dấu hiệu tác động cháy lên kết cấu bê tông cốt thép đối với các loại tình trạng kỹ thuật khác nhau			
	Tiêu chuẩn	Hoạt động được (khả dụng)	Hoạt động hạn chế (khả dụng hạn chế)	Nghiêm trọng (Khẩn cấp)
Sàn				
A. Sàn bê tông cốt thép toàn khối				
Muội than và bồ hóng	Khắp nơi	Ở một số vị trí	Không	Không
Bê tông đổi màu	Không	Không	Đến mức hồng hoặc đỏ	Đến mức vàng sẫm
Chỗ vỡ (mẻ) bê tông	Chỗ vỡ (mẻ) cục bộ ở bê tông sâu không quá 10 mm diện tích đến 15 cm ²	Chỗ vỡ (mẻ) bê tông sâu trong phạm vi độ dày lớp bê tông bảo vệ. Đối với sàn có gân – vùng cục bộ (dài đến 15 cm) hở một phần chu vi cốt thép gai	Chỗ vỡ (mẻ) cục bộ ở góc và cạnh cột sâu hơn độ dày lớp bê tông bảo vệ	Chỗ vỡ (mẻ) và phá hủy lớp bê tông bề mặt (phá hủy theo kiểu nổ) sâu hơn độ dày lớp bê tông bảo vệ ở gần như toàn bộ diện tích kết cấu
Lớp bê tông bề mặt bong khỏi khối kết cấu (âm thanh trầm, rung khi gõ bề mặt bằng búa)	Không	Có thể ở những vị trí cục bộ trên bề mặt bê tông phía dưới của sàn sâu không quá độ dày lớp bê tông bảo vệ	Có thể, phân bố đến 30 % bề mặt bê tông phía dưới của sàn, sâu không quá độ dày lớp bê tông bảo vệ	Có thể ở những vị trí rộng trên bề mặt bê tông (trên 30 % diện tích bề mặt kết cấu), sâu hơn độ dày lớp bê tông bảo vệ
Lớp cốt thép chịu lực phía dưới bị hở	Không	Lớp cốt thép chịu lực phía dưới bị hở không quá 10 % diện tích. Một thanh cốt thép hở một phần chu vi tiết diện (đến 50 % chu vi thanh)	Lớp cốt thép chịu lực phía dưới bị hở từ 10 % đến 40 %, trừ vùng gối. Một thanh cốt thép hở toàn bộ chu vi tiết diện	Lớp cốt thép chịu lực phía dưới bị hở từ 10 % đến 40 %, trừ vùng gối. Một thanh cốt thép hở toàn bộ chu vi tiết diện trên toàn bộ diện tích sàn, bao gồm cả vùng gối. Có thể xảy ra hiện tượng cốt thép chịu lực phía dưới bị võng (nếu không có đai chịu cắt), cốt thép bị vượt ra khỏi mặt phẳng (nếu có đai chịu cắt). Khuyết tật phân bố trên 30 % diện tích bề mặt dưới của sàn
Mất liên kết cốt thép	Không	Mất liên kết cốt thép ở vùng neo cốt thép. Liên kết cốt thép có cục bộ trên diện tích không quá 10 %	Mất liên kết cốt thép ở vùng neo cốt thép. Khuyết tật phân bố trên diện tích nhỏ hơn 40 % bề mặt phía dưới của sàn	Mất liên kết ở vùng neo cốt thép. Khuyết tật phân bố trên diện tích lớn hơn 40% bề mặt phía dưới của sàn Có thể xảy ra hiện tượng cốt thép chịu lực phía dưới bị vượt ra khỏi mặt phẳng và võng (nếu không có đai chịu cắt)

Bảng 4 – (tiếp theo)

Đặc điểm được kiểm tra	Các thông số định tính và định lượng của các dấu hiệu tác động cháy lên kết cấu bê tông cốt thép đối với các loại tình trạng kỹ thuật khác nhau			
	Tiêu chuẩn	Hoạt động được (khả dụng)	Hoạt động hạn chế (khả dụng hạn chế)	Nghiêm trọng (Khẩn cấp)
Sàn				
A. Sàn bê tông cốt thép toàn khối				
Tạo nên gối khớp dẻo	Không	Không	Không	Xuất hiện với biểu hiện dạng vết nứt đơn xuyên qua ở vùng gối của sàn
Độ võng	Không	Không	Trong phạm vi các giá trị cho phép của tiêu chuẩn	Vượt quá các giá trị cho phép của tiêu chuẩn
Giảm tiết diện	Không	Đến 5 % diện tích tiết diện	Đến 30 % diện tích tiết diện	Trên 30 % diện tích tiết diện
Giảm khả năng chịu lực của kết cấu	Không	Không	Có	Có
B. Tấm bê tông cốt thép có sườn				
Muội than và bồ hóng	Khắp nơi	Ở một số nơi	Không	Không
Bê tông đổi màu	Không	Không	Đến mức hồng hoặc đỏ	Đến mức vàng sẫm
Liên kết cốt thép với bê tông	Có	Có	Chỉ còn ở vùng neo cốt thép	Không
Cốt thép chịu lực bị hở	Không	Xuất hiện cục bộ ở gân và sàn, phân bố không quá 1/5 nhịp tấm, trừ vùng neo	Xuất hiện cục bộ ở sườn và cánh, phân bố không quá 1/2 nhịp tấm, trừ vùng neo	Xuất hiện ở vùng neo, trong các sườn và cánh
Độ võng	Không	Không	Trong giới hạn giá trị cho phép của tiêu chuẩn	Vượt quá giới hạn giá trị cho phép của tiêu chuẩn
Trần treo	Bị phá hủy một phần	Bị phá hủy hoàn toàn	Bị phá hủy hoàn toàn	Bị phá hủy hoàn toàn
Giảm kích thước tiết diện	Không	Đến 5 % diện tích tiết diện	Đến 30 % diện tích tiết diện	Trên 30 % diện tích tiết diện
Giảm khả năng chịu lực của kết cấu	Không	Không	Có	Có

Bảng 4 – (tiếp theo)

Đặc điểm được kiểm tra	Các thông số định tính và định lượng của các dấu hiệu tác động cháy lên kết cấu bê tông cốt thép đối với các loại tình trạng kỹ thuật khác nhau			
	Tiêu chuẩn	Hoạt động được (khả dụng)	Hoạt động hạn chế (khả dụng hạn chế)	Nghiêm trọng (Khẩn cấp)
Sàn				
C. Tấm bê tông cốt thép rỗng lõi				
Bồ hóng và muội than	Trên toàn bộ diện tích	Tại một số vị trí	Không	Không
Thay đổi màu sắc của bê tông	Không	Không	Đến màu hồng hoặc đỏ	Đến màu vàng đậm
Chỗ vỡ (mẻ) bê tông	Không	Xuất hiện sâu không quá độ dày của lớp bảo vệ, không xuất hiện trong vùng neo	Xuất hiện tại những vị trí có phần rỗng, phân bố không quá 50 % diện tích tấm. Có thể có chỗ vỡ gây xuyên thủng lộ ra phần rỗng	Xuất hiện trong vùng neo cốt thép, cũng như các lỗ xuyên qua phần cánh của tấm phân bố hơn 50 % diện tích phần cánh
Lực căng trước trong cốt thép	Được giữ nguyên	Được giữ nguyên	Bị mất một phần	Bị mất hoàn toàn
Cốt thép chịu lực của hàng dưới bị hở	Không	Chỉ xảy ra cục bộ, phân bố không quá 1/5 nhịp của tấm, ngoại trừ vùng neo	Chỉ xảy ra cục bộ, lan rộng không quá 1/2 nhịp của tấm, ngoại trừ vùng neo	Trên toàn bộ diện tích
Các vết nứt trong bê tông	Do nhiệt độ và co ngót, dạng hỗn loạn, sâu đến 10 mm	Do nhiệt độ và co ngót, dạng hỗn loạn, sâu đến 20 mm	Có thể có các vết nứt theo hướng chịu lực	Các vết nứt đơn lẻ theo chiều dọc tại các vị trí của các vách đứng (gờ) giữa các phần rỗng
Các khuyết tật ẩn	Không	Không	Các mảng bê tông bị bong nhưng không bị phá hủy, phân bố không quá 10 % diện tích bề mặt tấm	Có trong các vách đứng (gờ) giữa các phần rỗng
Độ võng	Không	Không	Trong giới hạn giá trị cho phép của tiêu chuẩn	Vượt quá giới hạn giá trị cho phép của tiêu chuẩn
Giảm kích thước tiết diện	Không	Đến 5 % diện tích tiết diện	Đến 30 % diện tích tiết diện	Trên 30 % diện tích tiết diện
Giảm khả năng chịu lực của kết cấu	Không	Không	Có	Có

Bảng 4 – (tiếp theo)

Đặc điểm được kiểm tra	Các thông số định tính và định lượng của các dấu hiệu tác động cháy lên kết cấu bê tông cốt thép đối với các loại tình trạng kỹ thuật khác nhau			
	chuẩn	Hoạt động được (khả dụng)	Hoạt động hạn chế (khả dụng hạn chế)	Nghiêm trọng (Khẩn cấp)
Dầm				
Bồ hóng và muội than	Có trên toàn bộ diện tích	Có tại một số vị trí	Không	Không
Thay đổi màu sắc của bê tông	Không	Đến màu hồng	Đến màu vàng đậm	Đến màu vàng đậm hoặc xám đậm
Chỗ vỡ (mẻ) bê tông	Không	Các góc và cạnh của dầm bị vỡ (mẻ) trên độ sâu không quá độ dày của lớp bê tông bảo vệ	Bê tông bị vỡ (mẻ) theo chu vi tiết diện của dầm trên độ sâu không quá độ dày của lớp bảo vệ, ngoại trừ vùng neo cốt thép	Bê tông bị vỡ (mẻ) theo chu vi tiết diện của dầm trên độ sâu lớn hơn độ dày của lớp bảo vệ, cũng như trong vùng neo cốt thép
Cốt thép bị lộ	Không	50 % chu vi các thanh góc của cốt thép chịu lực dọc bị lộ	Cốt thép dọc chịu lực và cốt thép đai trên chiều dài lớn hơn 50% nhịp dầm. Có thể cốt thép bị lộ trên toàn bộ chu vi của các thanh	Hầu như toàn bộ cốt thép chịu lực bị lộ trên toàn bộ chu vi của các thanh
Số lượng các thanh cốt thép bị lộ, vượt ra khỏi mặt phẳng của kết cấu	Không	Không	Không quá một thanh	Hơn một thanh
Các lớp bê tông bề mặt bong khỏi khối kết cấu (âm thanh đục hoặc rung khi gõ vào bề mặt bằng búa)	Không	Trên các khu vực cục bộ của bề mặt dầm có diện tích đến 30 cm ² , sâu đến 20 mm, ngoại trừ vùng neo cốt thép	Đến 30 % diện tích bề mặt dầm trên độ sâu đến 40 mm, ngoại trừ vùng neo cốt thép	Trên 30 % diện tích bề mặt dầm trên độ sâu lớn hơn 40 mm, bao gồm cả vùng neo cốt thép
Các vết nứt dạng hỗn loạn do nhiệt độ và co ngót bê tông	Không	Bề mặt sâu đến 10 mm	Bề mặt sâu đến 20 mm	Bề mặt sâu hơn 20 mm
Các vết nứt lớn	Không	Vuông góc với trục ở vùng chịu kéo với bề rộng không vượt mức cho phép theo tiêu chuẩn	Vuông góc với trục ở vùng chịu kéo với bề rộng đến 0,5 mm, theo chiều dọc trong vùng neo cốt thép	Vuông góc với trục ở vùng chịu kéo với bề rộng lớn hơn 0,5 mm, theo chiều dọc trong vùng neo cốt thép
Độ võng	Không	Không	Độ võng không lớn hơn mức cho phép theo tiêu chuẩn, nhưng không quá 0,5 mm. Không có chỗ gãy gập dọc trục	Độ võng lớn hơn mức cho phép theo tiêu chuẩn. Có thể gãy gập dọc trục

Bảng 4 – (kết thúc)

Đặc điểm được kiểm tra	Các thông số định tính và định lượng của các dấu hiệu tác động cháy lên kết cấu bê tông cốt thép đối với các loại tình trạng kỹ thuật khác nhau			
	Tiêu chuẩn	Hoạt động được (khả dụng)	Hoạt động hạn chế (khả dụng hạn chế)	Nghiêm trọng (Khẩn cấp)
Dầm				
Giảm kích thước tiết diện	Không	Đến 5 % diện tích tiết diện	Đến 30 % diện tích tiết diện	Trên 30 % diện tích tiết diện
Giảm khả năng chịu lực của kết cấu	Không	Không	Có	Có
Sự tạo thành các gổỉ khớp dẻo trong các dầm có gổỉ cứng	Không	Không	Không	Xuất hiện với biểu hiện là các vết nứt đơn lẻ xuyên suốt tại các vùng gổỉ tựa của dầm

Bảng 5 – Các loại tình trạng kỹ thuật của kết cấu thép chịu tác động cháy

Dấu hiệu kiểm tra	Các thông số định tính và định lượng của các dấu hiệu tác động cháy lên kết cấu thép đối với các loại tình trạng kỹ thuật khác nhau			
	Tiêu chuẩn	Hoạt động được (khả dụng)	Hoạt động hạn chế (khả dụng hạn chế)	Nghiêm trọng (Khẩn cấp)
Cạn cháy	Cạn cháy dễ lau chùi và mép bị cháy xém	Có	Không	Lớp màng cứng và giòn màu xám xanh hoặc đen, các khu vực có cấu trúc xốp (sự cháy thép). Các khu vực bị nóng chảy
Lớp vảy sắt (gỉ sắt)	Không	Lớp vảy sắt (gỉ sắt) khó lau chùi hoặc lớp vảy sắt (gỉ sắt) bong ra từng mảng	Có một lớp vảy sắt (gỉ sắt) dày trên bề mặt	
Sự cháy thép	Không	Không	Không	
Biến dạng, dịch chuyển, hư hại cơ học cục bộ	Không có biến dạng của các bộ phận chính. Biến dạng của các bộ phận phụ không đáng kể và mang tính cục bộ (tại chỗ): – Các vết lõm nhỏ trên các bộ phận phụ và các bộ phận không chịu tải lớn; – Cong vênh cục bộ	Các kết cấu ít bị biến dạng, có: – Các bộ phận chính cong vênh cục bộ; – Biến dạng các bộ phận phụ (các bộ phận bị rách toàn tiết diện, cong vênh trên chiều dài lớn).	Các kết cấu bị biến dạng mạnh, có: – Phá hủy các nút và mối nối; – Rách toàn tiết diện hoặc cong vênh trên chiều dài lớn của các bộ phận chính	Các kết cấu bị biến dạng mạnh, có: gãy, rách; Các khu vực bị nóng chảy và có sự cháy thép. Phá hủy các kết cấu riêng lẻ hoặc các bộ phận của tòa nhà
Độ võng của các bộ phận chịu uốn, cong vênh của các thanh chịu nén và kéo của hệ giàn (nếu có hệ giàn)	Không	Không vượt quá các giá trị tiêu chuẩn được chỉ ra trong bảng A.3 (Phụ lục A)	Vượt quá các giá trị tiêu chuẩn được chỉ ra trong bảng A.3 (Phụ lục A)	Vượt quá đáng kể các giá trị tiêu chuẩn được chỉ ra trong bảng A.3 (Phụ lục A)
Độ cứng của các bộ phận sau khi tiếp xúc với nhiệt độ	Phù hợp với mác thép	Giảm đến 15 %	Giảm từ 15 % đến 30 %	Giảm hơn 30 %

Bảng 6 – Các loại tình trạng kỹ thuật của kết cấu khối xây chịu tác động cháy

Dấu hiệu được kiểm soát	Các thông số định tính và định lượng của các dấu hiệu tác động cháy lên kết cấu khối xây đối với các loại tình trạng kỹ thuật khác nhau			
	Tiêu chuẩn	Hoạt động được (khả dụng)	Hoạt động hạn chế (khả dụng hạn chế)	Nghiêm trọng (Khẩn cấp)
Tác động của nhiệt độ	đến 800 °C	Từ 800 °C đến 1 000 °C	Từ 1 000 °C đến 1 200 °C	Từ 1 200 °C đến 1 400 °C trở lên
Hư hại khối xây của tường và cột	Sâu không quá 5 mm (bong tróc)	Hư hại khối xây của tường và cột không có cốt và có cốt bằng gạch đất sét sâu từ 5 mm đến 10 mm	Hư hại khối xây của tường và cột sâu hơn 10 mm; – hư hại khối xây dưới các gối tựa của hệ thống giàn, dầm, xà và đà ngang	Phá hủy hoàn toàn khối xây bằng gạch
Các vết nứt	Theo phương thẳng đứng và xiên trên bề mặt, chạy qua các khu vực chịu lực hoặc chịu tải nhỏ của tường có lỗ mở	Theo phương thẳng đứng hoặc xiên cao không quá 2 hàng xây; – không giao nhau quá hai hàng xây dưới các gối tựa của hệ thống giàn, dầm, xà và đà ngang	Theo phương thẳng đứng và xiên cao hơn hai hàng xây ở các khu vực chịu lực của tường và cột; – dài và rộng đáng kể	–
Biến dạng, dịch chuyển	Không	Độ nghiêng và độ phồng của tường không quá 1/6 độ dày	Độ nghiêng và độ phồng của tường lên đến 1/3 hoặc hơn độ dày của chúng	–
Khả năng chịu lực	Không giảm	Giảm từ 15 % đến 20 % khi chịu tải trọng khai thác sử dụng	Giảm hơn 20 % khi chịu tải trọng khai thác sử dụng	–

Bảng 7 – Các loại tình trạng kỹ thuật của kết cấu gỗ chịu tác động cháy

Dấu hiệu được kiểm soát	Các thông số định tính và định lượng của các dấu hiệu tác động cháy lên kết cấu gỗ đối với các loại tình trạng kỹ thuật khác nhau			
	bình thường	khả dụng	Khả dụng hạn chế	Nghiêm trọng (khẩn cấp)
Tác động của nhiệt độ	Lên đến 250 °C	Từ 250 °C đến 800 °C	Từ 800 °C đến 1 000 °C	Từ 1 300 °C trở lên
Sự cháy xém của gỗ	ở độ sâu lên đến 10 mm	Hình thành than gỗ có lỗ rỗng lớn ở độ sâu lên đến 20 mm khi cháy dữ dội và than đặc khi cháy âm ỉ	Than gỗ có lỗ rỗng nhỏ cháy ở độ sâu hơn 30 mm	Gỗ cháy hết hoàn toàn. Cấu trúc đổ sập
Cháy thủng	Không	Không	Cháy thủng cục bộ	
Gỗ cháy hết hoàn toàn (tạo thành tro)	Không	Không	Không	

11 Phương pháp xác định các thông số khảo sát kết cấu các tòa nhà và công trình sau cháy

Xác định nhiệt độ môi trường tối đa trong phòng khi xảy ra cháy

11.1 Nhiệt độ môi trường tối đa trong phòng khi xảy ra cháy, diễn ra trong giai đoạn cháy dữ dội, có thể được đánh giá theo các cách sau:

a) theo các dấu hiệu gián tiếp còn lại sau khi xảy ra cháy, phản ánh thứ tự các giá trị nhiệt độ tác động khi xảy ra cháy, được đưa ra trong Phụ lục B cụ thể:

- Theo sự thay đổi về hình dạng và hình thức của các vật dụng và vật liệu riêng lẻ còn lại sau khi xảy ra cháy (Bảng B.1);
- Theo sự thay đổi về cấu trúc và trạng thái của bê tông nặng có cốt liệu granit với độ ẩm dưới 3 % trước khi xảy ra cháy (Bảng B.2);
- Theo sự thay đổi màu sắc của bê tông (Bảng B.3);
- Theo nhiệt độ nóng chảy của các kim loại khác nhau (Bảng B.4);
- Theo màu của lớp tôi luyện (màu của các oxit trên bề mặt) của thép (Bảng B.5);
- Theo sự thay đổi màu sắc của lớp phủ polymer và sơn (Bảng B.6);
- Theo sự có mặt của muội than và bồ hóng, trạng thái của giấy và gỗ (Bảng B.7);
- Theo sự thay đổi trạng thái của các kết cấu thép (Bảng B.8);
- Theo sự thay đổi trạng thái của lớp gạch (Bảng B.9);
- Theo sự thay đổi trạng thái của lớp vữa thạch cao (Bảng B.10);
- Theo sự thay đổi trạng thái của lớp vữa xi măng – cát (Bảng B.11).

b) Theo phương pháp tính toán, được đưa ra trong Phụ lục C, tùy thuộc vào hệ số độ hở và tải trọng cháy trong phòng xảy ra cháy. Các giá trị tải trọng cháy trong các tòa nhà và công trình có mục đích sử dụng khác nhau được đưa ra trong Phụ lục D.

c) Dựa trên các phân tích lý hóa bê tông trong phòng thí nghiệm, trong trường hợp không thể xác định nhiệt độ nung bê tông khi cháy bằng các phương pháp khác. Theo đó, các tiêu chí đánh giá tình trạng bê tông bao gồm 3 nhóm thông số:

I – Đánh giá vi cấu trúc: Mối liên kết giữa các thành phần, vết nứt, độ chảy. Nghiên cứu được tiến hành tại hiện trường cháy;

II – Thời gian tác dụng của axit clohydric lên mảnh vỡ bê tông. Nghiên cứu được tiến hành trong điều kiện phòng thí nghiệm;

III – Mức độ hydrat hóa, thành phần khoáng vật, vi cấu trúc, độ bền vi mô. Nghiên cứu được tiến hành trong điều kiện phòng thí nghiệm.

Để thực hiện các thử nghiệm cơ lý, từ các kết cấu bê tông cốt thép bị hư hại do cháy, người ta lấy từng lớp mẫu bê tông có khối lượng không nhỏ hơn 500 g, từ bề mặt cấu kiện vào sâu bên trong cho đến lớp bê tông không bị nung (không bị hư hại). Cần lấy một mẫu bê tông không bị nung để làm mẫu đối chứng. Từ mỗi khu vực khảo sát, lấy ba mẫu thử giống nhau và đánh dấu.

Các giá trị của các thông số được kiểm tra bao gồm sử dụng các phép chụp X quang, nhiệt độ (biểu đồ nhiệt) cũng như dữ liệu thực nghiệm đã được tính trung bình.

Xác định thời lượng thực tế của quá trình cháy dữ dội trong đám cháy

11.2 Thời lượng thực tế của quá trình cháy dữ dội của vật liệu và kết cấu tại điểm xuất phát cháy được thiết lập mà không tính đến thời lượng giai đoạn bắt đầu cháy và giai đoạn tắt lửa cuối cùng. Giai đoạn bắt đầu cháy có thể kéo dài từ 5 phút đến 40 phút và được đặc trưng bởi sự cháy của vật liệu với sự gia tăng không đáng kể nhiệt độ môi trường trong phòng (từ 150 °C đến 200 °C). Giai đoạn cháy dữ dội được đặc trưng bởi sự gia tăng nhiệt độ nhanh chóng (từ 1 200 °C đến 1 500 °C, đôi khi lên đến 2 000 °C), sự ổn định của nhiệt độ cực đại của đám cháy và sự giảm nhiệt độ đột ngột sau đó xuống còn từ 600 °C đến 400 °C.

11.3 Chuyên gia giám định có thể xác định thời lượng thực tế của quá trình cháy dữ dội τ_f trong đám cháy:

- Dựa trên biên bản kiểm tra sơ bộ đối tượng, biên bản cháy và/hoặc biên bản “Mô tả đám cháy”;
- Theo các biểu đồ được đưa ra trên các hình từ Hình E.1 đến Hình E.4 (Phụ lục E) tùy thuộc vào giá trị tải trọng cháy đã quy đổi và nhiệt độ trung bình cực đại trong vùng cháy;
- Dựa trên việc kiểm tra các mảnh gỗ bị cháy (nếu có) – dữ liệu thực tế về thời lượng của đám cháy. Theo đó, thời lượng của đám cháy τ_n được xác định từ biểu thức:

$$\tau_n = \delta / v, \text{ phút}, \quad (11)$$

trong đó

δ là độ dày của gỗ bị cháy, cm;

v là tốc độ cháy của gỗ, bằng 0,06 cm/phút – đối với gỗ đặc và ẩm - 0,04 cm/phút, các loại gỗ khác 0,06 cm/phút.

11.4 Nên so sánh thời lượng thực tế của quá trình cháy dữ dội trong đám cháy τ_f với thời lượng cháy dữ dội τ_l , được ghi trong - sơ bộ (từ khi bắt đầu cháy dữ dội đến khi nhiệt độ bắt đầu giảm trong đám cháy).

Nếu chênh lệch giữa τ_f và τ_l nhỏ hơn 40 %, thì thời lượng cháy dữ dội trong đám cháy được tính là τ_f . Nếu chênh lệch giữa τ_f và τ_l lớn hơn 40 %, thì cần tìm hiểu nguyên nhân của sự không phù hợp này. Nếu không tìm ra nguyên nhân, thì thời lượng cháy dữ dội trong đám cháy được tính là τ_l .

Chuyển đổi từ thời lượng thực tế của quá trình cháy dữ dội trong đám cháy sang thời lượng tương đương của quá trình cháy dữ dội trong đám cháy chuẩn.

11.5 Việc chuyển đổi từ thời lượng thực tế của quá trình cháy dữ dội trong đám cháy sang thời lượng tương đương của đám cháy chuẩn nên được thực hiện theo phương pháp đồ họa hoặc phân tích theo phương pháp được trình bày trong Phụ lục F.

Xác định sự phân bố nhiệt độ theo tiết diện của kết cấu bê tông cốt thép

11.6 Để xác định sự phân bố nhiệt độ theo tiết diện của các kết cấu bê tông cốt thép trong đám cháy và đánh giá tác động của nó lên kết cấu, nên chuyển đổi từ thời lượng thực tế của quá trình cháy dữ dội trong đám cháy τ_f (hoặc τ_I), xác định theo từ 11.2 đến 11.4, sang thời lượng tương đương của quá trình cháy dữ dội trong chế độ đám cháy chuẩn τ_3 .

11.7 Sự phân bố nhiệt độ theo tiết diện của kết cấu trong đám cháy được đánh giá bằng các biểu đồ trên các hình từ Hình G.1 đến Hình G.15, (Phụ lục G), tùy thuộc vào loại kết cấu, loại bê tông, kích thước và hình dạng của tiết diện ngang của kết cấu, đặc điểm và thời gian nung, thời gian τ .

Thời gian nung kết cấu τ được coi là thời gian tương đương của quá trình cháy dữ dội trong đám cháy τ_3 .

Nhiệt độ nung cực đại của cốt thép được coi là nhiệt độ tại tâm tiết diện của nó.

Nhiệt độ bê tông cực đại được coi là nhiệt độ nung cực đại của bề mặt kết cấu bê tông cốt thép.

Xác định cường độ thực tế của bê tông trong các kết cấu bê tông cốt thép sau đám cháy

11.8 Cường độ nén thực tế của bê tông trong các kết cấu bê tông cốt thép bị hư hại nhiều nhất do đám cháy, cũng như trong các kết cấu chịu lực, cần được tính toán kiểm tra.

11.9 Cường độ nén thực tế của bê tông trong các kết cấu bê tông cốt thép sau đám cháy nên được xác định trong quá trình kiểm tra bằng dụng cụ.

Trong trường hợp không thể lấy lõi do không tiếp cận được các kết cấu bị hư hại (ví dụ, dầm hoặc kèo ở độ cao lớn) và cần thực hiện các tính toán kiểm tra, có thể ước tính sơ bộ sự thay đổi các đặc tính chịu lực của bê tông theo tiết diện của kết cấu theo Bảng 2, trước tiên ước tính thời lượng tương đương của chế độ đám cháy chuẩn τ_3 theo 11.5, cũng như theo các hình vẽ tương ứng của Phụ lục G. Theo đó, cần phải xác định trước thời lượng của đám cháy và nhiệt độ nung bề mặt cực đại của kết cấu không tiếp cận được theo các dấu hiệu gián tiếp.

11.10 Các vị trí kiểm tra cường độ nén thực tế của bê tông trong các kết cấu bê tông cốt thép sau đám cháy, số lượng và các phương pháp kiểm tra cường độ do chuyên gia xác định trong quá trình chuẩn bị, với sự chính xác hóa trong quá trình kiểm tra trực quan và bằng thiết bị.

Trong quá trình kiểm tra bằng dụng cụ, nên tiến hành đánh giá so sánh cường độ nén của bê tông trong các kết cấu bị hư hại do đám cháy so với các kết cấu bê tông cốt thép tương tự không bị ảnh hưởng bởi đám cháy.

11.11 Trong các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép bị cháy, việc kiểm tra cường độ nén thực tế của bê tông bề mặt nên được thực hiện bằng các phương pháp kiểm tra không phá hủy theo TCVN 9335 và TCVN 9357, phương pháp siêu âm theo TCVN 13536, cũng như phương pháp kiểm tra cường độ phá hủy – đối với các mẫu được lấy từ các kết cấu theo TCVN 12252. Việc xử lý các kết quả thu được được thực hiện theo TCVN 9335, TCVN 9357, TCVN 10303 và TCVN 12252 và các tiêu chuẩn khác liên quan.

Trong quá trình kiểm tra không phá hủy cường độ nén thực tế của bê tông trong các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép sau đám cháy trên các bề mặt bê tông bằng phẳng, có thể áp dụng các phương pháp sau:

– Bật nảy;

- Biến dạng dẻo;
- Xung kích;
- Siêu âm.

Trên các bề mặt bê tông bị vỡ, không bằng phẳng và bị khuyết tật có thể áp dụng phương pháp siêu âm để kiểm tra cường độ.

Khi áp dụng các phương pháp kiểm tra không phá hủy, cường độ nén thực tế của bê tông được xác định dựa trên việc xây dựng mối quan hệ đường chuẩn theo phương pháp phá hủy cơ bản để thí nghiệm các mẫu được lấy từ kết cấu bê tông cốt thép hiện hữu theo TCVN 13536, TCVN 9335 và TCVN 9357.

Khi áp dụng phương pháp siêu âm để kiểm tra cường độ bê tông, có thể ước tính cường độ nén bề mặt theo sự thay đổi tốc độ siêu âm trong bê tông sau khi nung theo Bảng 8. Theo đó, nên tiến hành đo tốc độ siêu âm cả trên các kết cấu bê tông cốt thép bị cháy và trên các kết cấu tương tự không bị ảnh hưởng bởi đám cháy.

Bảng 8 – Sự thay đổi tương đối của siêu âm tùy thuộc vào nhiệt độ nung bê tông khi đám cháy

Thay đổi tương đối của siêu âm	1	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2
Nhiệt độ nung nóng bê tông, °C	20	120	200	300	400	500	600

11.12 Trong quá trình kiểm tra bằng dụng cụ, có thể ước tính sơ bộ cường độ nén thực tế của bê tông bề mặt trong các kết cấu bê tông cốt thép sau đám cháy theo đặc điểm của các vết tích để lại trên bề mặt kết cấu được làm sạch và làm phẳng sau khi dùng búa cơ khí (búa gõ) có khối lượng từ 600 g đến 700 g tác động lực trung bình vào bê tông hoặc bằng cách đục với đầu nhọn đặt vuông góc với bề mặt bê tông. Tổng số lần tác động phải không dưới 10. Đặc điểm của các vết tích để lại trên bề mặt bê tông của kết cấu bê tông cốt thép bị hư hại sau khi tác động bằng dụng cụ cơ khí được trình bày trong Bảng 9.

Bảng 9 – Đặc điểm của các vết tích để lại trên bề mặt bê tông sau khi tác động bằng dụng cụ cơ khí

Đặc điểm của vết đập của búa vào bề mặt bê tông của kết cấu	Đặc điểm của vết đập bằng đục, đặt đầu nhọn trên bê tông bề mặt kết cấu	Cường độ bê tông ước tính, Mpa
Trên bề mặt bê tông vẫn còn vết hằn mờ, khi đập vào cạnh thì có một mảng mỏng vỡ ra	Vết hằn không sâu, không có mảng vỡ nào	Trên 20
Trên bề mặt bê tông vẫn còn vết hằn rõ ràng, xung quanh có thể có những mảng mỏng vỡ ra	Có những mảng mỏng vỡ ra khỏi bề mặt bê tông	Từ 20 đến 10
Còn lại vết hằn sâu	Đục cắm vào bê tông ở độ sâu hơn 5 mm	Dưới 7

Phương pháp ước tính sơ bộ cường độ bê tông theo vết tích do tác động cơ học chỉ được chấp nhận như một cách xác nhận các kết quả thu được bằng các phương pháp khác khi khảo sát cường độ nén của bê tông. Phương pháp này không thể dùng làm phương pháp đánh giá độc lập.

11.13 Việc đánh giá cường độ nén thực tế của bê tông theo độ sâu của tiết diện các kết cấu bê tông cốt thép bị hư hại do đám cháy nên được thực hiện bằng cách lấy lõi theo TCVN 12252 từ những vị trí ít chịu tải nhất hoặc bị hư hại nhiều nhất trong kết cấu.

Để xác định chính xác hơn sự thay đổi cường độ nén của bê tông theo tiết diện của các kết cấu bị hư hại do đám cháy, sau khi lấy lõi nên tiến hành đánh giá cường độ từng lớp, số lượng mẫu được lấy cho mỗi lớp khảo sát nằm ở độ sâu nhất định phải không dưới ba.

11.14 Để đánh giá cường độ nén từng lớp của bê tông, nên lấy các mẫu lõi bê tông từ các cột và tường ở những vị trí hư hại nhiều nhất đến độ sâu không nhỏ hơn bốn lần đường kính của mũi khoan của máy khoan.

Nên lấy các mẫu khoan lõi bê tông từ các bức tường và sàn bê tông cốt thép toàn khối tiết diện đặc tại những vị trí chịu mô men nhỏ nhất bằng cách khoan xuyên suốt toàn bộ độ dày của tấm hoặc tường.

Sau khi lấy các lõi bê tông ra khỏi kết cấu, trước tiên nên kiểm tra bề mặt bê tông để xác định độ dày của lớp bê tông bị phá hủy, màu sắc của lớp này sẽ thay đổi và khác với màu sắc của các lớp bê tông sâu (ở giữa). Sau đó, khi chuẩn bị các lõi để thử nghiệm, nên cắt các lõi thành các mẫu sao cho có thể xác định được cường độ bê tông từng lớp trong các kết cấu cùng loại.

Xác định khả năng chịu lực thực tế của cốt thép trong các kết cấu bê tông cốt thép sau đám cháy

11.15 Khả năng chịu lực thực tế của cốt thép sau đám cháy có thể xác định, cả bằng cách thử nghiệm trong phòng thí nghiệm các mẫu cốt thép được lấy ra khỏi kết cấu sau đám cháy, cũng như theo các biểu đồ nung nóng các tiết diện (Phụ lục G).

11.16 Khả năng chịu kéo thực tế của cốt thép trong các kết cấu bê tông cốt thép sau đám cháy, theo kết quả thử nghiệm trong phòng thí nghiệm theo TCVN 197-1 đối với các mẫu cắt ra, cần được xác định trong các trường hợp sau:

- Đối với các thanh cốt thép bị hở theo chu vi (trên 50 % tiết diện ngang) trên các đoạn có chiều dài hơn 300 mm;
- Đối với các thanh cốt thép bị đẩy ra khỏi mặt phẳng (lòi ra);
- Đối với các thanh có thể dễ dàng hở lộ ra khi gõ vào bề mặt bê tông bằng búa;
- Đối với các thanh treo.

Chuyên gia xác định vị trí lấy mẫu cốt thép khỏi kết cấu, tổng số lượng mẫu.

11.17 Có thể kiểm tra các đặc tính cơ học của cốt thép hở một phần trên các đoạn có chiều dài nhỏ (lên đến 300 mm) bằng các phương pháp kiểm tra không phá hủy theo tiêu chuẩn áp dụng.

11.18 Khả năng chịu kéo thực tế của cốt thép sau đám cháy trong các kết cấu bê tông cốt thép, trong đó các khuyết tật của bề mặt bê tông phân bố trong phạm vi độ dày của lớp bê tông bảo vệ, có thể xác định về mặt lý thuyết theo các biểu đồ nung nóng các tiết diện (Phụ lục G).

11.19 Để xác định về mặt lý thuyết khả năng chịu kéo thực tế của cốt thép sau đám cháy, trước tiên cần phải xác định nhiệt độ tối đa tác động lên bề mặt bê tông của kết cấu khi xảy ra đám cháy và thời gian cháy. Cũng cần biết độ dày của lớp bê tông bảo vệ.

Chọn biểu đồ nung nóng tiết diện phù hợp nhất với cấu hình của kết cấu được kiểm tra và thời gian cháy (theo Phụ lục G). Theo độ dày đã biết của lớp bê tông bảo vệ d (d – khoảng cách từ bề mặt đến trục cốt

thép) xác định nhiệt độ nung nóng cốt thép. Sau đó, theo Bảng 2 xác định hệ số điều kiện làm việc của cốt thép ở nhiệt độ nung nóng tương ứng, cũng như giá trị thực tế của cường độ – theo công thức (3) và (4).

Xác định khuyết tật ẩn trong các kết cấu bê tông cốt thép

11.20 Để xác định các khuyết tật ẩn trong kết cấu (vết nứt, lỗ rỗng, ổ gà, bê tông xốp), người ta sử dụng các thiết bị siêu âm, gõ búa vào bề mặt kết cấu mà không sử dụng dụng cụ điện hay trực quan theo số lượng vết nứt và các thông số vết nứt (chiều dài và bề rộng).

- Tình trạng hư hại neo cốt thép dọc và thép đai, thép dọc tại gối, tình trạng nứt mẻ (nứt chéo và nứt mẻ bê tông tại cạnh dưới của dầm và gần các gối);
- Tình trạng cốt thép đứt (nứt);
- Tình trạng vồng ở các cấu kiện bê tông cốt thép (vị trí và bề rộng các vết nứt);
- Tình trạng thay đổi kết cấu hoặc phá hủy bê tông ở vùng nén của các cấu kiện bê tông cốt thép (nứt và bong tróc bê tông).

11.21 Khi gõ vào bề mặt bê tông của kết cấu bằng búa, cần chú ý đến âm thanh: bê tông không đặc chắc phát ra âm thanh đục, còn nếu có tình trạng bong tróc (các vết nứt trong bê tông của kết cấu song song với bề mặt của kết cấu) thì phát ra âm thanh rung động. Khi bê tông đặc chắc thì âm thanh trong trẻo.

11.22 Khi đánh giá tình trạng các kết cấu hệ siêu tĩnh của các tòa nhà và công trình nhiều tầng nhiều nhịp làm bằng bê tông cốt thép toàn khối (tấm, dầm, dầm ngang và cột), cần lưu ý rằng trong trường hợp đám cháy cục bộ tại một nhịp hoặc một tầng, sự tương tác giữa các cấu kiện riêng lẻ liên kết toàn khối có thể dẫn đến sự xuất hiện các ứng suất và biến dạng bổ sung ở các nhịp liền kề không xảy ra đám cháy.

Ở các dầm và tấm siêu tĩnh, có thể hình thành các khớp dẻo ở các gối, biểu hiện trực quan là sự xuất hiện các vết nứt đơn tại các gối và điểm liên kết của các kết cấu.

Đánh giá tình trạng khiếm khuyết và hư hại cũng như các thông số của chúng trong các kết cấu bê tông cốt thép sau đám cháy.

11.23 Đánh giá khuyết tật của kết cấu bê tông được thực hiện bằng trực quan theo số lượng vết nứt, chiều dài và bề rộng của vết nứt, bằng cách gõ búa vào bề mặt kết cấu, theo tốc độ lan truyền của dao động siêu âm trong bê tông.

11.24 Bề rộng của vết nứt được đo tại vị trí vết nứt mở lớn nhất cũng như ở miền cốt thép chịu kéo bằng kính lúp quang học (phóng đại gấp bốn lần trở lên) hoặc kính hiển vi.

Chiều sâu của vết nứt được xác định bằng cách sử dụng kim và thước lá mỏng, cũng như bằng phương pháp xung siêu âm.

11.25 Đánh giá tình trạng của tất cả các mối nối hàn hờ của cốt thép và các chi tiết chôn phải được thực hiện bằng phương pháp trực quan: xác định loại mối nối và các thông số của mối nối – chiều dài mối nối, chiều cao và sự phù hợp của chúng với thiết kế. Đồng thời, ghi lại các khuyết tật do đám cháy (nứt, bong tróc).

Nếu có vết nứt ở lớp bê tông bảo vệ của mỗi nối cốt thép có bề rộng lớn hơn 0,5 mm, thì phải loại bỏ phần bê tông khỏi mỗi nối, đánh giá tình trạng của mỗi nối và cốt thép liền kề trên chiều dài từ 50 mm đến 100 mm.

11.26 Để đo độ võng và độ lệch so với vị trí thiết kế của các kết cấu bê tông cốt thép sau đám cháy, người ta sử dụng các dụng cụ trắc địa (máy cân bằng, máy kinh vĩ, v.v.).

11.27 Để đánh giá tình trạng của từng kết cấu bị hư hại, cần lập một sơ đồ trong đó phác họa các vết nứt, bê tông vỡ và các khuyết tật khác, đồng thời ghi rõ các thông số của chúng.

Vị trí và vùng phân bố khuyết tật phải được ghi lại trên sơ đồ khuyết tật và trong biên bản khuyết tật, đồng thời ghi rõ vị trí của chúng so với các trục và các điểm cao độ của tòa nhà, các thông số của khuyết tật. Cần lập tài liệu ảnh về các khuyết tật và hư hại đặc trưng trong các kết cấu sau đám cháy.

Xác định cường độ thực tế của thép trong các kết cấu thép sau đám cháy.

11.28 Cường độ thực tế của thép trong các kết cấu thép sau đám cháy cần được xác định bằng cách thử nghiệm tại phòng thí nghiệm đối với các mẫu tiêu chuẩn được lấy từ các kết cấu sau đám cháy và bằng các phương pháp kiểm tra không phá hủy lớp bề mặt kim loại về độ cứng, đồng thời tuân thủ các quy định sau.

11.29 Việc lấy mẫu, phơi và mẫu từ các kết cấu thép sau đám cháy để thử nghiệm cơ học phải được thực hiện theo các tài liệu kỹ thuật khác có liên quan.

11.30 Phôi để làm mẫu từ các kết cấu thép bị hư hại cần được cắt ra tại những vị trí không bị biến dạng dẻo trong quá trình cháy và tại những vị trí đảm bảo độ cứng và ổn định của kết cấu thép sau khi cắt.

11.31 Khi lấy phôi để làm mẫu, các cấu kiện của kết cấu thép được chia thành các lô có điều kiện của các cấu kiện kết cấu đồng dạng: dầm thép, dầm, cột, v.v. Các phôi được lấy từ ba cấu kiện đồng dạng của một lô (đai trên, đai dưới, thanh chống chịu nén đầu tiên, v.v.) không ít hơn hai phôi từ một cấu kiện.

Tất cả các phôi phải được đánh dấu, vị trí lấy mẫu phải được đánh dấu trên sơ đồ và mặt bằng của tòa nhà.

11.32 Các đặc tính cơ học của thép được thu được bằng cách thử nghiệm các mẫu tiêu chuẩn về độ giãn dài theo TCVN 197-1.

11.33 Tất cả các cấu kiện của kết cấu thép được lấy phôi để thử nghiệm cơ học phải được phục hồi (gia cường).

11.34 Khi xác định các đặc tính cơ học của thép trong các kết cấu thép sau đám cháy bằng phương pháp đo độ cứng của lớp bề mặt các kết cấu bị hư hại, người ta sử dụng máy đo độ cứng. Đồng thời, việc đánh giá các đặc tính cơ học được thực hiện theo các mối quan hệ tương quan.

Đánh giá tình trạng khiếm khuyết và hư hại cũng như các thông số của chúng trong các kết cấu thép sau đám cháy.

11.35 Để đo vị trí tương đối của các kết cấu, độ võng và độ lệch so với vị trí thiết kế của các kết cấu thép sau đám cháy, người ta sử dụng các dụng cụ trắc địa (máy cân bằng, máy kinh vĩ, v.v.).

11.36 Độ lệch so với phương thẳng đứng có thể được đo bằng cách thả dọi và máy kinh vĩ, độ chênh lệch điểm cao có thể được đo bằng phương pháp san lấp mặt bằng.

12 Kết luận về tình trạng công trình sau cháy

12.1 Dựa trên kết quả kiểm tra kỹ thuật các kết cấu xây dựng của tòa nhà và công trình sau đám cháy, sẽ lập một tài liệu tổng kết dưới dạng kết luận về tình trạng kỹ thuật của các kết cấu xây dựng của tòa nhà và công trình sau đám cháy (sau đây gọi là kết luận).

12.2 Kết luận được các chuyên gia thẩm định ký, người đứng đầu tổ chức thực hiện việc kiểm tra phê duyệt, có thể được thống nhất với ban quản lý của tổ chức chủ sở hữu tòa nhà và công trình xảy ra đám cháy và đại diện của tổ chức thiết kế. Danh sách các cơ quan thống nhất được xác định trong nhiệm vụ kỹ thuật.

12.3 Kết luận phải bao gồm:

- Các thông tin về đám cháy (ngày xảy ra đám cháy, thời gian cháy (thực tế, tương đương với chế độ cháy tiêu chuẩn), nguyên nhân cháy, thông tin về tải trọng cháy (vật gì cháy ở đâu), thời gian cháy dữ dội trong vụ cháy, vị trí điểm xuất phát cháy, nhiệt độ tối đa trong phòng khi xảy ra đám cháy, sự có mặt của các điều kiện thúc đẩy sự phát triển của đám cháy (sự có mặt của chất dễ cháy và chất oxy hóa, cũng như nguồn gây cháy), thông tin về các phương tiện dập tắt đám cháy (nước, bọt, v.v.);
- Đặc điểm của tòa nhà và công trình trước khi xảy ra đám cháy dựa trên dữ liệu thiết kế (tên đối tượng, năm xây dựng, kích thước mặt bằng, số tầng, số phòng và đặc điểm tóm tắt của chúng, sơ đồ kết cấu);
- Đặc điểm của các kết cấu xây dựng (kích thước, vật liệu kết cấu, đặc điểm thiết kế của vật liệu đó, sơ đồ làm việc của kết cấu, số và tên của các bản vẽ tiêu chuẩn);
- Đặc điểm của tải trọng trên kết cấu (tập trung, phân bố đều, tĩnh, động, giá trị của chúng);
- Các thông tin về tình trạng kỹ thuật của đối tượng và các điều kiện khai thác sử dụng các kết cấu xây dựng của đối tượng trước thời điểm xảy ra đám cháy, thu được từ việc phân tích tài liệu thiết kế, thi công và khai thác sử dụng, cũng như dựa trên việc phỏng vấn bộ phận khai thác sử dụng và công nhân của doanh nghiệp;
- Đánh giá mức độ hư hại của các kết cấu bê tông cốt thép trong quá trình xảy ra đám cháy tùy thuộc vào sự có mặt của những hư hại và khuyết tật này hay những hư hại và khuyết tật khác sau đám cháy;
- Các giá trị nhiệt độ gia nhiệt của bê tông và cốt thép của các kết cấu (nhiệt độ gia nhiệt tối đa của cốt thép và bê tông, thời gian gia nhiệt), sự phân bố nhiệt độ theo tiết diện ngang của kết cấu;
- Kết quả kiểm tra các kết cấu xây dựng của tòa nhà và công trình sau đám cháy, bao gồm các sơ đồ phân bố khuyết tật và biên bản khuyết tật, đặc điểm của kết cấu sau đám cháy (độ võng, chiều dài và bề rộng nứt, gồ, mối nối, v.v.), kết quả kiểm tra các đặc tính chịu lực thực tế của vật liệu, cũng như đánh giá sự thay đổi (bảo toàn) sơ đồ tính toán của tòa nhà và các kết cấu sau đám cháy;
- Kết quả đánh giá khả năng chịu lực còn lại của các kết cấu sau đám cháy (thực hiện bởi chuyên gia và được ghi trong kết luận, nếu cần, theo yêu cầu của người đứng đầu doanh nghiệp xảy ra đám cháy);
- Đánh giá về loại tình trạng kỹ thuật của các kết cấu bê tông cốt thép và toàn bộ tòa nhà và công trình sau đám cháy;
- Danh sách các kết cấu không phù hợp để tiếp tục khai thác sử dụng; phù hợp nhưng cần gia cường hoặc giảm tải trọng tác dụng trong quá trình khai thác sử dụng; các kết cấu cần sửa chữa nhỏ để phục hồi và thay thế một phần bê tông và cốt thép; các kết cấu phù hợp để khai thác sử dụng tiếp tục mà không cần gia cường và sửa chữa;

– Các kiến nghị về việc phục hồi, gia cường hoặc tháo dỡ các kết cấu.

Trong kết luận, cần đưa ra những kết luận rõ ràng về tình trạng kỹ thuật của từng kết cấu bị khuyết tật và toàn bộ tòa nhà và công trình.

12.4 Trong các phụ lục của kết luận, cần trình bày các tài liệu ảnh đặc trưng cho tình trạng của các kết cấu xây dựng của đối tượng sau đám cháy và các tài liệu chứng minh khác.

12.5 Trong các kiến nghị về việc gia cường hoặc phục hồi các kết cấu bê tông cốt thép bị cháy, cần đưa ra các thông tin sau:

- Danh sách các kết cấu cần phục hồi, gia cường hoặc thay thế;
- Mô tả và đặc điểm của các khuyết tật của các kết cấu bị hư hại cần gia cường;
- Các đặc điểm về độ bền thực tế của bê tông và cốt thép sau đám cháy, hình dạng tiết diện của các kết cấu cần tính toán khi gia cường các kết cấu bị hư hại;
- Các thông tin về sơ đồ tính toán của tòa nhà và các kết cấu bị hư hại sau đám cháy;
- Các phương pháp được kiến nghị hoặc các giải pháp có tính nguyên tắc để phục hồi và gia cường các kết cấu bị cháy.

13 Gia cố và phục hồi các công trình xây dựng bị hư hỏng do cháy. Quy định chung

13.1 Tất cả các kết cấu xây dựng bị hư hại do cháy đều cần tiến hành các biện pháp phục hồi hoặc gia cường. Việc gia cường hoặc phục hồi các kết cấu xây dựng bị cháy phải được thực hiện theo một dự án độc lập.

13.2 Khả năng, tính hợp lý và lựa chọn phương pháp sửa chữa phục hồi hoặc gia cường các kết cấu xây dựng bị cháy phụ thuộc vào:

- Tình trạng của các kết cấu (tính chất và mức độ hư hại);
- Sự thay đổi về các đặc tính chịu lực thực tế của vật liệu của các kết cấu bị hư hại;
- Từ các yêu cầu khai thác sử dụng và thiết kế đối với tải trọng, độ cứng, kích thước tổng thể, v.v.
- Từ hiệu quả kinh tế của việc phục hồi các kết cấu bị cháy so với việc xây mới các kết cấu.

13.3 Trong trường hợp các kết cấu xây dựng bị hư hại nhẹ sau đám cháy, thường cần phải sửa chữa thẩm mỹ bề mặt bằng cách sử dụng các hỗn hợp sửa chữa đặc biệt, vật liệu hoàn thiện và sơn phủ.

13.4 Trong trường hợp hư hại ở mức độ trung bình và nặng, cần phải phục hồi hoặc gia cường các kết cấu xây dựng hoặc thay thế bằng các cấu kiện mới.

13.5 Việc gia cường các kết cấu bê tông cốt thép bị cháy được thực hiện:

- Nếu vẫn giữ nguyên kích thước tổng thể – tăng số lượng cốt thép. Trong trường hợp này, hàm lượng cốt thép chịu lực không được vượt quá giá trị tối đa cho phép theo TCVN 5574;
- Tăng tiết diện các cấu kiện bằng cách đắp bê tông cốt thép một mặt hoặc hai mặt;
- Cấu tạo dạng đai hoặc lớp phủ bê tông cốt thép ba mặt, bốn mặt;

– Lắp các kết cấu phân lực, đặt dưới kết cấu được gia cường và làm việc cùng với kết cấu đó: dầm phân phối, tấm hoặc dầm thép, cũng như các giá đỡ, giá đỡ ngoài, cốt thép dự ứng lực, thanh chống dự ứng lực, thanh giằng, đai kẹp ngoài, v.v.

13.6 Khi phục hồi các kết cấu thép bị cháy, công việc sửa chữa phục hồi thường được thực hiện theo hai giai đoạn:

- Nâng và chỉnh thẳng chung các kết cấu;
- Sửa chữa và gia cường các cấu kiện.

Công việc của từng giai đoạn nêu trên có thể được thực hiện mà không cần tháo tải, dỡ tải, tháo dỡ một phần hoặc toàn bộ.

Nên phục hồi và sửa chữa theo khả năng mà không cần dỡ tải và tháo dỡ các kết cấu. Chỉ nên dỡ tải trong trường hợp xảy ra các ứng suất bổ sung lớn do loại bỏ các cấu kiện bị hư hại, khi không có thiết bị nâng đủ sức nâng, v.v.. Chỉ nên tháo dỡ một phần hoặc toàn bộ trong trường hợp hư hại nặng, khi việc tháo dỡ cấu kiện hợp lý hơn là lắp đặt các thiết bị phức tạp để sửa chữa cấu kiện tại chỗ.

Việc phục hồi kết cấu thép mà không cần tháo dỡ nên được tiến hành bằng cách dỡ bỏ tải trọng tạm thời và đưa về vị trí thiết kế bằng kích, palăng, giá đỡ, chống...

Các phương pháp gia cường kết cấu thép được kiến nghị như sau:

- Đặt thêm các gân, vách ngăn và chống;
- Tăng tiết diện các cấu kiện;
- Gia cường các mối nối của các cấu kiện;
- Bổ sung các kết cấu mới và thay đổi sơ đồ kết cấu;
- Tăng độ cứng không gian.

Khi phục hồi kết cấu thép sau đám cháy, thông thường người ta sử dụng kết hợp một số phương pháp gia cường.

13.7 Việc gia cường các kết cấu công trình bị hư hại do đám cháy phải được thực hiện với cơ sở tính toán các giải pháp gia cường đã được phê duyệt.

Khi lập dự án gia cường hoặc phục hồi kết cấu công trình sau đám cháy, các tính toán thiết kế đối với kết cấu bê tông cốt thép phải được thực hiện theo TCVN 5574, kết cấu thép – theo TCVN 5575, kết cấu khối xây – theo TCVN 5573, kết cấu gỗ – theo tiêu chuẩn kỹ thuật tương ứng.

13.8 Các kết cấu công trình được phục hồi và gia cường phải tuân thủ các tiêu chuẩn hiện hành về độ bền cơ học, độ bền lâu và an toàn, bao gồm cả an toàn cháy nổ.

13.9 Khi gia cường và phục hồi các kết cấu công trình bị hư hại do đám cháy, cần phải đảm bảo các giới hạn chịu lửa chuẩn và các cấp nguy hiểm cháy theo quy định hiện hành.

Đánh giá tính toán các giới hạn chịu lửa của các kết cấu bê tông cốt thép được gia cường phải được thực hiện theo các tiêu chuẩn hiện hành tương ứng.

13.10 Việc lựa chọn phương pháp và vật liệu gia cường phải tính đến khả năng áp dụng phương pháp đã chọn, tính ăn mòn của môi trường, nguy cơ cháy nổ và nguy cơ nổ của các phòng, khả năng gia cường mà không dừng hoặc dừng quá trình sản xuất.

Trong các phòng có môi trường ăn mòn, vật liệu gia cường và phương pháp bảo vệ chống ăn mòn phải tuân thủ TCVN 9346 và TCVN 12251.

Phụ lục A

(tham khảo)

Các bảng để đánh giá gần đúng mức độ thiệt hại của các công trình xây dựng trong đám cháy**Bảng A.1 – Đánh giá mức độ hư hại của các kết cấu bê tông cốt thép khi xảy ra đám cháy**

Mức độ hư hại	Đặc điểm hư hại sau đám cháy	Các biện pháp dự kiến
Nhẹ	Bề mặt kết cấu có muội than và bồ hóng khắp nơi; bong tróc, nứt hoặc phồng sần trên bề mặt kết cấu; các mảnh bê tông nhỏ lẻ tẻ bị vỡ ở độ sâu không quá 10 mm; lười các vết nứt do nhiệt độ và co ngót nằm rải rác trên lớp vữa trát (nếu có) và trên bề mặt bê tông ở độ sâu đến 5÷10 mm. Không có khuyết tật và biến dạng ảnh hưởng đến việc giảm sức chịu tải của kết cấu	Sức chịu tải của kết cấu không giảm. Không cần tính toán kiểm tra kết cấu. Cần sửa chữa thẩm mỹ bề mặt kết cấu (trát vữa, bả ma tít, sơn bề mặt kết cấu, trám các mảnh bê tông bị vỡ bằng hỗn hợp sửa chữa đặc biệt)
Trung bình	Bề mặt kết cấu không bị phủ muội than và bồ hóng khắp nơi (muội than và bồ hóng bị cháy một phần); Các mảnh bê tông bị vỡ ở các góc cột và dầm với phần cốt thép chịu lực dọc bên ngoài bị hở một phần, cả theo chu vi (cốt thép vẫn liên kết một phần với bê tông) và theo chiều dài các thanh; Cốt thép đai bị hở tới 30 % diện tích bề mặt kết cấu cột, dầm và sàn hoặc mái; các khu vực cục bộ bong tróc bề mặt bê tông nhưng không bị sụp đổ ở độ sâu không vượt quá độ dày của lớp bê tông bảo vệ (khi gõ vào bề mặt bê tông bằng búa sẽ nghe thấy tiếng đục); Các vết nứt do nhiệt độ và co ngót trên bề mặt nằm rải rác ở độ sâu đến 20 mm; Ở sàn – các khu vực cục bộ bê tông bị nổ vỡ với phần cốt thép chịu lực bị hở (cốt thép bị hở một phần – đến 50 % chu vi); Có khả năng có các khu vực cục bộ bê tông đổi màu từ xám sang hồng	Cần kiểm tra trực quan và bằng dụng cụ một cách chi tiết, tiến hành tính toán kiểm tra các kết cấu bị khuyết tật, trong đó bao gồm các đặc tính chịu lực của vật liệu bị suy giảm và tiết diện của các bộ phận bị suy giảm trong các vùng chịu mô men và lực lớn nhất. Sức chịu tải của các bộ phận có thể giảm tới 10 %. Cần sửa chữa phục hồi bề mặt bê tông bằng cách loại bỏ trước các bề mặt bê tông bong tróc, trét các vết nứt, gia cường cục bộ các kết cấu bị khuyết tật với việc tăng tiết diện của các bộ phận kết cấu theo kết quả tính toán kiểm tra
Nặng	Bê tông đổi màu từ xám sang vàng đậm, ở các khu vực cục bộ – sang vàng;	Cần kiểm tra trực quan và bằng dụng cụ chi tiết, tiến hành tính toán kiểm tra các kết cấu bị khuyết tật.

Bảng A.1 – (kết thúc)

Mức độ hư hại	Đặc điểm hư hại sau đám cháy	Các biện pháp dự kiến
	Các mảnh bê tông bị vỡ và phá hủy lớp bề mặt (nổ vỡ) ở độ sâu vượt quá độ dày của lớp bê tông bảo vệ; Tiết diện của các bộ phận giảm tới 30 %; Cốt thép chịu lực của cột và dầm bị hở theo chu vi với sự liên kết giữa cốt thép và bê tông bị phá vỡ (từ 30 % đến 50 % các thanh); Có những khu vực mà khi gõ vào bề mặt bằng búa sẽ nghe thấy tiếng kêu đục hoặc rung (bề mặt bê tông bong tróc nhưng không bị sụp đổ) ở độ sâu vượt quá độ dày của lớp bê tông bảo vệ; Các vết nứt do nhiệt độ và co ngót có bề rộng lớn hơn 0,5 mm ở độ sâu đến 30 mm	Trong quá trình kiểm tra trực quan, cần gỡ bỏ bê tông yếu bằng cách gõ vào bề mặt bằng búa cầm tay (không sử dụng dụng cụ điện) để xác định chính xác hình dạng tiết diện của các bộ phận. Cần tính toán kiểm tra kết cấu có tính đến kết quả kiểm tra trực quan và bằng dụng cụ. Sức chịu tải của các bộ phận giảm từ 10 % đến 25 %. Cần gia cường các kết cấu bị khuyết tật theo bản vẽ phục hồi được thiết kế đặc biệt. Cần lắp các giá đỡ chống đỡ dưới các kết cấu dầm và sàn bị khuyết tật để giảm tải cho các kết cấu.
Nghiêm trọng	Bê tông có màu vàng (ở phần trên cùng của cột cũng như trên bề mặt trần của sàn); Các mảnh bê tông bị vỡ và bong tróc làm giảm diện tích tiết diện của bộ phận hơn 30 %; Hơn 50 % cốt thép của cột và dầm bị hở; Cốt thép chịu lực bị võng (lệch khỏi mặt phẳng) hơn 25 %; Sự liên kết giữa cốt thép và bê tông bị phá vỡ (hơn 50 % các thanh trong kết cấu); Ở các sàn và mái phẳng toàn khối (với các nút cứng), hàng cốt thép chịu lực dưới cùng bị võng khi không có đai ngang, trên hơn 50% diện tích bề mặt kết cấu; Các chi tiết chôn và chi tiết gối đỡ bị bong ra; Kết cấu bị lung lay; Sự liên kết của cốt thép ở các nút đỡ bị phá vỡ, các chi tiết chôn và chi tiết đỡ bị bong ra; Các vết nứt đơn lẻ ở các vùng đỡ của dầm và sàn hoặc mái khi tòa nhà có sơ đồ cứng nhắc (tạo ra các khớp dẻo); Độ võng lớn hơn 1/50 chiều dài nhịp với việc tạo ra các vết nứt có bề rộng lớn hơn 1 mm; Biến dạng kết cấu; Kết cấu bị sụp đổ	Không nên phục hồi các kết cấu. Các kết cấu bị khuyết tật phải được tháo dỡ và thay thế bằng các kết cấu mới theo bản vẽ phục hồi tòa nhà sau đám cháy được thiết kế đặc biệt

Bảng A.2 – Đánh giá mức độ hư hại của các kết cấu thép khi xảy ra đám cháy tùy thuộc vào mức độ hư hại

Mức độ hư hại	Đặc điểm hư hại	Thời gian chịu tác động của nhiệt độ	Các biện pháp dự kiến
Nhẹ	Kết cấu không bị biến dạng, các vết lõm nhỏ trên các bộ phận phụ và các bộ phận không chịu tải lớn, bị cong cục bộ. Không có khuyết tật và biến dạng ảnh hưởng đến việc giảm sức chịu tải của kết cấu Sức chịu tải của kết cấu thép không giảm. Trên bề mặt có lớp bồ hóng dễ dàng làm sạch và mép cháy sém. Độ cứng tương ứng với mác thép.	Ngắn (từ 15 phút đến 20 phút), ở nhiệt độ từ 400 °C đến 600 °C	Không cần sửa chữa kết cấu. Cần sửa chữa thẩm mỹ bề mặt kết cấu
Trung bình	Xuất hiện các biến dạng của các bộ phận phụ dưới dạng đứt gãy trên toàn bộ tiết diện và (hoặc) cong trên chiều dài lớn, cũng như các bộ phận chính bị cong cục bộ. Các khuyết tật làm giảm sức chịu tải của kết cấu mà không làm mất sức chịu tải của các bộ phận chính. Độ cứng có thể giảm tới 15 %. Trên bề mặt kết cấu thép có thể quan sát thấy: – bồ hóng và một lớp vảy sắt (gỉ sắt) mỏng khó làm sạch; – lớp vảy sắt (gỉ sắt) bong tróc ở một số nơi	Ngắn, ở nhiệt độ từ 600 °C đến 800 °C	Cần kiểm tra trực quan và bằng dụng cụ một cách chi tiết, tiến hành tính toán kiểm tra các kết cấu bị khuyết tật, trong đó các đặc tính cơ học của thép và tiết diện bị suy giảm của các bộ phận trong các vùng chịu mô men và lực lớn nhất. Cần kiểm tra độ cứng của thép có chọn lọc đối với các kết cấu bị hư hại. Cần sửa chữa phục hồi cục bộ các kết cấu bị khuyết tật mà không cần tháo dỡ, nếu cần, lắp bổ sung thêm các thanh chống, giằng chống, thanh giằng kéo, điểm tựa (chặn).

Bảng A.2 – (kết thúc)

Mức độ hư hại	Đặc điểm hư hại	Thời gian chịu tác động của nhiệt độ	Các biện pháp dự kiến
			Được phép tháo dỡ hoặc sửa chữa các kết cấu và bộ phận của kết cấu bị biến dạng ít. Cấm gia công nhiệt các kết cấu
Nặng	Các bộ phận chính của kết cấu thép bị biến dạng mạnh: phá hủy các nút và mối nối, Rách (đứt) toàn tiết diện. – cong trên chiều dài lớn. Bề mặt kết cấu bị phủ một lớp vảy sắt (gỉ sắt) dày. Độ cứng của kim loại có thể giảm từ 15 % đến 30 %. Mất hoàn toàn sức chịu tải của kết cấu khi chịu tải trọng khai thác sử dụng.	Dài, ở nhiệt độ trên 800 °C	Cần kiểm tra độ cứng của thép trên các kết cấu được giữ lại. Từ đó giảm độ võng xuống của giàn đến $f = l / 500$. Cần thay thế hoặc gia cường các kết cấu bị khuyết tật theo bản vẽ phục hồi được thiết kế đặc biệt. Khi gia cường cần giảm độ võng của kết cấu bằng cách gia cố tạm thời hoặc chống đỡ tạm thời
Nghiêm trọng	Kết cấu thép bị biến dạng mạnh, gãy gập, rách, các vùng bị nóng chảy và nung chảy (thép bị nung quá nhiệt). Độ cứng của thép giảm hơn 30 %. Phá hủy các kết cấu riêng lẻ hoặc các phần của tòa nhà	Dài, ở nhiệt độ từ 800 °C đến 1 400 °C	Không thể phục hồi các kết cấu. Cần tháo dỡ các kết cấu bị khuyết tật sau đó thay thế bằng các kết cấu mới theo bản vẽ phục hồi tòa nhà sau đám cháy được thiết kế đặc biệt

Bảng A.3 – Tiêu chí đánh giá mức độ hư hại nặng và mức độ hư hại của các kết cấu thép khi xảy ra đám cháy

Loại kết cấu (loại hư hại)	Mức độ hư hại của kết cấu thép và tiêu chuẩn hư hại		Phương pháp khắc phục hư hại
	ng nghiêm trọng	nặng	
Độ võng của các bộ phận chịu uốn (theo phần trăm chiều dài nhịp)			
Dầm dọc khi có tải trọng từ mái (bị uốn cong trong mặt phẳng có mô men quán tính lớn nhất của tiết diện)	$f>1/100$	$f\leq 1/100$	Tháo dỡ và sửa chữa
Tương tự, khi không có tải trọng từ mái	$f>1/150$	$f\leq 1/150$	
Dầm chính của sàn thao tác của các tòa nhà sản xuất, sàn liên tầng (bị uốn cong trong mặt phẳng có mô men quán tính lớn nhất của tiết diện)	$f>1/300$	$f\leq 1/300$	
Dầm cầu trục khi cần cầu Q = 50 tấn (bị uốn cong trong mặt phẳng có mô men quán tính lớn nhất của tiết diện)	$f>1/500$	$f\leq 1/500$	
Giàn khi có tải trọng trên mái (độ võng trong mặt phẳng thẳng đứng)	$f>1/200$	$f\leq 1/200$	Giảm độ võng xuống 1/500
Cong các thanh nén và kéo của giàn (theo phần trăm chiều dài)			
Cong các thanh nén của giàn	$f>1/400$	$f\leq 1/400$	Sửa chữa thanh
Cong các thanh kéo của giàn	$f>1/100$	$f\leq 1/100$	Sửa chữa thanh

Bảng A.4 – Đánh giá mức độ hư hại của các kết cấu khối xây khi xảy ra đám cháy

Mức độ hư hại	Tính chất hư hại	Chế độ tác động nhiệt độ, °C	Các biện pháp dự kiến
Yếu	Hư hại tường xây và cột trụ bằng gạch đất sét khi cháy ở độ sâu không quá 5 mm (bong tróc); các vết nứt bề mặt theo chiều dọc và chéo, chạy qua các phần chịu lực hoặc ít chịu lực của tường, có lỗ mở	Dưới 800	Sức chịu tải của kết cấu không giảm. Không cần sửa chữa. Phục hồi lớp hoàn thiện
Trung bình	Hư hại tường xây và cột trụ bằng gạch đất sét có cốt thép và không cốt thép ở độ sâu 5 ÷ 0 mm. Xuất hiện các vết nứt theo chiều dọc hoặc chéo có chiều cao không quá hai hàng gạch, các bức tường bị nghiêng và phình ra không quá 1/6 độ dày của tường; hư hại nhỏ ở lớp xây dưới các gối của giàn, dầm, dầm phụ và dầm ngang dưới dạng các vết nứt, không cắt ngang quá hai hàng gạch	Từ 800 đến 1 000	Sức chịu tải của kết cấu khi chịu tải trọng khai thác sử dụng giảm từ 15 % đến 20 %. Cần sửa chữa một phần tại chỗ với việc phục hồi các đặc tính khai thác sử dụng

Bảng A.4 – (tiếp theo)

Mức độ hư hại	Tính chất hư hại	Chế độ tác động nhiệt độ, °C	Các biện pháp dự kiến
Nặng	Hư hại vách tường và cột ở độ sâu hơn 10 mm; Nứt dọc và xiên ở các vị trí chịu lực của tường và cột cao hơn hai hàng gạch; Vách tường nghiêng và phình ra tới 1/3 hoặc dày hơn; Các viên gạch dưới các gối của giàn, dầm, xà ngang và dầm chịu lực bị hỏng; Tạo thành các vết nứt dài và rộng	Từ 1 000 đến 1 200	Khả năng chịu lực của kết cấu giảm hơn 20 % khi chịu tải trọng khai thác sử dụng. Khôi phục kết cấu bằng cách tiến hành sửa chữa lớn và gia cường kết cấu
Nghiêm trọng	Phá hủy hoàn khối xây	Từ 1 200 đến 1 400	Kết cấu phải tháo dỡ và thay thế

Bảng A.5 – Đánh giá mức độ hư hại của các kết cấu gỗ khi xảy ra đám cháy tùy thuộc vào mức độ hư hại

Mức độ hư hại	Tính chất hư hại của kết cấu	Nhiệt độ tác động, °C	Các biện pháp dự kiến
Yếu	Gỗ bị cháy đen ở độ sâu tới 10 mm	Từ 450 đến 600	Sửa chữa thẩm mỹ
Trung bình	Tạo thành than gỗ xốp ở độ sâu tới 20 mm	Từ 600 đến 800	Sửa chữa tại chỗ
Nặng	Gỗ bị cháy đen ở độ sâu hơn 30 mm	Từ 800 đến 1 000	Gia cường kết cấu
Khẩn cấp	Kết cấu bị sụp đổ	tới 1 000 trở lên	Thay thế kết cấu

Phụ lục B

(tham khảo)

**Dữ liệu từ các nghiên cứu hiện trường để xác định nhiệt độ tối đa trong phòng khi cháy
bằng các dấu hiệu gián tiếp**

Bảng B.1 – Sự thay đổi về hình dạng và hình thức của các vật thể riêng lẻ còn lại sau đám cháy tùy thuộc vào mức độ tác động của nhiệt độ

Kết cấu hoặc các bộ phận của kết cấu, đồ vật	Vật liệu chế tạo đồ vật, kết cấu hoặc các bộ phận của kết cấu	Đặc điểm thay đổi về hình thức và hình dạng bên ngoài	Nhiệt độ xảy ra sự thay đổi hình thức, hình dạng của đồ vật hoặc bộ phận của kết cấu, °C
Các thành phần chèn khe hở, miếng đệm chống thấm, lớp bọc cáp	Chì	Các góc tròn hoặc tạo thành giọt	Từ 300 đến 500
Các thành phần hàn, đồ vật mạ kẽm	Kẽm	Tạo thành giọt	400
Các chi tiết nhỏ của máy móc, phụ kiện nhà vệ sinh, các chi tiết kết cấu công trình, đồ dùng nhà bếp	Nhôm và hợp kim của nhôm		650
Khối thủy tinh, chai, bình	Đồ thủy tinh đúc	Làm mềm hoặc dính lại; tròn; mất hình dạng	Từ 700 đến 750 750 800
Kính cửa sổ, tấm kính, kính cường lực	Kính tấm	Làm mềm hoặc dính lại; tròn; mất hình dạng	Từ 700 đến 750 800 850
Đồ trang sức, đồ dùng nhà bếp, tiền xu	Bạc	Các góc tròn hoặc tạo thành giọt	950
Phụ kiện cửa ra vào, đồ nội thất, đèn	Đồng thau		Từ 900 đến 1 000
Đèn treo, đèn chùm, tay nắm	Đồng		1 000
Dây điện, tiền xu	Đồng		1 100
Ống, bộ tản nhiệt, đế máy	Gang đúc	Tạo thành giọt	Từ 1 100 đến 1 200
Kết cấu công trình	Bê tông	Làm chảy	Từ 1 200 đến 1 600
	Kim loại	Biến dạng lớn	Từ 550 đến 600
	Bê tông có cốt liệu từ đá (khoáng vật) silicat	Phá hủy với sự gia tăng thể tích	572
	Bê tông có cốt liệu từ canxi cacbonat và magiê cacbonat	Phân ly hoàn toàn	900
	Bê tông có cốt liệu từ đất sét nung	Làm chảy	Từ 400 đến 500 Từ 1 100 đến 1 200

Bảng B.2 – Sự thay đổi trạng thái của bê tông nặng cốt liệu granit có độ ẩm dưới 3 % trước khi xảy ra đám cháy tùy thuộc vào nhiệt độ tác động của đám cháy

Nhiệt độ nung bê tông tối đa, °C	Tình trạng cấu trúc bê tông và các khuyết tật có thể xảy ra
Từ 100 đến 200	Cấu trúc đặc chắc. Mỗi liên kết giữa các thành phần rất bền vững. Các hạt cát và đá dăm được bao phủ bởi khối lượng đá xi măng ngậm nước. Sự phát triển của các hợp chất ngậm nước nhờ hiệu ứng tự sinh nhiệt. Một số hợp chất canxi silicat ngậm nước phát triển. Không có khuyết tật
Từ 300 đến 400	Cấu trúc kém đặc chắc hơn. Mỗi liên kết giữa các thành phần bị yếu đi. Canxi aluminat ngậm nước bị mất nước. Nước hấp phụ từ canxi silicat ngậm nước bị giải phóng. Có thể có các vết nứt vi mô do nhiệt độ và co ngót trên bề mặt sâu tới 5 mm
Từ 500 đến 572	Cấu trúc không đặc chắc. Mỗi liên kết giữa các thành phần yếu. C_2S mất nước. $Ca(OH)_2$ bị mất nước. Thạch anh biến thành $\alpha-SiO_2$. Các cốt liệu chứa thạch anh bị nứt. Các hạt granit ở trạng thái chịu ứng suất. Có thể có các vết nứt vi mô do nhiệt độ và co ngót trên bề mặt sâu tới 20 mm
600	Cấu trúc không đặc chắc. Mỗi liên kết giữa các thành phần yếu. C_2S mất nước. Canxi hydro sunfo aluminat, canxi hydro cloro aluminat, canxi hydro nitro aluminat bị phân hủy. Các hạt bị nứt
800	Cấu trúc không đặc chắc. Mỗi liên kết giữa các thành phần rất yếu. Xuất hiện các dấu hiệu đầu tiên của hợp chất nóng chảy đông đặc. Canxi aluminat ngậm nước vô định hình (C_3A) và canxi silicat ngậm nước (C_3S và C_2S) kết tinh. $\alpha-SiO_2$ biến thành β – trinitrit. Granit phân rã thành thạch anh, fenspat và mica
Từ 900 đến 950	Cốt liệu đá vôi phân ly và đá xi măng mất nước bị vỡ vụn. Có nhiều vết nứt trong cấu trúc bê tông
1 000	Cấu trúc không đặc chắc. Mỗi liên kết giữa các thành phần rất yếu. Bê tông bị chảy. Xuất hiện hợp chất nóng chảy đông đặc của canxi hydro sunfo aluminat, canxi hydro cloro aluminat, canxi hydro nitro aluminat và các khoáng chất fenspat. Các dạng đa hình của C_3S và C_2S
Từ 1 200 đến 1 600	Cấu trúc bê tông được hợp chất nóng chảy đông đặc của canxi silicat ngậm nước và mica làm đặc chắc. Cấu trúc tinh thể của bê tông bị phá hủy. β – trinitrit biến thành cristobalit

Bảng B.3 – Các dấu hiệu gián tiếp về nhiệt độ tác động của đám cháy tùy thuộc vào sự thay đổi màu sắc của bê tông

Nhiệt độ môi trường cháy, °C	Màu sắc của bê tông
Dưới 300	Xám tự nhiên
Từ 300 đến 600	Từ hồng đến đỏ
Từ 600 đến 900	Từ xám đậm đến vàng đậm
Từ 900 đến 1 100	Vàng

Bảng B.4 – Nhiệt độ nóng chảy của các kim loại khác nhau

Vật liệu	Nhiệt độ nóng chảy, °C
Chì	Từ 300 đến 350
Đồng, đồng thau, đồng	Từ 860 đến 980
Kẽm, thiếc	400
Nhôm và các hợp kim của nhôm	Từ 610 đến 810
Thép	Từ 1 300 đến 1 470
Gang	Từ 1 100 đến 1 200
Sắt rèn hoặc sắt hàn	Từ 1 500 đến 1 940

Bảng B.5 – Màu sắc của các lớp phủ (lớp ôxit bề mặt) của thép theo tác động của nhiệt độ

Màu sắc oxy hóa	Độ dày lớp oxit, µm	Nhiệt độ nung, °C
Vàng nhạt	0,004	Từ 220 đến 230
Vàng rơm	0,045	230
Cam	0,05	240
Đỏ tím	0,065	Từ 160 đến 280
Xanh lam	0,07	Từ 280 đến 300

Bảng B.6 – Sự thay đổi màu sắc của các lớp phủ polyme và lớp sơn khi tiếp xúc với nhiệt độ

Nhiệt độ, °C	Loại sơn phủ và sơn polyme		
	Nitrocellulose	Sơn dầu có dầu lạnh, sơn alkyd (pentaphthalic)	Sơn nước gốc nhũ tương
100	–	–	Trắng
200	Đen vừa	Đen nhẹ	Vàng nhạt
300	Đen đậm	Đen vừa	Nâu be
400	Đen		Nâu sẫm – đen
500	Đen vừa		Trắng
600	Màu sắc của các sắc tố vô cơ		

Bảng B.7 – Các dấu hiệu gián tiếp về nhiệt độ tối đa của môi trường trong phòng khi xảy ra đám cháy tùy thuộc vào trạng thái của giấy, gỗ, bồ hóng và muội than

Nhiệt độ, °C	Dấu hiệu gián tiếp
230	Giấy cháy
450	Giấy tự bốc cháy
Từ 400 đến 450	Có bồ hóng và muội than trên bề mặt tường, trần và cột
Từ 600 đến 650	Bồ hóng và muội than trên bề mặt tường, trần và cột bê tông bị cháy hết
110	Bề mặt gỗ bị đen
300	Gỗ cháy âm ỉ
400	Tự bốc cháy của gỗ

Bảng B.8 – Các dấu hiệu gián tiếp về nhiệt độ môi trường cháy tùy thuộc vào sự thay đổi trạng thái của kết cấu thép

Nhiệt độ, °C	Tình trạng kết cấu thép
Từ 200 đến 250	Phá hủy lớp sơn phủ bảo vệ
300	Biến dạng đáng kể của kết cấu thép bằng thép. Thép có màu "cháy"
500	Trên thép hình thành lớp vảy sắt (gỉ sắt) sáng màu
Từ 550 đến 600	Khi tác động của nhiệt độ không kéo dài – kết cấu thép ít bị biến dạng (cong vênh nhẹ), lớp bồ hóng và cạnh cháy xém dễ dàng được làm sạch. Khi tác động trong thời gian dài, biến dạng trở nên đáng kể và có thể dẫn đến đổ sập
700	Hình thành lớp vảy sắt (gỉ sắt) mỏng, khó làm sạch và các vùng nóng chảy trên thép thông thường
Từ 700 đến 750	Lớp vảy sắt (gỉ sắt) trên kết cấu thép có màu đỏ gỉ sắt và mỏng
800	Yếu tố thép không chịu tải bị võng xuống dưới tác động của trọng lượng riêng
Từ 900 đến 1 000	Khi nhiệt độ tác động trong thời gian ngắn, lớp vảy sắt (gỉ sắt) bong tróc từng mảng. Khi nhiệt độ tác động trong thời gian dài, lớp vảy sắt (gỉ sắt) trên kết cấu thép có màu đen và dày
1 400	Khi nhiệt độ tác động trong thời gian dài, kết cấu thép xuất hiện biến dạng mạnh, gãy, đứt và các vùng nóng chảy. Trên bề mặt các yếu tố hình thành lớp màng cứng và giòn màu xám xanh hoặc đen và các vết loét có cấu trúc xốp, chứng tỏ thép bị cháy quá mức và không còn khả năng sử dụng

Bảng B.9 – Các dấu hiệu gián tiếp về nhiệt độ môi trường cháy tùy thuộc vào sự thay đổi trạng thái của tường gạch

Nhiệt độ, °C	Tình trạng gạch, tường xây và phần vữa
Từ 300 đến 600	Cường độ của gạch silicat tăng gấp đôi
700	Cường độ của gạch silicat giảm một nửa và hình thành các vết nứt
Từ 800 đến 900	Hình thành các vết nứt nhỏ trên bề mặt gạch ceramic và nhiều vết nứt trên vữa xi măng–cát
Từ 900 đến 1 000	Các góc của gạch ceramic nhô ra khỏi bề mặt tường bị vỡ, bề mặt vữa bị bong tróc
Từ 1 000 đến 1 200	Vỡ vụn, hư hại lớp tường xây bằng gạch ceramic ở độ sâu từ 10 mm đến 15 mm, vữa bị bong tróc ở độ sâu từ 15 mm đến 20 mm

Bảng B.10 – Các dấu hiệu gián tiếp về nhiệt độ môi trường cháy tùy thuộc vào sự thay đổi trạng thái của vữa thạch cao

Nhiệt độ môi trường cháy, °C	Tình trạng vữa thạch cao
Từ 200 đến 300	Nhiều vết nứt nhỏ, giảm cường độ đến 30 %
Từ 600 đến 700	Các vết nứt mở rộng mạnh mẽ, giảm cường độ đến 50 %
Từ 800 đến 900	Đá thạch cao bị phá hủy sau khi nguội

Bảng B.11 – Các dấu hiệu gián tiếp về nhiệt độ môi trường cháy tùy thuộc vào sự thay đổi trạng thái của vữa xi măng–cát

Nhiệt độ môi trường cháy, °C	Tình trạng vữa xi măng–cát
Từ 400 đến 600	Có màu hồng
Từ 800 đến 900	Màu – xám nhạt

Bảng B.12 – Các dấu hiệu gián tiếp về thời gian tác động của đám cháy

Thời gian cháy, phút	Dấu hiệu gián tiếp của sự phá hủy
Từ 8 đến 15	Kính cửa sổ bị vỡ
15	Trần treo bị sập
Cứ sau từ 10 đến 15	Bê tông bị bong tróc ở độ sâu từ 20 mm đến 25 mm, đối với bê tông (trước khi cháy) có độ ẩm trên 2,5 % đến 3,0 % tùy thuộc vào loại cốt liệu

Phụ lục C

(tham khảo)

Phương pháp tính toán nhiệt độ trung bình của môi trường trong quá trình cháy dữ dội trong đám cháy

C.1 Đánh giá tính toán nhiệt độ trung bình của môi trường trong quá trình cháy dữ dội khi xảy ra đám cháy tùy thuộc vào hệ số độ hở của phòng và tải trọng cháy trong phòng theo trình tự sau:

- Xác định theo bản vẽ hoàn công và thực tế của nhà và công trình diện tích các lỗ mở nằm ngang A_l và nằm dọc A_2 (cửa sổ, cửa ra vào, cổng) của phòng;
- Xác định theo diện tích bề mặt bao che A_3 ;
- Tìm chiều cao trung bình của các lỗ mở thẳng đứng H ;

Tính giá trị hệ số độ hở K_l cho các lỗ mở thẳng đứng theo công thức:

$$K_l = (A_2 \sqrt{H}) / A_3; \quad (\text{C.1})$$

xác định giá trị hệ số K_2 theo công thức

$$K_2 = (A_l \sqrt{H_l}) / A_3; \quad (\text{C.2})$$

trong đó:

H_l là khoảng cách trung bình cộng có trọng số từ mặt phẳng của các lỗ mở nằm ngang đến giữa các lỗ mở thẳng đứng;

tìm giá trị hệ số f_2 tùy thuộc vào K_2 theo Bảng C.1.

Bảng C.1 – Giá trị hệ số f_2

K_2	0	0,5	1	1,5
f_2	1	2,1	3,2	4,6

Xác định giá trị hệ số f_l theo Bảng C.2;

Xác định giá trị hệ số độ hở quy đổi theo công thức:

$$K_l^{np} = f_l f_2 K_l; \quad (\text{C.3})$$

Xác định theo các Bảng D.1 (Phụ lục D) giá trị tải trọng cháy;

Tính toán tải trọng cháy quy đổi theo công thức:

$$q_{np} = f_l q; \quad (\text{C.4})$$

theo các đồ thị trên hình từ Hình E.1 đến Hình E.6 (Phụ lục E) xác định mối quan hệ giữa nhiệt độ trong phòng với thời gian cháy τ , xác định nhiệt độ tối đa trong phòng khi cháy t_{max} , thời gian thực tế của quá trình cháy dữ dội khi cháy τ_f .

Bảng C.2 – Giá trị hệ số f_l

Vật liệu bao che	Giá trị hệ số f_l nhận được khi $(A_2\sqrt{H})/A_3$ bằng					
	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12
Bê tông nặng	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Bê tông nhẹ	3	3	3	3	3	2,5
Bê tông nặng (50 %) và bê tông nhẹ (50 %)	1,35	1,35	1,35	1,50	1,55	1,65
Bê tông nặng (33 %), bê tông nhẹ (50 %) và các cấu trúc ba lớp làm từ tấm thạch cao, bông khoáng và gạch (17 %)	1,65	1,50	1,35	1,50	1,75	2
Tấm thép (80 %) và bê tông (20 %)	0,75	0,75	0,65	0,6	0,6	0,6
Bê tông (20 %) trong tấm thạch cao hai lớp có lớp không khí	1,5	1,45	1,35	1,25	1,15	1,05
Tấm thép – bông khoáng (100 mm) – tấm thép	3	3	3	3	3	2,5

Phụ lục D

(tham khảo)

Tải trọng cháy trong các tòa nhà và cơ sở cho các mục đích khác nhau**Bảng D.1 – Giá trị tải trọng cháy theo công năng trong các tòa nhà và phòng có mục đích sử dụng khác nhau**

Giá trị tải trọng cháy, MJ/m²	Mục đích sử dụng của tòa nhà hoặc phòng
Dưới 60	Sản xuất nước giải khát không cồn
	Sản xuất chất kết dính khoáng và gạch
	Sản xuất đồ hộp từ rau và trái cây
	Sản xuất đá quý nhân tạo
	Nhà máy giết mổ
	Kho chứa các sản phẩm làm từ vật liệu không cháy không có bao bì hoặc trong bao bì không cháy
Từ 61 đến 180	Phòng khám đa khoa
	Triển lãm đồ thủ công mỹ nghệ
	Triển lãm máy móc và thiết bị
	Sản xuất thiết bị vệ sinh
	Sản xuất nhôm
	Sản xuất thân xe ô tô không có lớp bọc và ghế ngồi
	Sản xuất máy bay (xưởng lắp ráp)
	Sản xuất luyện kim và gia công kim loại
	Sản xuất chế tạo máy
	Sản xuất dụng cụ
	Sản xuất đồ trang sức
	Sản xuất đồ gốm và sứ
	Sản xuất giấy
	Sản xuất thuốc
	Sơn ô tô
	Nhà máy chế biến sữa
	Nấu bia
	Phòng thí nghiệm điện
	Ga ra trong nhà dân

Bảng D.1 – (tiếp theo)

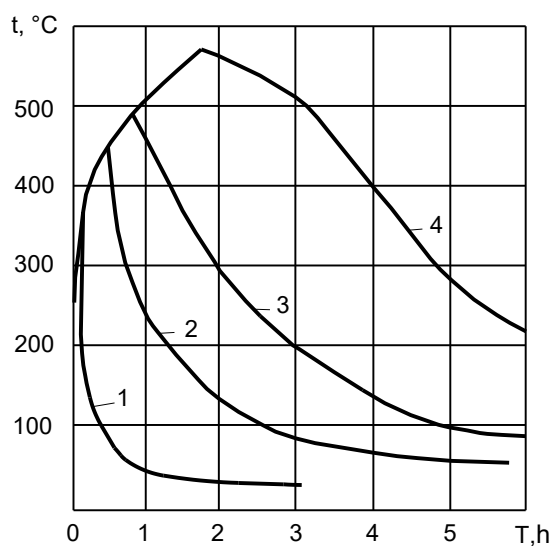
Giá trị tải trọng cháy, MJ/m²	Mục đích sử dụng của tòa nhà hoặc phòng
Từ 181 đến 650	Tòa nhà dành cho người sinh sống và lưu trú tạm thời, bao gồm cơ sở giáo dục mầm non, nhà nội trú, nhà dành cho người tàn tật và người già, bệnh viện, khách sạn, nhà trọ, nhà điều dưỡng, nhà nghỉ dưỡng, nhà chung cư và nhà ở riêng lẻ
	Bảo tàng, nhà hát
	Nhà hàng, quán ăn
	Cửa hàng đồ gia dụng và đồ điện tử
	Cửa hàng quần áo, giày dép và đồ chơi
	Cửa hàng thực phẩm, bao gồm cả cửa hàng rượu
	Cửa hàng đồ nội thất
	Cửa hàng thuốc lá
	Cửa hàng văn phòng phẩm
	Cửa hàng đồ cổ
	Cửa hàng bách hóa
	Cửa hàng bán ô tô và phụ tùng ô tô
	Bưu điện
Từ 651 đến 900	Trường học
	Xưởng phim và phòng ảnh
	Nhà in
	Nhà máy đóng tàu
	Lò hơi đốt than và củi
	Xưởng sản xuất đồ nội thất
	Xưởng cơ khí và lắp ráp sửa chữa
	Sản xuất đúc quy
	Sản xuất đồ chơi mềm từ vật liệu dễ cháy
	Sản xuất đồ uống có cồn mạnh
	Phòng thí nghiệm hóa học
	Sản xuất và sửa chữa các thiết bị điện gia dụng và máy thu thanh, động cơ điện và máy biến áp
	Sản xuất dệt và chế biến vải
	Sản xuất vớ và đồ dệt kim
	Sản xuất vũ khí
	Sản xuất bánh mì và sô cô la

Bảng D.1 – (kết thúc)

Giá trị tải trọng cháy, MJ/m²	Mục đích sử dụng của tòa nhà hoặc phòng
901 – 1100	Nhà thuốc có kho chứa thuốc
	Sản xuất bao bì bằng gỗ và nhựa
	Sản xuất tủ lạnh gia dụng
	Kho chứa các sản phẩm làm từ vật liệu tổng hợp
1100 – 1750	Ki-ốt bán báo
	Cửa hàng sơn và véc ni
	Cửa hàng đồ điện
	Cửa hàng sách
	Thư viện
	Sản xuất keo dán
	Sản xuất mì ống và sô cô la
	Sản xuất đồ gỗ
	Kho sơn, véc ni và mastic
1751 – 2000	Sản xuất các sản phẩm kỹ thuật cao su
	Phân xưởng pha chế sơn, rửa chi tiết bằng chất lỏng dễ cháy và chất lỏng dễ bắt lửa
	Kho lưu trữ sách
2000	Nhà máy lọc dầu
	Sản xuất sợi tổng hợp và sợi tự nhiên dễ cháy và chế biến sợi
	Sản xuất phim nhựa nền nitro
	Trạm tái chế sử dụng khí đốt, xăng, rượu, ete và các chất lỏng dễ cháy khác
	Phân xưởng chuyên dụng sơn, véc ni và keo dán sử dụng chất lỏng dễ cháy và chất lỏng dễ bắt lửa
	Phòng sơn
CHÚ THÍCH 1: Giá trị tải trọng cháy trong các tòa nhà và cơ sở có mục đích khác nhau được lấy theo các tài liệu kỹ thuật có liên quan.	
CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp không có thông tin cần thiết về tải trọng cháy cho một loại hình sản xuất hoặc tòa nhà cụ thể, cần sử dụng tài liệu kỹ thuật bổ sung.	

Phụ lục E

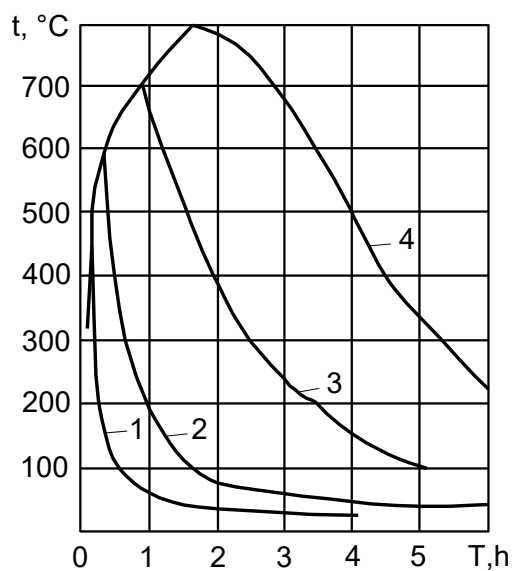
(tham khảo)

Sự phụ thuộc của nhiệt độ và thời gian cháy trong phòng có tải

1 – $q_{np} = 1,5 \text{ MJ/m}^2$; 2 – $q_{np} = 7,5 \text{ MJ/m}^2$;

3 – $q_{np} = 15 \text{ MJ/m}^2$; 4 – $q_{np} = 30 \text{ MJ/m}^2$

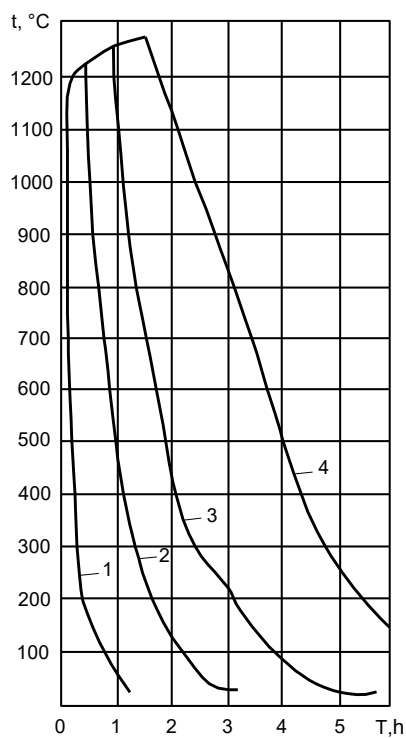
Hình E.1 – Mối quan hệ $t - \tau$ đối với $K_I^\tau = 0,01 \text{ m}^{1/2}$



1 – $q_{np} = 3 \text{ MJ/m}^2$; 2 – $q_{np} = 9 \text{ MJ/m}^2$;

3 – $q_{np} = 30 \text{ MJ/m}^2$; 4 – $q_{np} = 60 \text{ MJ/m}^2$

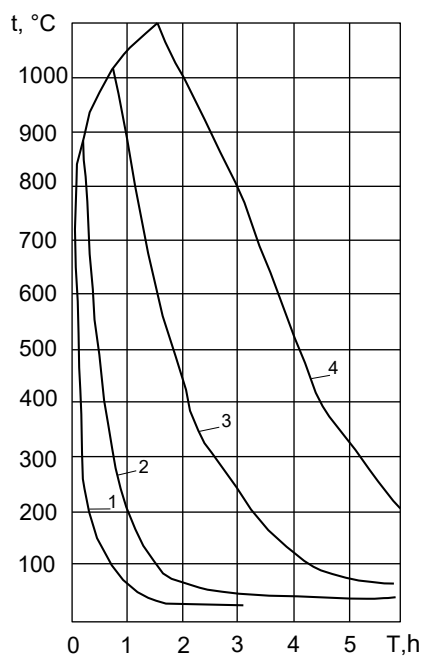
Hình E.2 – Mối quan hệ $t - \tau$ đối với $K_I^\tau = 0,02 \text{ m}^{1/2}$



1 – $q_{np} = 45 \text{ MJ/m}^2$; 2 – $q_{np} = 225 \text{ MJ/m}^2$;

3 – $q_{np} = 450 \text{ MJ/m}^2$; 4 – $q_{np} = 900 \text{ MJ/m}^2$

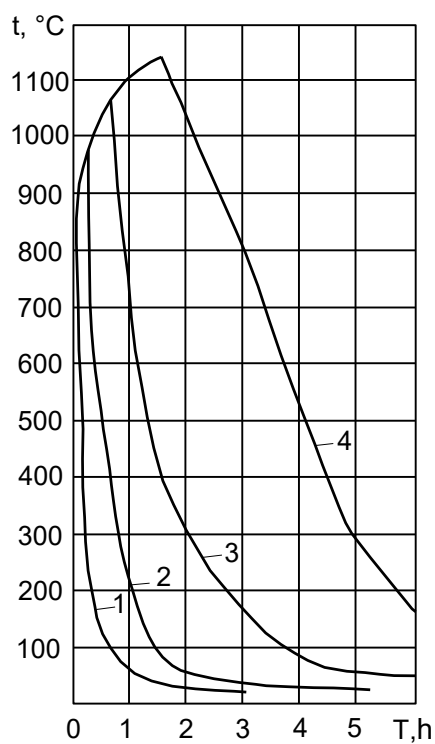
Hình E.3 – Mối quan hệ $t - \tau$ đối với $K_l^\tau = 0,03 \text{ m}^{1/2}$



1 – $q_{np} = 9 \text{ MJ/m}^2$; 2 – $q_{np} = 27 \text{ MJ/m}^2$;

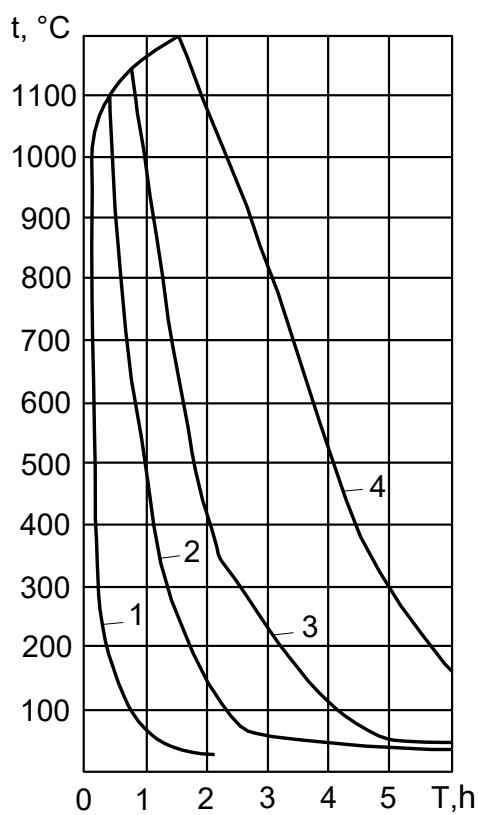
3 – $q_{np} = 90 \text{ MJ/m}^2$; 4 – $q_{np} = 180 \text{ MJ/m}^2$

Hình E.4 – Mối quan hệ $t - \tau$ đối với $K_l^\tau = 0,06 \text{ m}^{1/2}$



1 – $q_{np} = 12 \text{ MJ/m}^2$; 2 – $q_{np} = 60 \text{ MJ/m}^2$;
 3 – $q_{np} = 90 \text{ MJ/m}^2$; 4 – $q_{np} = 240 \text{ MJ/m}^2$

Hình E.5 – Mối quan hệ $t - \tau$ đối với $K_l^\tau = 0,08 \text{ m}^{1/2}$



1 – $q_{np} = 18 \text{ MJ/m}^2$; 2 – $q_{np} = 90 \text{ MJ/m}^2$;
 3 – $q_{np} = 180 \text{ MJ/m}^2$; 4 – $q_{np} = 360 \text{ MJ/m}^2$

Hình E.6 – Mối quan hệ $t - \tau$ đối với $K_l^\tau = 0,12 \text{ m}^{1/2}$

Phụ lục F

(tham khảo)

Chuyển từ thời gian cháy lớn thực tế trong trường hợp cháy sang thời gian tương đương của đám cháy tiêu chuẩn

F.1 Việc chuyển đổi từ thời gian thực tế của quá trình cháy dữ dội khi xảy ra đám cháy sang thời gian tương đương của chế độ cháy tiêu chuẩn được thực hiện bằng cách sử dụng mối quan hệ giữa thời gian cháy dữ dội với nhiệt độ gia nhiệt khi tiếp xúc với lửa tiêu chuẩn, được đưa ra trong Bảng F.1.

Bảng F.1 – Mối quan hệ giữa thời gian cháy dữ dội với nhiệt độ gia nhiệt khi tiếp xúc với lửa tiêu chuẩn

τ , phút	t , °C	τ , phút	t , °C	τ , phút	t , °C
0 – 05	556	0 – 55	910	2 – 45	1075
0 – 10	659	1 – 00	925	3 – 00	1090
0 – 15	718	1 – 10	950	3 – 15	1100
0 – 20	750	1 – 20	970	3 – 30	1115
0 – 25	790	1 – 30	986	3 – 45	1120
0 – 30	821	1 – 40	1005	4 – 00	1128
0 – 35	824	1 – 50	1015	4 – 15	1135
0 – 40	865	2 – 00	1029	4 – 30	1147
0 – 45	885	2 – 15	1045	4 – 45	1154
0 – 50	895	2 – 30	1065	5 – 00	1160

Phương pháp phân tích chuyển đổi sang thời gian tương đương của quá trình cháy dữ dội được thực hiện từ phương trình bằng nhau của các diện tích

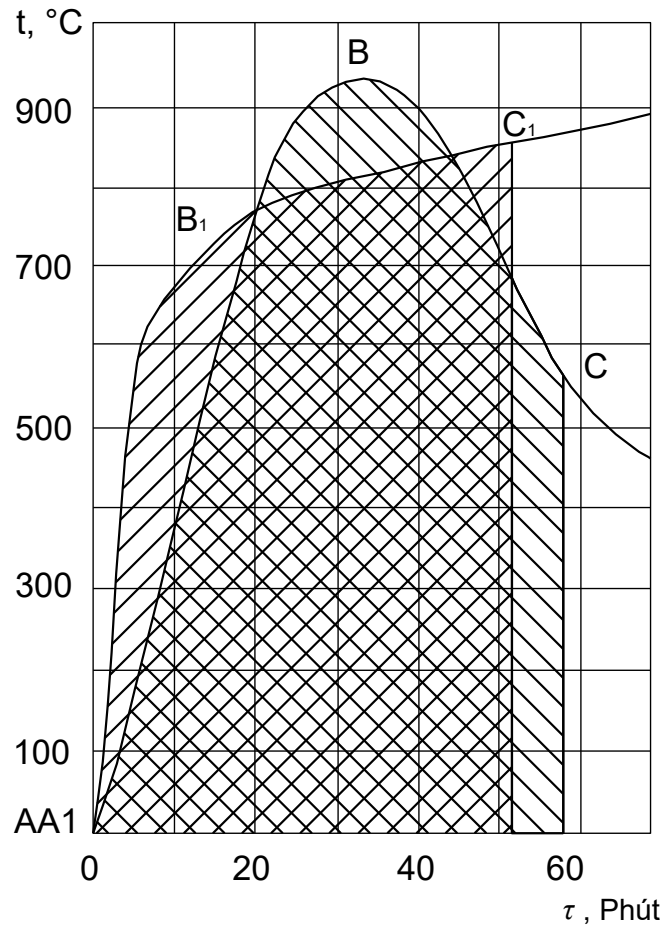
$$S_f = S_{ct}; \quad (F.1)$$

trong đó

S_f là diện tích trên đồ thị dưới đường cong biểu thị mối quan hệ giữa nhiệt độ trung bình trong phòng của vụ cháy đang xem xét theo thời gian, giới hạn bởi τ_f ;

S_{ct} là diện tích trên đồ thị dưới đường cong biểu thị mối quan hệ giữa nhiệt độ trong phòng, phát triển theo đường cong cháy tiêu chuẩn, theo thời gian, giới hạn bởi τ_3 đồ thị trên Hình F.2.

Chỉ có thể xác định τ_3 từ công thức (F.1) khi nhiệt độ tối đa trong phòng của vụ cháy đang xem xét chênh lệch với nhiệt độ tối đa của vụ cháy tiêu chuẩn không quá 100 °C. Trong những trường hợp khác, xác định τ_3 bằng phương pháp đồ họa theo F.2.



ABC – đường cong chế độ nhiệt độ của vụ cháy thực tế;

A1B1C1 – đường cong chế độ nhiệt độ của vụ cháy tiêu chuẩn

Hình F.1 – Đồ thị so sánh chế độ nhiệt độ tiêu chuẩn và thực tế

F.2 Phương pháp đồ thị chuyển đổi sang thời gian đốt cháy mạnh tương đương được thực hiện bằng biểu đồ trên Hình F.2. Quá trình chuyển đổi được thực hiện theo trình tự sau:

– Xác định chênh lệch nhiệt độ tối đa của vụ cháy thực tế t_{fmax} và vụ cháy tiêu chuẩn t_{ct}^{max} ;

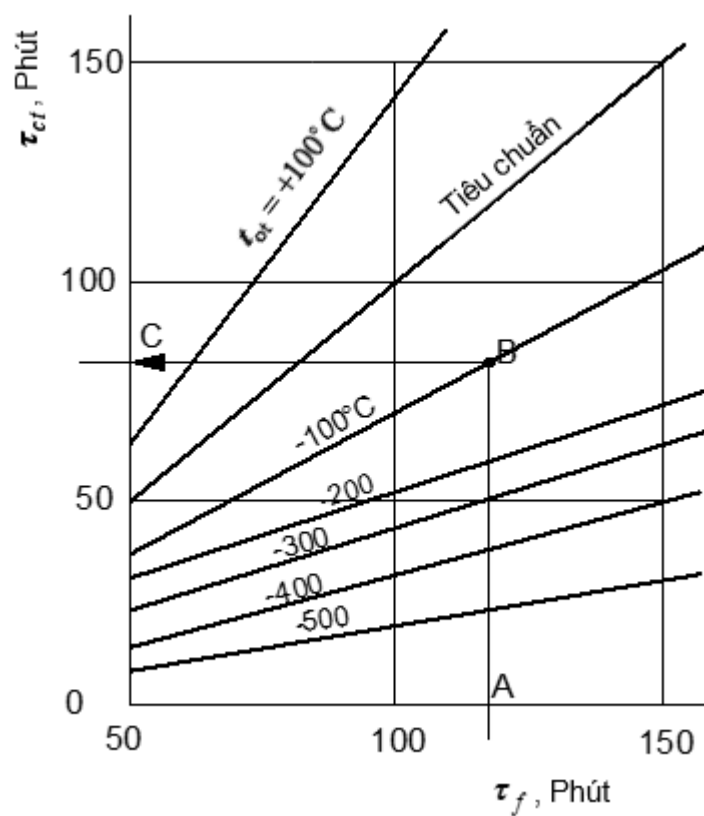
$$\Delta t = t_f^{max} - t_{ct}^{max} \quad (F.2)$$

– Đánh dấu giá trị thời gian của vụ cháy đang xem xét trên trục τ_f , ví dụ: giá trị τ_f^I (điểm A);

– Dựng đường vuông góc từ điểm A đến giao điểm với đường giá trị bằng Δt (ví dụ: điểm B);

– Từ điểm B vẽ một đường thẳng song song với trục τ_f đến giao điểm với trục τ_{ct} ;

– Giá trị thu được (điểm C) là giá trị tìm kiếm của thời gian tương đương của quá trình cháy dữ dội khi cháy τ_3 .



τ_{ct} – thời gian cháy tiêu chuẩn;

τ_f – thời gian cháy thực tế;

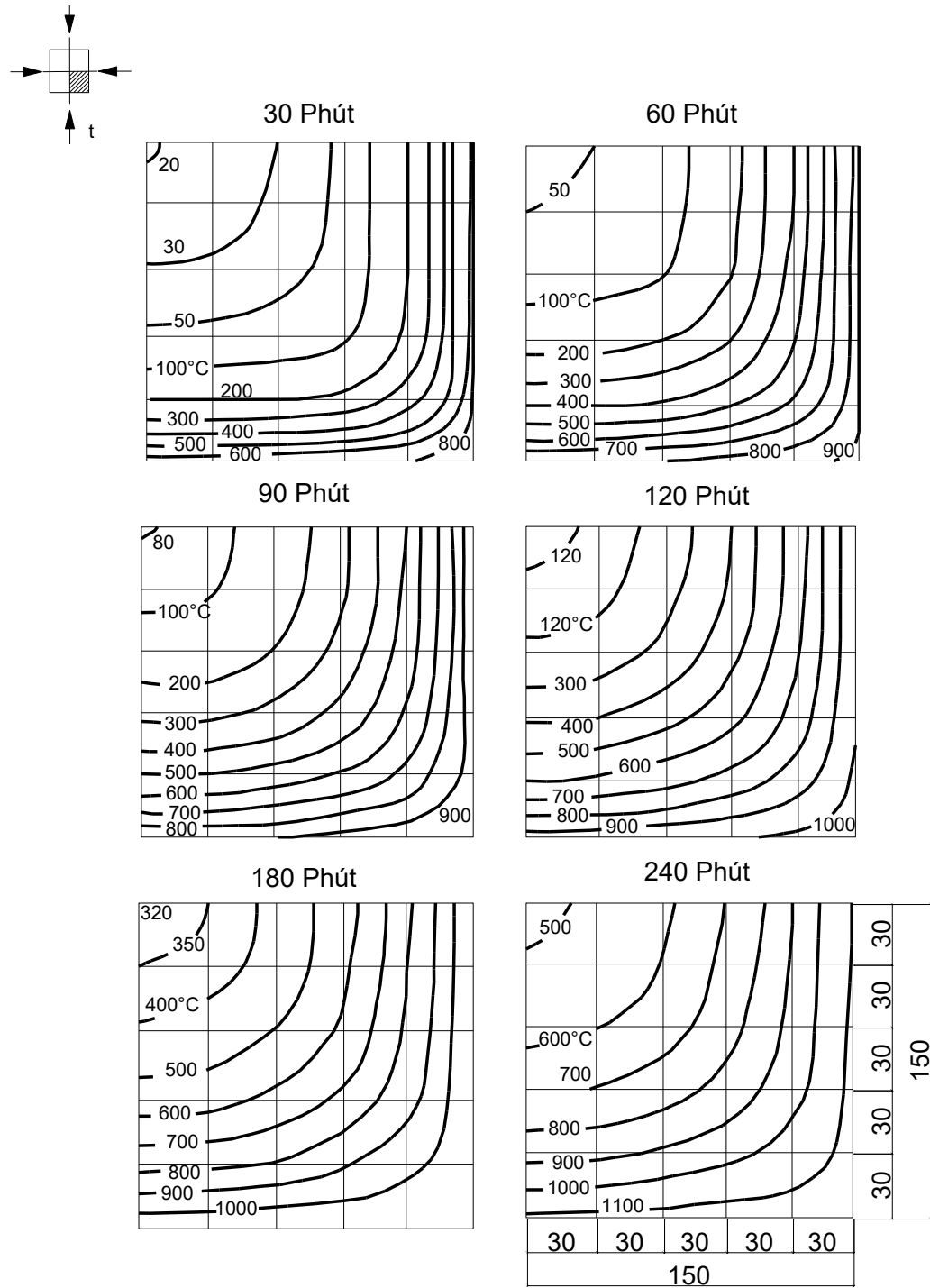
t_{ot} – chênh lệch nhiệt độ tối đa của vụ cháy thực tế t_f và vụ cháy tiêu chuẩn t_{ct} ($t_{ot} = t_f - t_{ct}$)

Hình F.2 – Đồ thị chuyển đổi chế độ nhiệt độ thực tế sang chế độ tiêu chuẩn

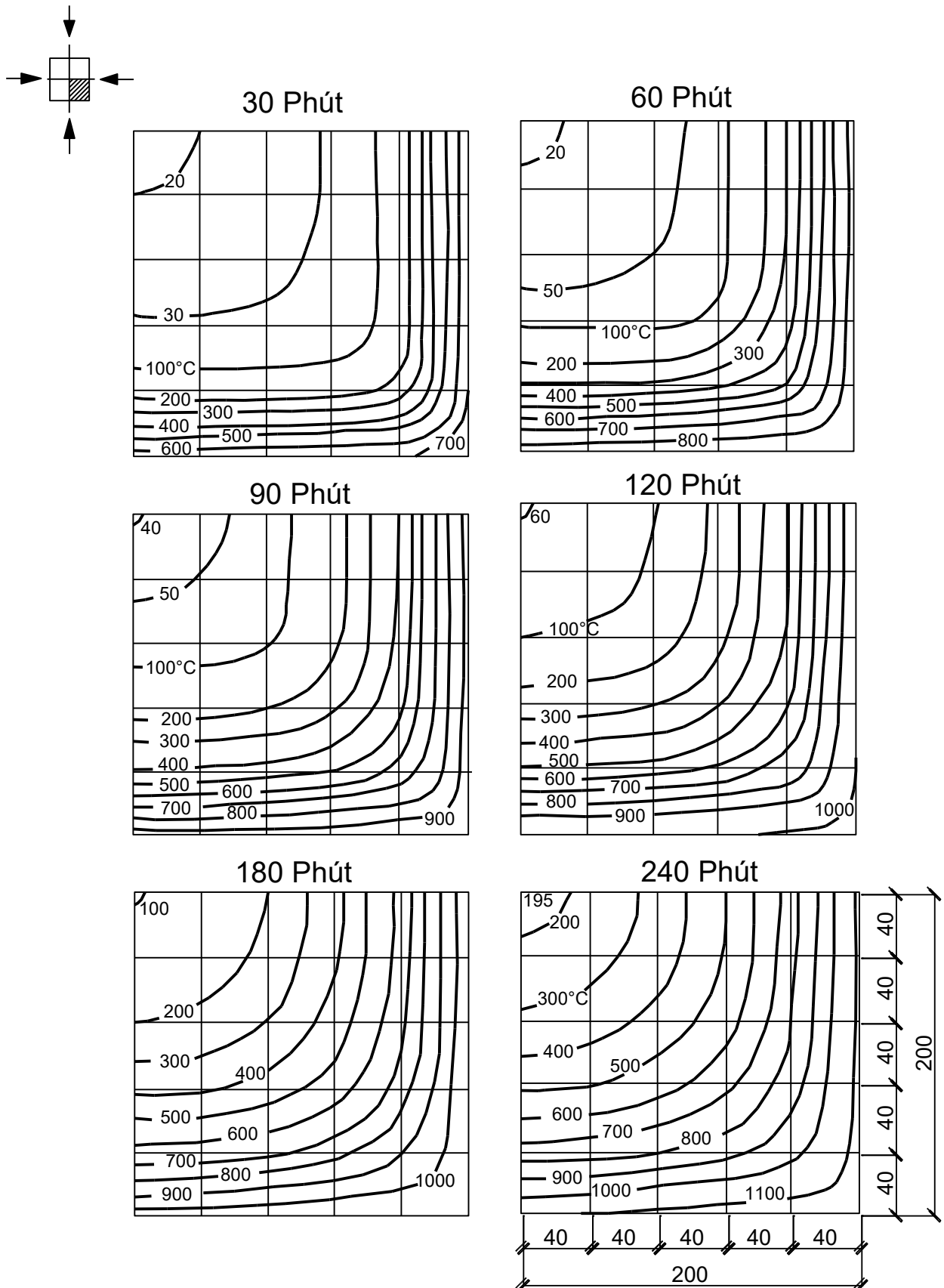
Phụ lục G

(tham khảo)

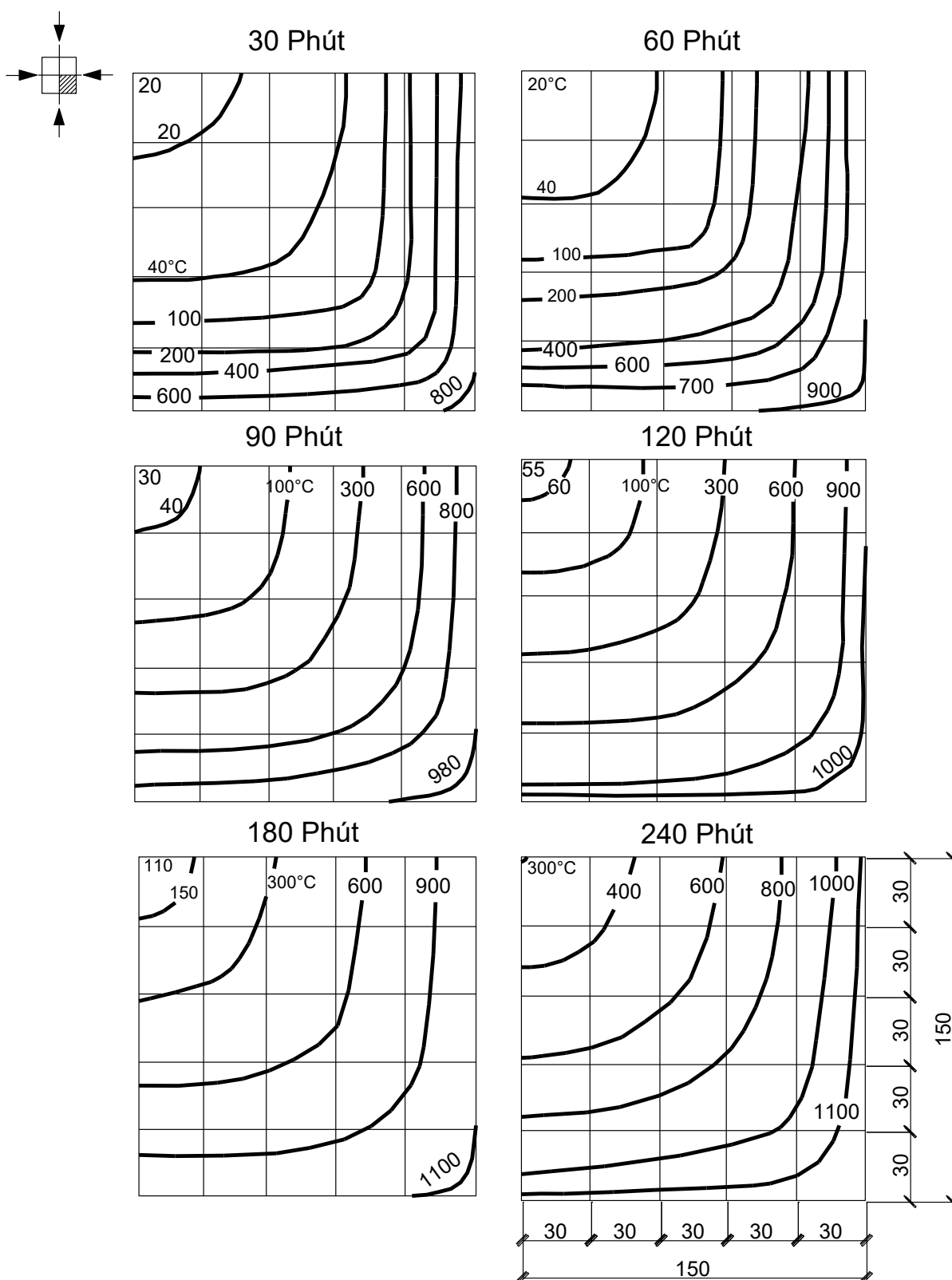
Biểu đồ phân bố nhiệt độ trên mặt cắt của kết cấu bê tông cốt thép trong trường hợp cháy



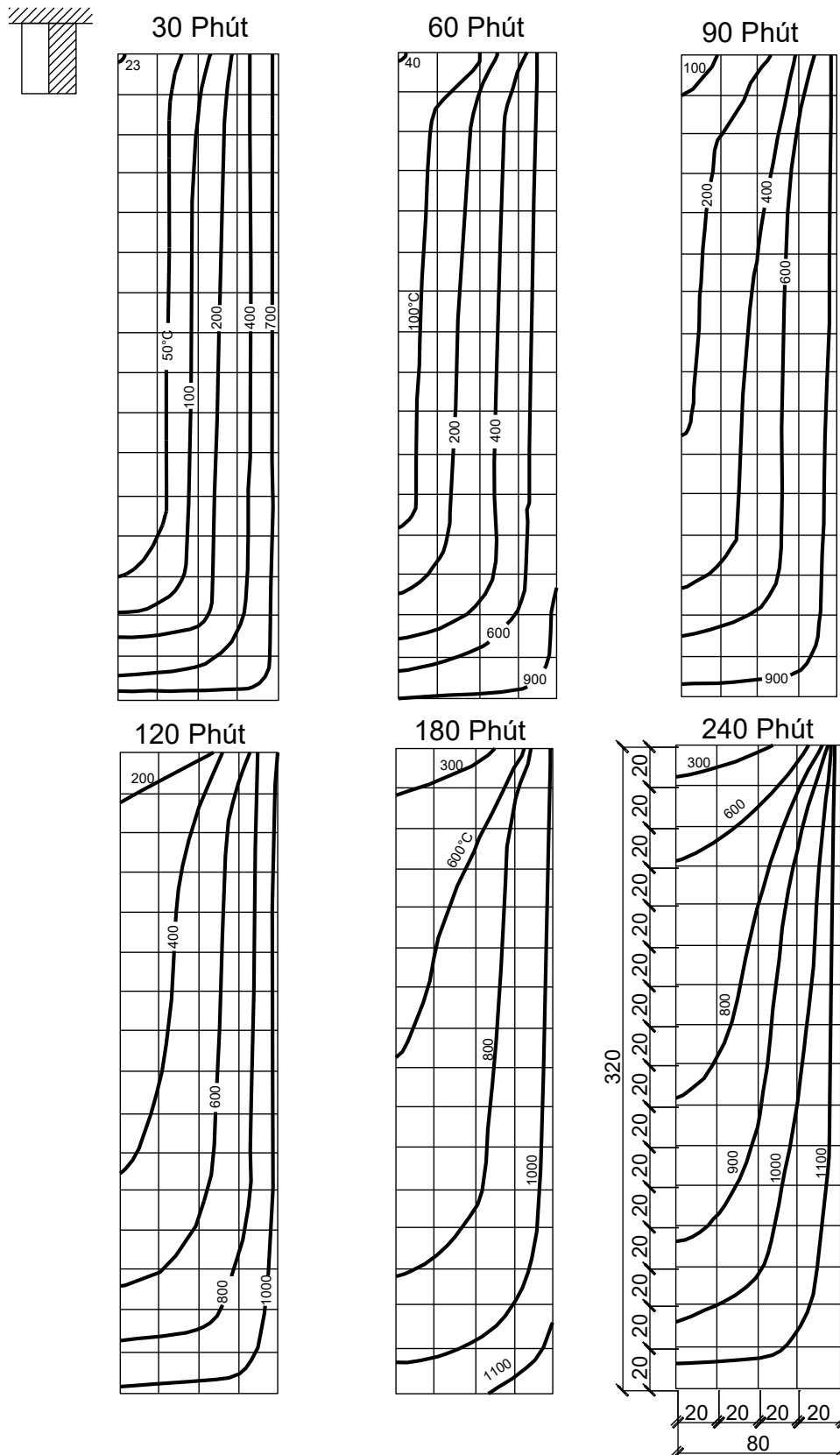
Hình G.1 – Cột bê tông nặng tiết diện 300 mm x 300 mm khi nung nóng từ bốn phía



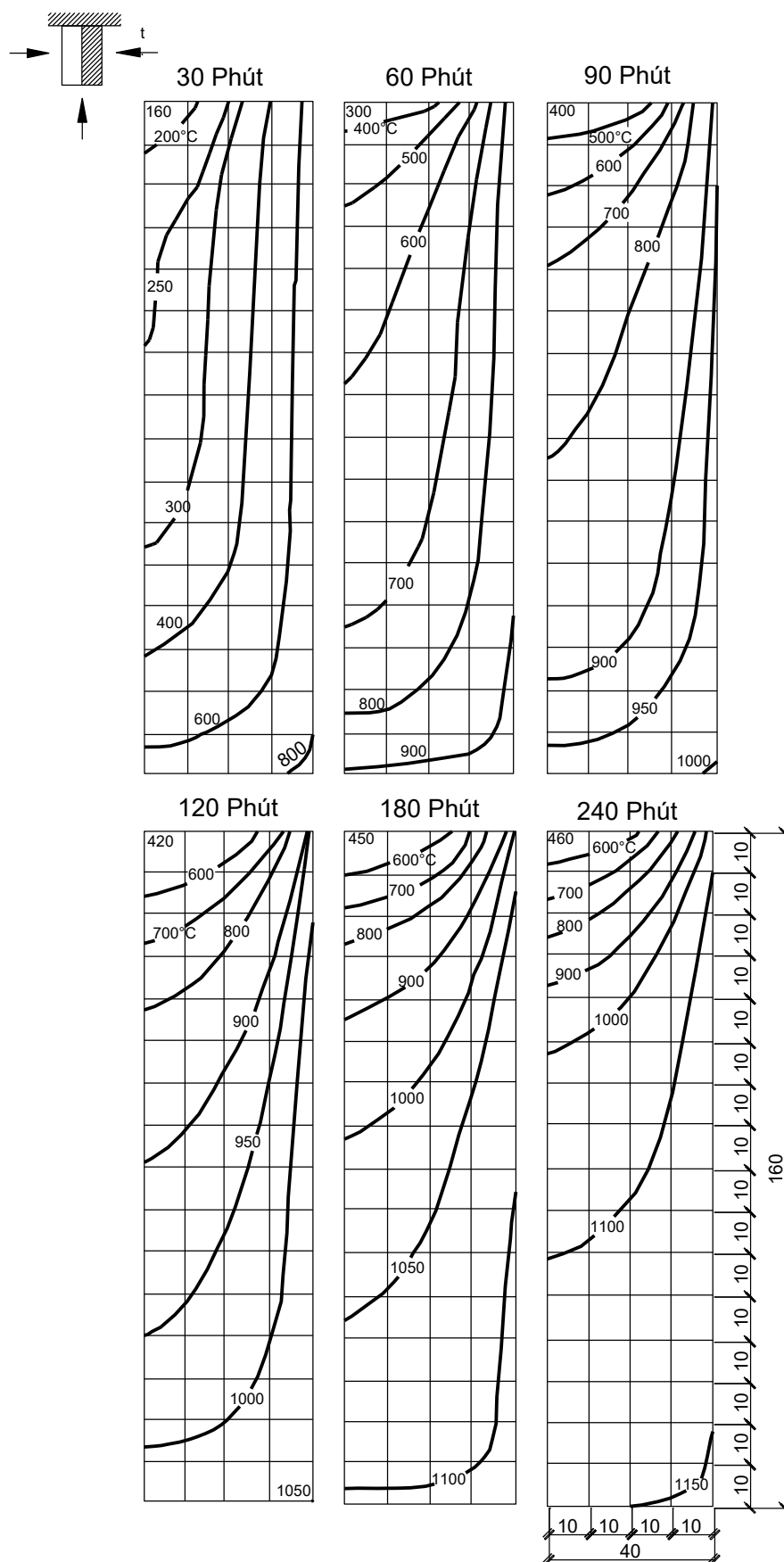
Hình G.2 – Cột bê tông nặng tiết diện 400 mm x 400 mm khi nung nóng từ bốn phía



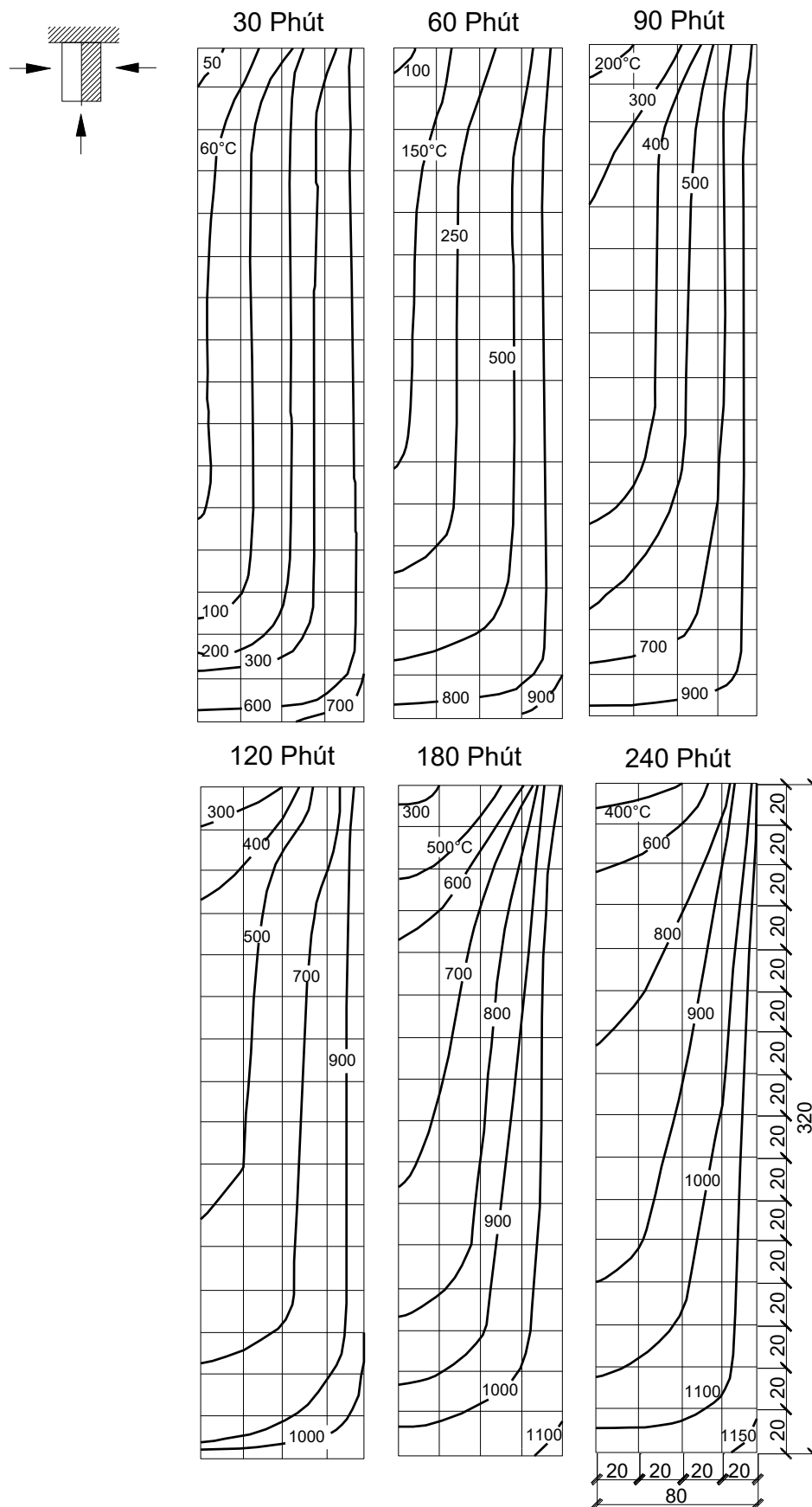
Hình G.3 – Cột bê tông nhẹ tiết diện 300 mm x 300 mm khi nung nóng từ bốn phía



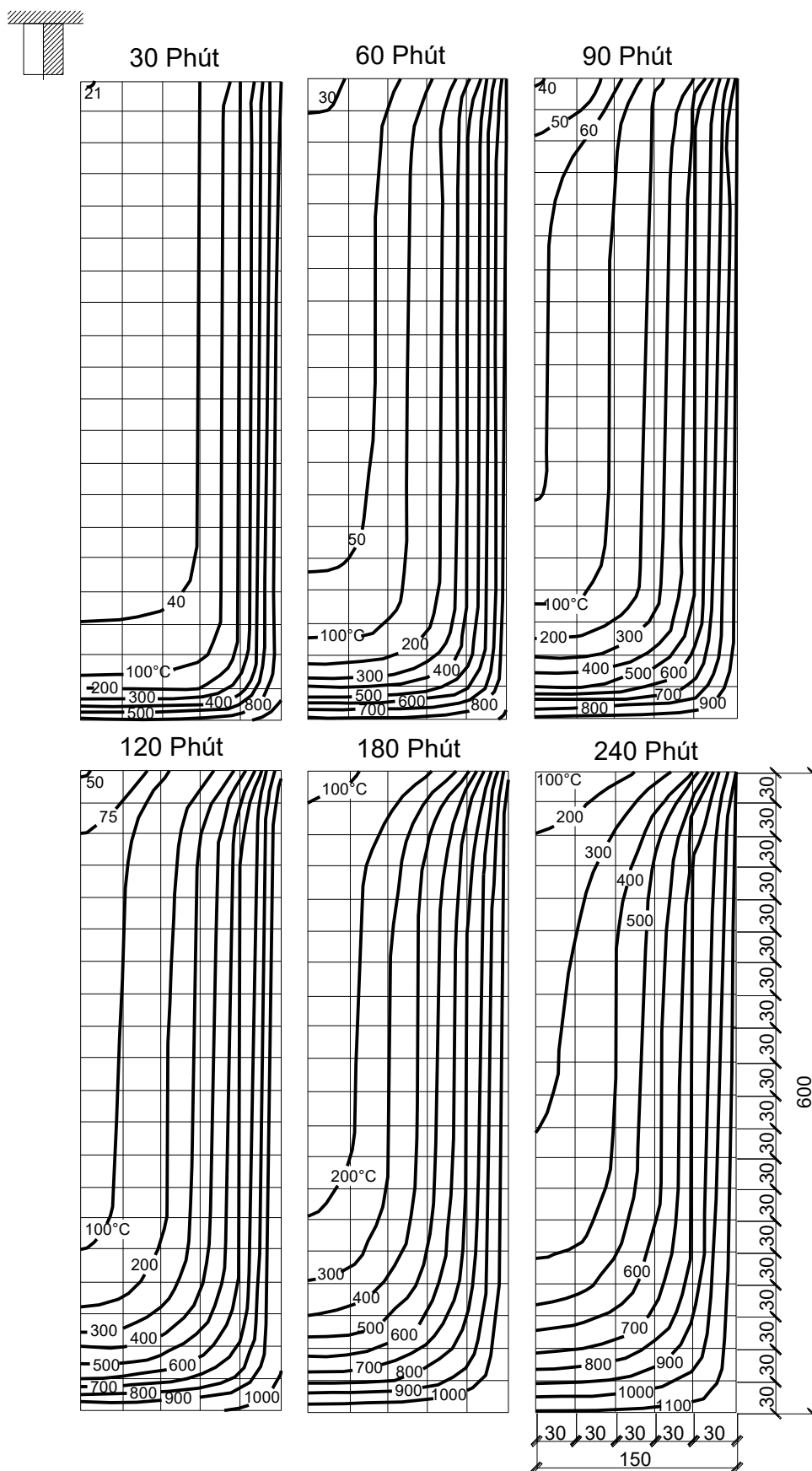
Hình G.4 – Dầm bê tông nhẹ tiết diện 320 mm × 160 mm khi nung nóng từ ba phía



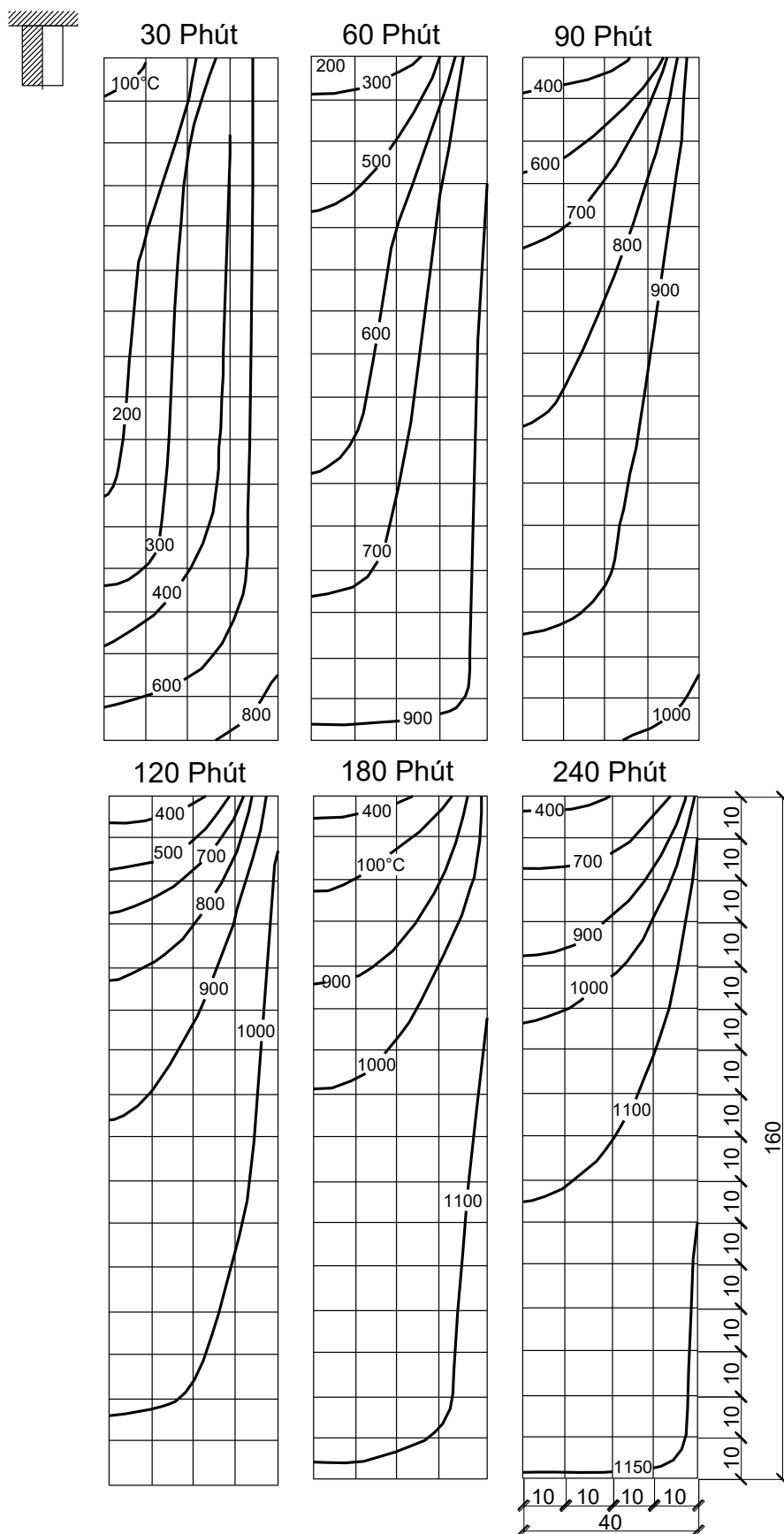
Hình G.5 – Dầm bê tông nặng tiết diện 160 mm x 80 mm khi nung nóng từ ba phía



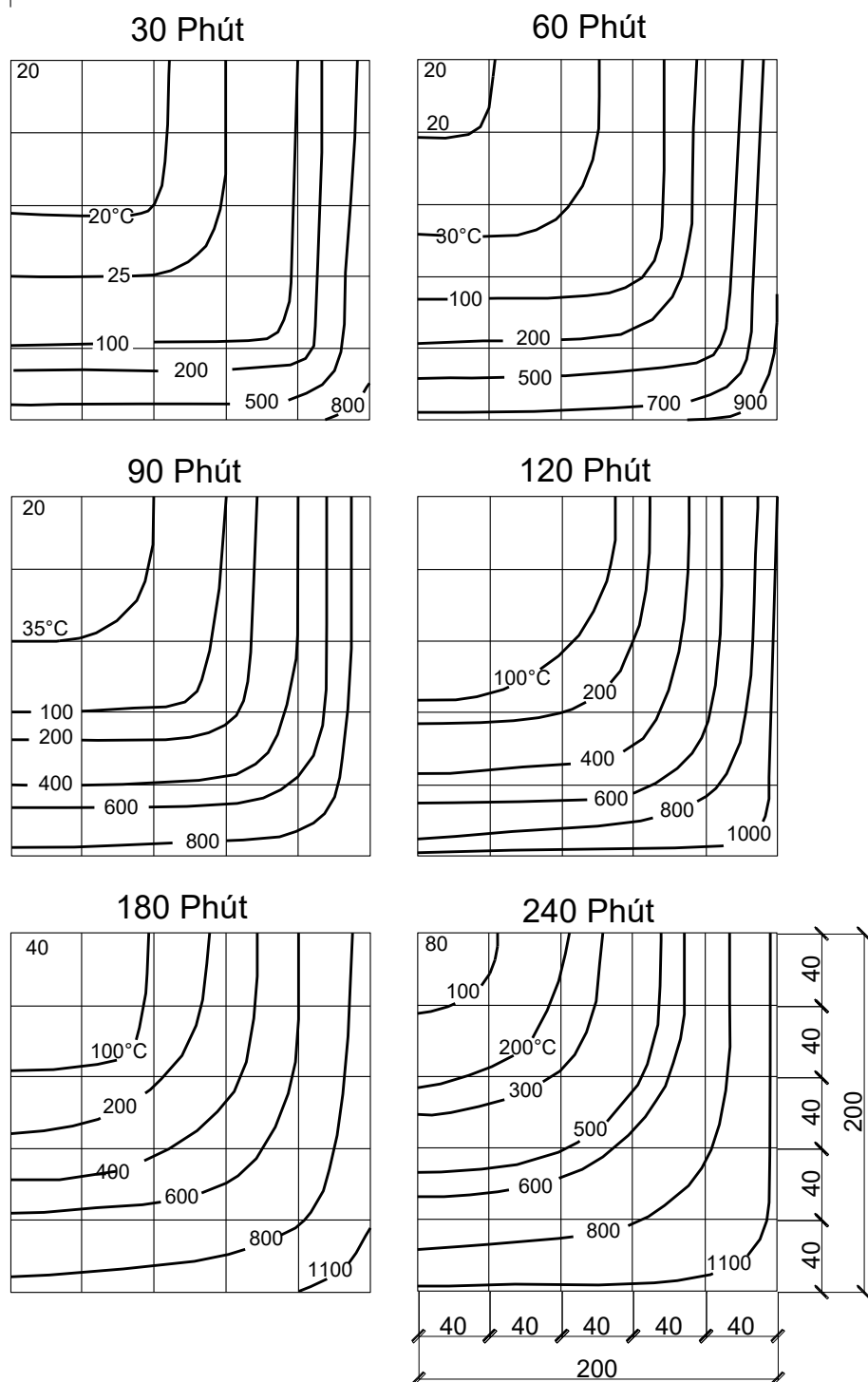
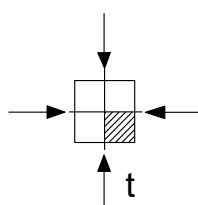
Hình G.6 – Dầm bê tông nặng tiết diện 320 mm x 160 mm khi nung nóng từ ba phía



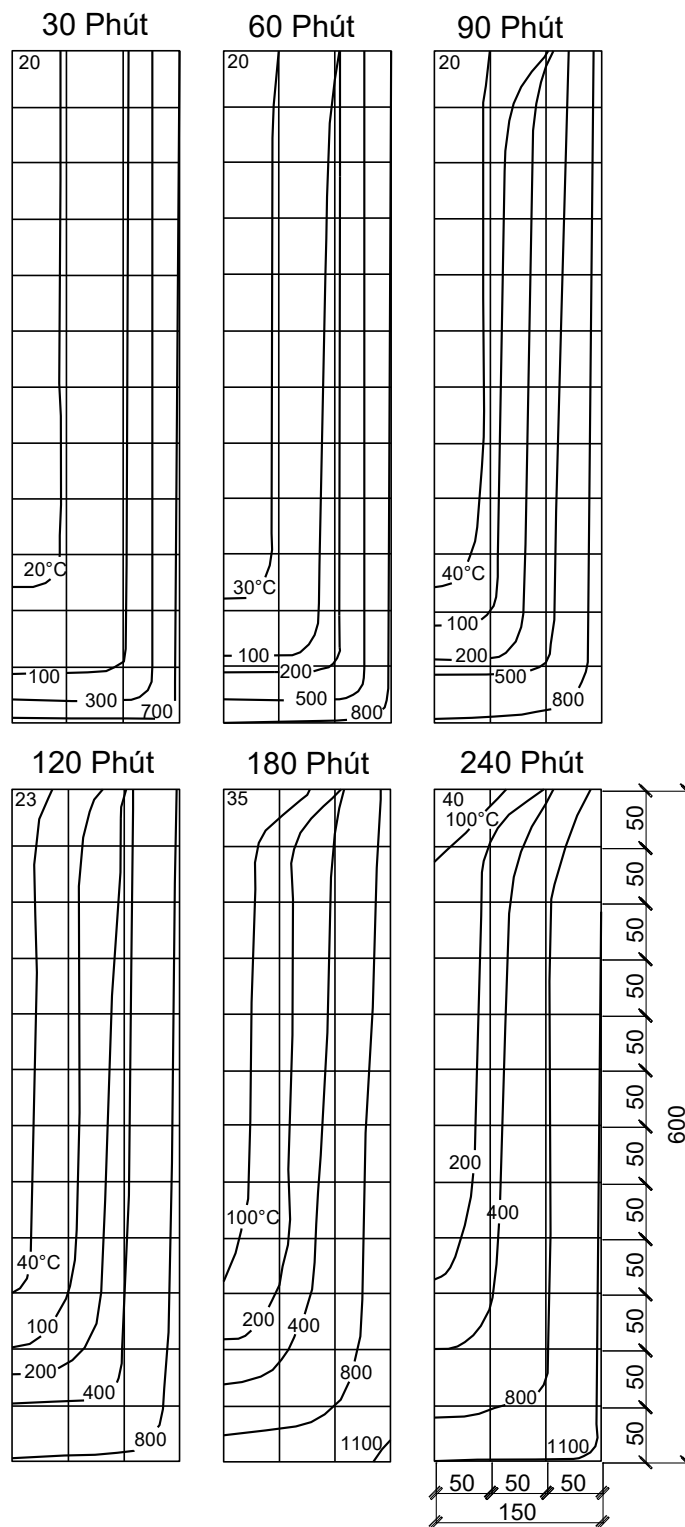
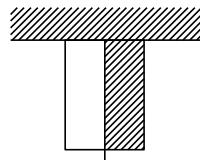
Hình G.7 – Dầm bê tông nặng tiết diện 600x300 mm khi nung nóng từ ba phía



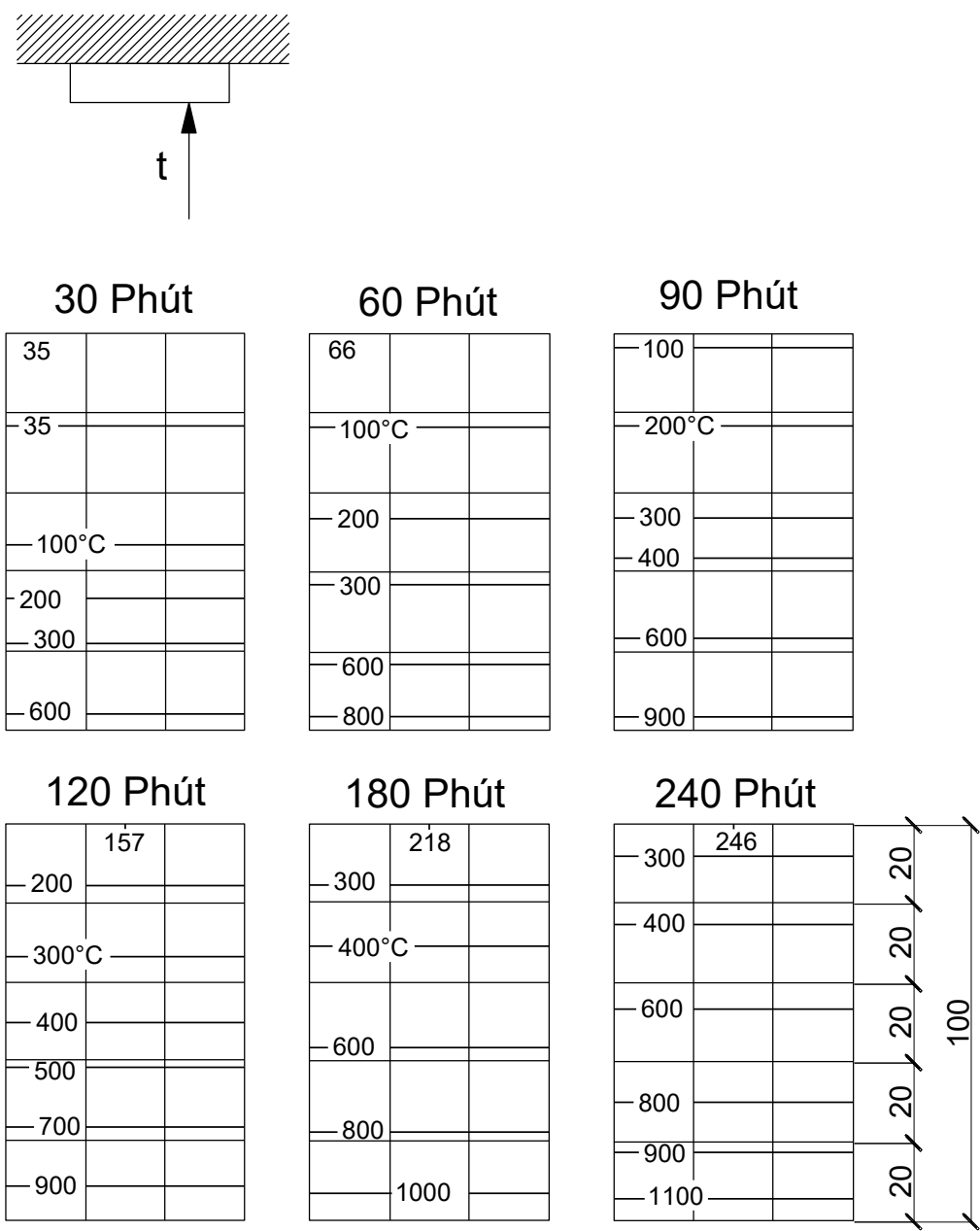
Hình G.8 – Dầm bê tông nhẹ tiết diện 160x80 mm khi nung nóng từ ba phía



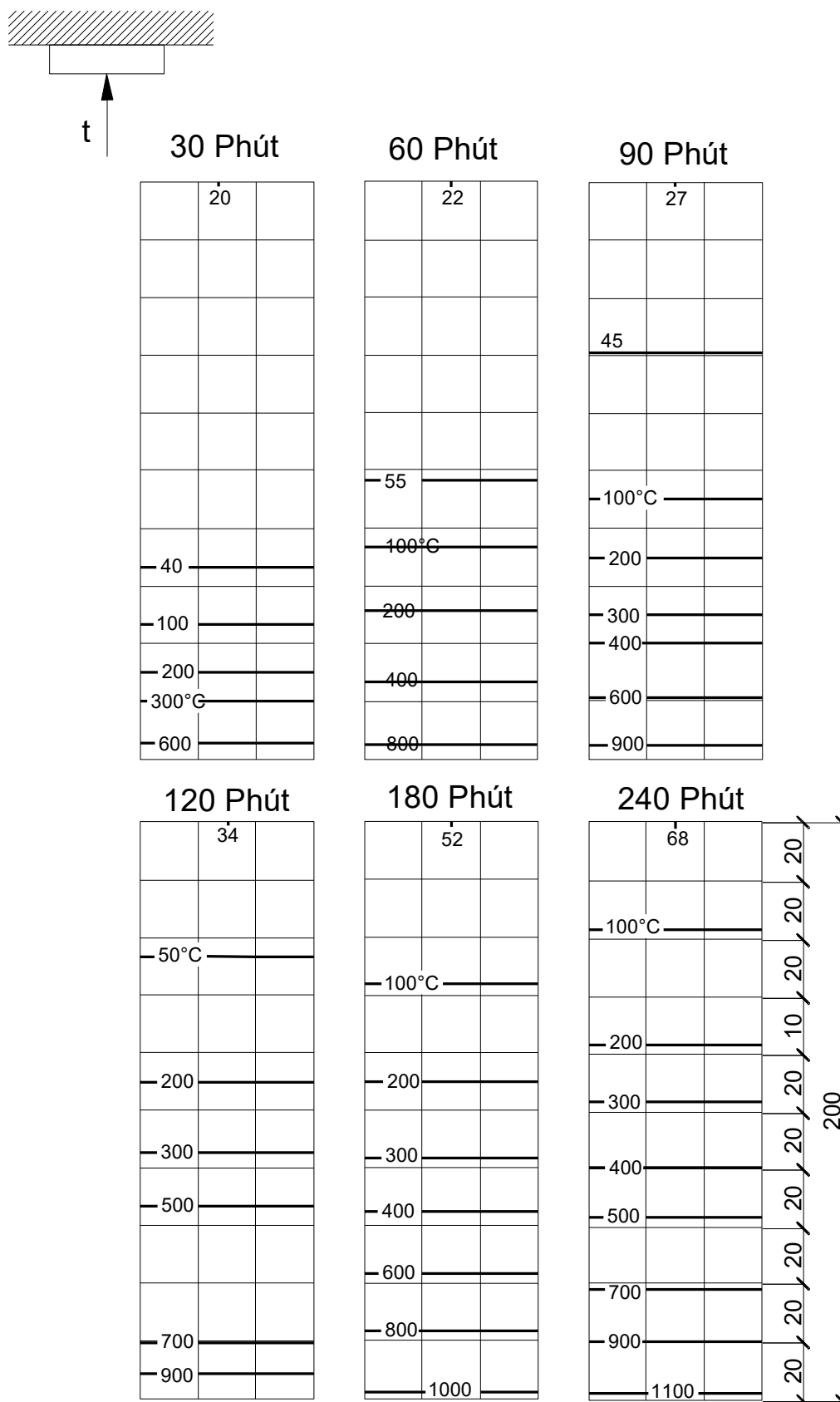
Hình G.9 – Cột bê tông nhẹ tiết diện 400 mm x 400 mm khi nung nóng từ bốn phía



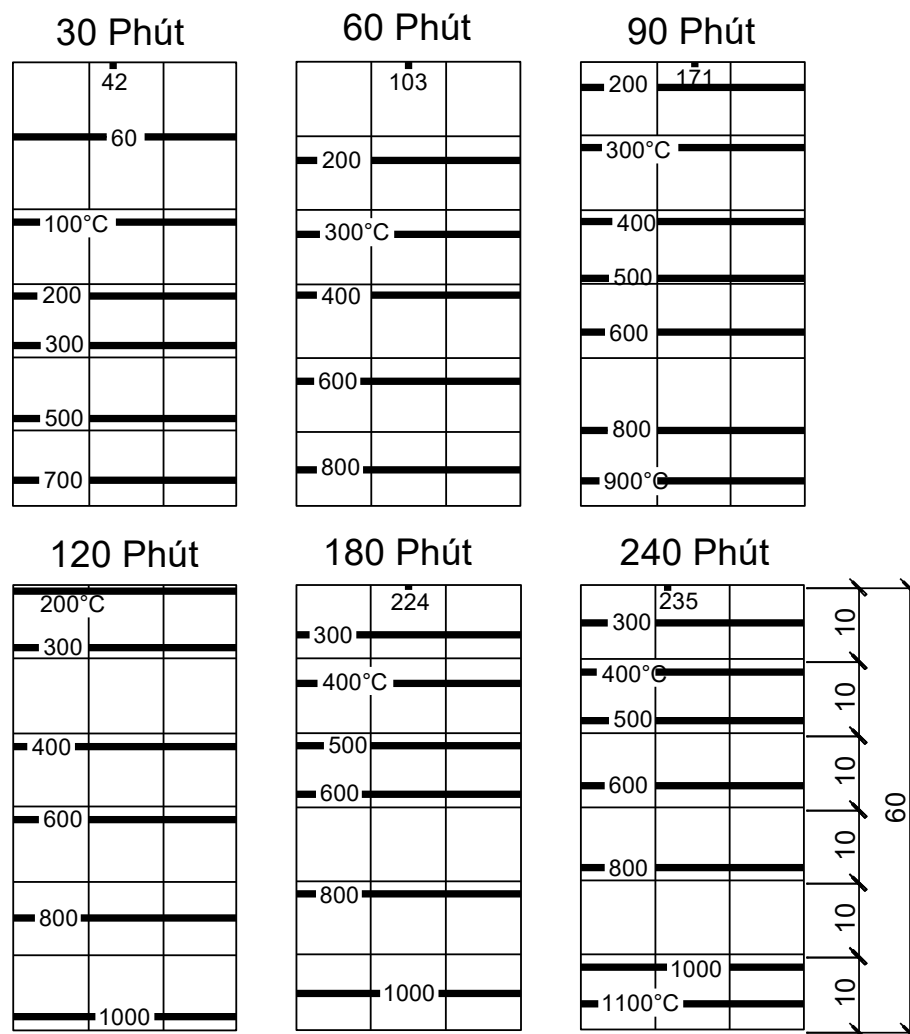
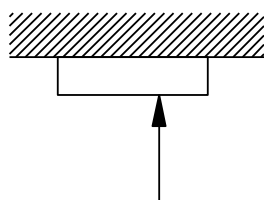
Hình G10 – Dầm bê tông nhẹ tiết diện 600 mm x 300 mm khi nung nóng từ ba phía



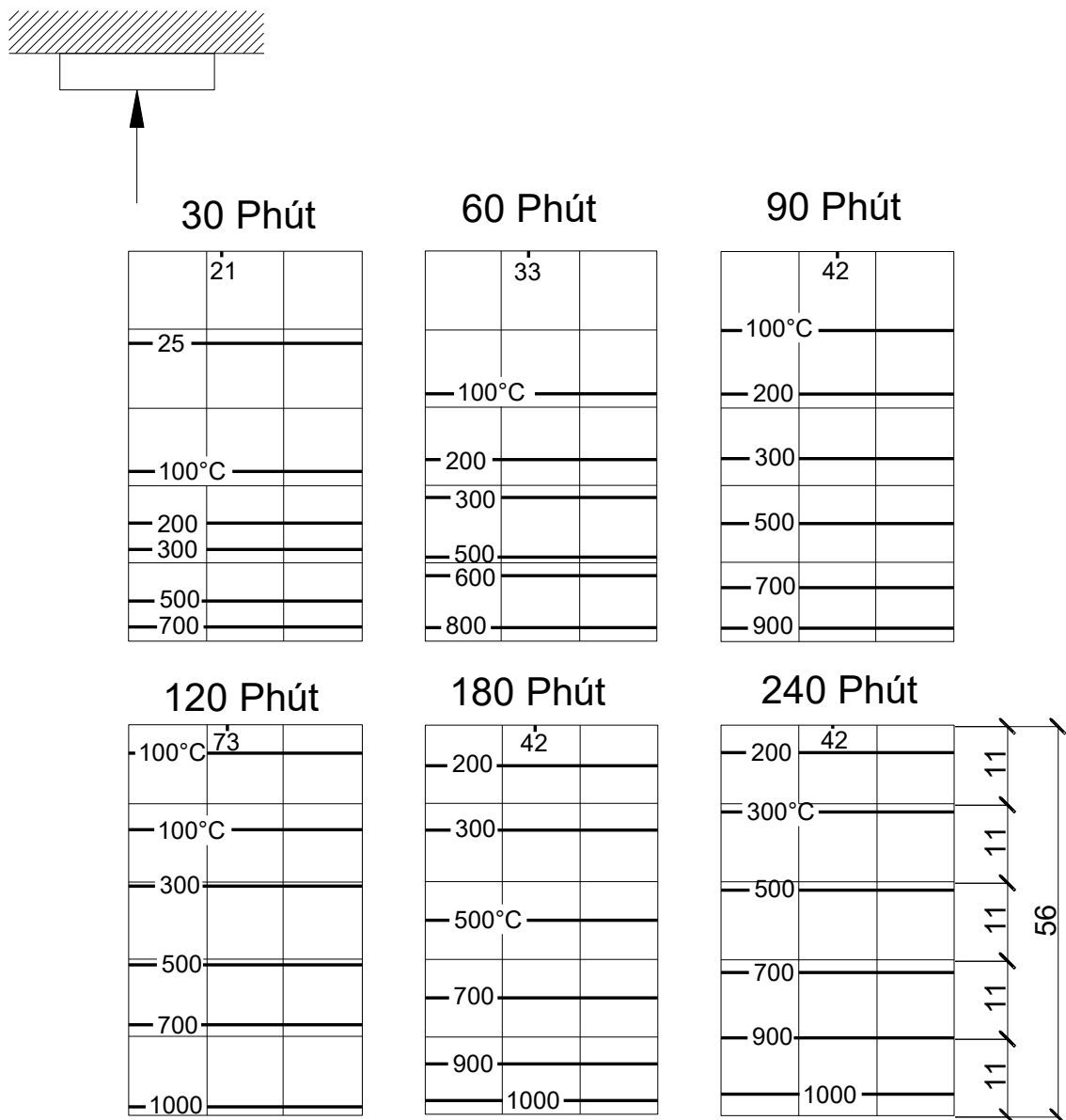
Hình G.11 – Tấm bê tông nặng dày 100 mm khi nung nóng từ một phía



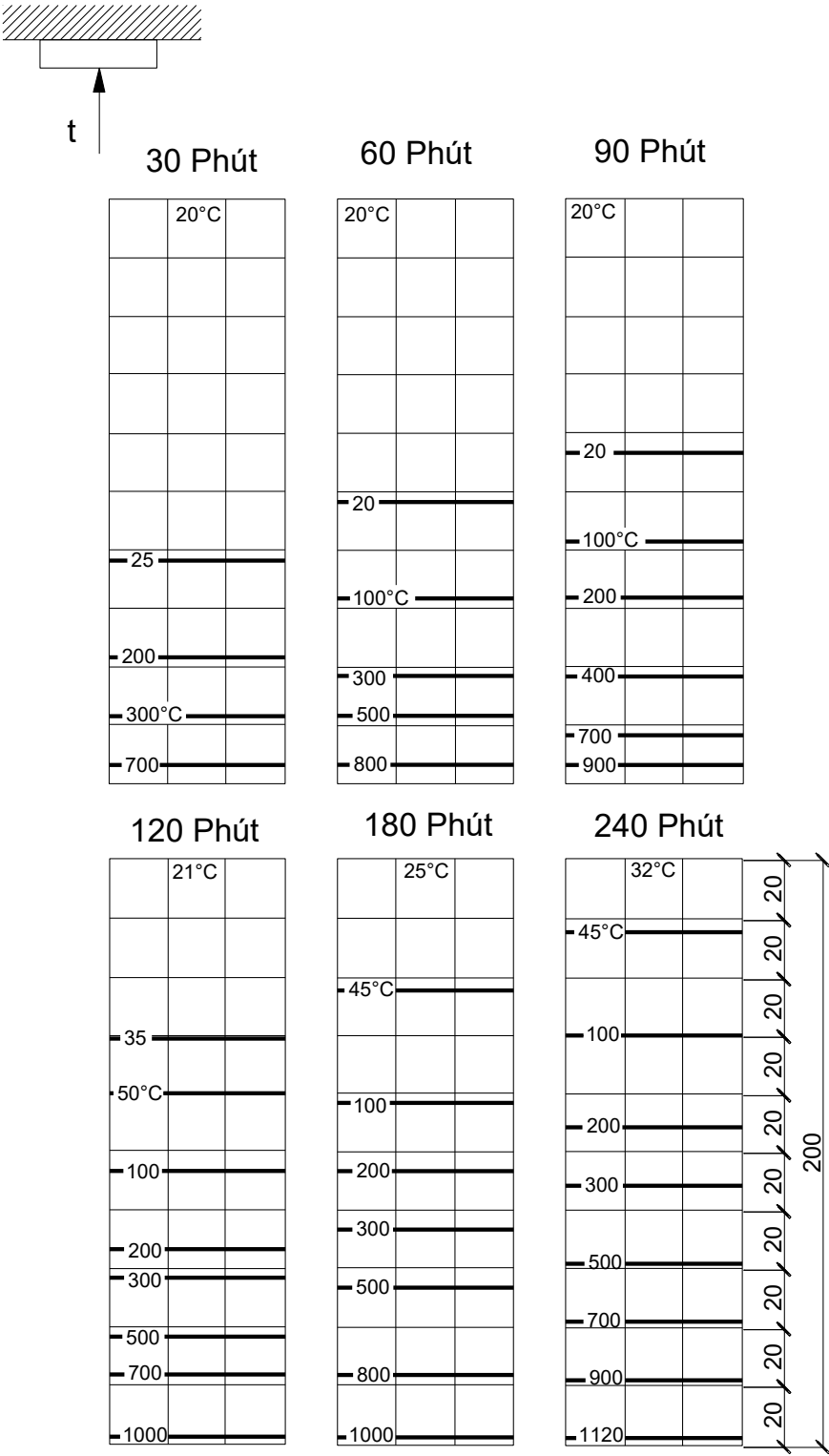
Hình G.12 – Tấm bê tông nặng dày 200 mm khi nung nóng từ một mặt



Hình G.13 – Bảng bê tông nhẹ dày 60 mm khi nung nóng với một mặt



Hình G.14 Bảng bê tông nhẹ dày 100 mm khi nung nóng với một mặt



Hình G.15 – Bảng bê tông nhẹ dày 200 mm khi nung nóng với một mặt