

TCVN *1-2:202x**

**THIẾT KẾ KẾT CẤU NHÔM – PHẦN 1-2: THIẾT KẾ
KẾT CẤU CHỊU LỬA**

Design of aluminium structures – Part 1-2: Structural fire design

DỰ THẢO

Hà Nội - 2022

Lời nói đầu

TCVN ***1-2:202x được xây dựng trên cơ sở tham khảo EN 1999-1-2:2007 *Design of aluminium structures – Part 1-2: Structural fire design*.

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

Mục lục

Lời nói đầu.....	3
1. Quy định chung.....	7
1.1 Phạm vi.....	7
1.1.1 Phạm vi của TCVN XXXX.....	7
1.1.2 Phạm vi của của TCVN XXXX-1-2.....	7
1.2 Tài liệu viện dẫn.....	8
1.3 Các giả thiết.....	9
1.4 Phân loại giữa các nguyên tắc và quy tắc áp dụng.....	9
1.5 Thuật ngữ và định nghĩa.....	9
1.5.1 Các thuật ngữ liên quan đến thiết kế.....	9
1.5.2 Các thuật ngữ liên quan đến tác động nhiệt.....	9
1.5.3 Các thuật ngữ liên quan đến vật liệu và sản phẩm.....	10
1.5.4 Các thuật ngữ liên quan đến phân tích truyền nhiệt.....	10
1.5.4.2.....	10
1.5.4.3.....	10
1.5.4.4.....	10
1.5.4.5.....	11
1.5.4.6.....	11
1.5.4.7.....	11
1.5.5 Các thuật ngữ liên quan đến phân tích ứng xử cơ học.....	11
1.6 Ký hiệu.....	12
(1) Những ký hiệu sau được sử dụng bổ sung thêm cho các ký hiệu được quy định trong tiêu chuẩn TCVN ****-1-1.....	12
<i>Chữ Latin viết hoa</i>	12
2. Cơ sở thiết kế.....	13
2.1 Các yêu cầu.....	13
2.1.1 Các yêu cầu cơ bản.....	13
2.1.2 Đám cháy tiêu chuẩn.....	14
2.1.3 Đám cháy tham số.....	14
2.2 Các tác động.....	14
2.3 Giá trị thiết kế của các tính chất vật liệu.....	14
2.4 Các phương pháp kiểm tra.....	15
2.4.1 Tổng quát.....	15
2.4.2 Phân tích cấu kiện.....	15
2.4.3 Phân tích một phần kết cấu.....	17

- 2.4.4 Phân tích kết cấu tổng thể 18
- 3. Vật liệu 18
 - 3.1 Tổng quát..... 18
 - 3.2 Tính chất cơ học của hợp kim nhôm 18
 - 3.2.1 Tính chất về cường độ và biến dạng 18
 - 3.2.2 Khối lượng thể tích 22
 - 3.3 Các tính chất nhiệt 22
 - 3.3.1 Hợp kim nhôm..... 22
 - 3.3.2 Vật liệu bảo vệ chịu lửa 24
- 4. Thiết kế kết cấu chịu lửa..... 24
 - 4.1 Quy định chung..... 24
 - 4.2 Phương pháp tính toán đơn giản 25
 - 4.2.1 Tổng quát..... 25
 - 4.2.2 Khả năng chịu lực..... 25
 - 4.2.3 Phát triển nhiệt độ trong kết cấu nhôm..... 29
 - 4.3 Các phương pháp tính toán nâng cao..... 35
 - 4.3.1 Tổng quát..... 35
 - 4.3.2 Ứng xử nhiệt..... 35
 - 4.3.3 Ứng xử cơ học..... 35
 - 4.3.4 Kiểm tra mô hình tính toán nâng cao..... 36
- Phụ lục A (tham khảo) Tính chất của hợp kim nhôm và/hoặc loại xử lý cơ-nhiệt không được liệt kê trong TCVN ****-1-1..... 37
- Phụ lục B (tham khảo) Nhiệt lượng truyền đến các cấu kiện nhôm ngoài nhà..... 38

Thiết kế kết cấu nhôm – Phần 1-2: Thiết kế kết cấu chịu lửa

Design of aluminium structures – Part 1-2: Structural fire design

1. Quy định chung

1.1 Phạm vi

1.1.1 Phạm vi của TCVN XXXX

(1)P TCVN XXXX áp dụng cho thiết kế nhà, các công trình kỹ thuật dân dụng và các kết cấu bằng nhôm. Tiêu chuẩn này tuân thủ các nguyên tắc và yêu cầu về an toàn và giới hạn sử dụng của kết cấu, cơ sở thiết kế và kiểm tra kết cấu được đưa ra trong TCVN EN 1990 - Cơ sở thiết kế kết cấu.

(2)P TCVN XXXX chỉ đề cập đến các yêu cầu về khả năng chịu lực, giới hạn sử dụng, độ bền lâu và khả năng chịu lửa của kết cấu nhôm. Các yêu cầu khác, ví dụ liên quan đến cách nhiệt hoặc cách âm, không được xem xét.

(3) TCVN XXXX được sử dụng cùng với:

- TCVN EN 1990 Cơ sở thiết kế kết cấu
- TCVN EN 1991 Tác động lên kết cấu
- Các Tiêu chuẩn châu Âu cho các sản phẩm xây dựng liên quan đến kết cấu nhôm
- EN 1998 (TCVN 9386) "Thiết kế kết cấu chịu động đất", khi kết cấu nhôm được xây dựng trong vùng chịu động đất

(4) TCVN XXXX được chia thành năm phần:

- TCVN XXXX-1-1 Thiết kế kết cấu nhôm - Phần 1: Các quy định kết cấu chung.
- TCVN XXXX-1-2 Thiết kế kết cấu nhôm - Phần 2: Thiết kế kết cấu chịu lửa.
- TCVN XXXX-1-3 Thiết kế kết cấu nhôm - Phần 3: Kết cấu chịu mỏi.
- TCVN XXXX-1-4 Thiết kế kết cấu nhôm - Phần 4: Tấm kết cấu tạo hình nguội.
- TCVN XXXX-1-5 Thiết kế kết cấu nhôm - Phần 5: Kết cấu vò.

1.1.2 Phạm vi của TCVN XXXX-1-2

(1) TCVN ****-1-2 đề cập đến việc thiết kế kết cấu nhôm chịu tình huống sự cố dưới tác dụng của lửa và được sử dụng kết hợp với TCVN ****-1-1 và TCVN EN 1991-1-2. TCVN ****-1-2 chỉ đưa ra những khác biệt hoặc bổ sung so với trường hợp kết cấu ở điều kiện nhiệt độ thông thường.

TCVN ***1-2:202x

(2) TCVN ****-1-2 chỉ xét đến các giải pháp bảo vệ chịu lửa thụ động, không xét đến các giải pháp bảo vệ chịu lửa chủ động.

(3) TCVN ****-1-2 áp dụng đối với kết cấu nhôm có yêu cầu đảm bảo khả năng chịu lực nếu chịu tác động của lửa, với mục đích tránh sự sụp đổ sớm của kết cấu.

CHÚ THÍCH Phần này không bao gồm các quy định cho cấu kiện ngăn cách

(4) TCVN ****-1-2 đưa ra những nguyên tắc và những quy định áp dụng để thiết kế kết cấu đáp ứng được các yêu cầu về khả năng chịu lực và công năng sử dụng.

(5) TCVN ****-1-2 áp dụng đối với các kết cấu, hoặc các bộ phận của kết cấu, trong phạm vi áp dụng và được thiết kế phù hợp với TCVN ****-1-1.

(6) Các đặc tính hợp kim nhôm được đưa ra trong TCVN ****-1-2 áp dụng cho các loại hợp kim nhôm dưới đây:

EN AW-3004 - H34	EN AW-5083 - O và H12	EN AW-6063 - T5 và T6
EN AW-5005 - O và H34	EN AW-5454 - O và H34	EN AW-6082 - T4 và T6
EN AW-5052 - H34	EN AW-6061 - T6	

(7) Các phương pháp được nêu trong TCVN ****-1-2 cũng áp dụng cho các hợp kim nhôm/loại xử lý cơ-nhiệt khác của TCVN ****-1-1 nếu có sẵn thông tin về tính chất vật liệu ở nhiệt độ cao hoặc áp dụng được các giả thiết đơn giản hóa trong mục 3.2.1.

1.2 Tài liệu viện dẫn

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

EN 485-2 Nhôm và hợp kim nhôm. Tấm, dải và bản. Phần 2: Tính chất cơ học.

EN 755-2 Nhôm và hợp kim nhôm. Thanh/que, ống và thanh định hình ép đùn. Phần 2: Tính chất cơ học.

TCVN EN 1990 Nguyên lý thiết kế kết cấu.

TCVN EN 1991-1-2 Tác động lên kết cấu. Phần 1-2: Tác động chung – Các tác động lên kết cấu chịu lửa.

TCVN ****-1-1 Thiết kế kết cấu nhôm: Phần 1-1: Nguyên tắc chung.

EN 1090-3 Thi công kết cấu thép và nhôm - Phần 3: Yêu cầu kỹ thuật cho kết cấu nhôm.

EN 13501-2 Cấp chịu lửa cho công trình và cấu kiện nhà. Phần 2: Phân cấp dựa trên thí nghiệm chịu lửa.

ENV 13381-1 Thí nghiệm chịu lửa cho cấu kiện nhà. Phần 1: Phương pháp thí nghiệm xác định khả năng chịu lửa của cấu kiện chịu lực: bởi màng bảo vệ theo phương ngang.

ENV 13381-2 Thí nghiệm chịu lửa cho cấu kiện nhà. Phần 2: Phương pháp thí nghiệm xác định khả năng chịu lửa của cấu kiện chịu lực: bởi màng bảo vệ theo phương thẳng đứng.

ENV 13381-4 Thí nghiệm chịu lửa cho cấu kiện nhà. Phần 4: Phương pháp thí nghiệm xác định khả năng chịu lửa của cấu kiện chịu lực: bởi lớp bảo vệ cho cấu kiện thép.

CEN/TS 13381-1 Phương pháp thí nghiệm xác định khả năng chịu lửa của cấu kiện chịu lực: Phần 1: Màng bảo vệ theo phương ngang

1.3 Các giả thiết

(1) Ngoài các giả thiết chung của TCVN EN 1990, cần áp dụng các giả thiết sau đây:

Bất cứ hệ thống bảo vệ chịu lửa bị động nào được xét đến trong thiết kế phải được bảo trì đầy đủ.

1.4 Phân loại giữa các nguyên tắc và quy tắc áp dụng

(1) Áp dụng các quy tắc trong TCVN EN 1990 mục 1.4.

1.5 Thuật ngữ và định nghĩa

(1) Áp dụng các quy tắc trong TCVN EN 1990 mục 1.5.

(2) Các thuật ngữ được sử dụng trong TCVN ****-1-2 có ý nghĩa như sau:

1.5.1 Các thuật ngữ liên quan đến thiết kế

1.5.1.1

Phần của kết cấu (part of structure)

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

1.5.1.2

Cấu kiện được bảo vệ (protected members)

Các cấu kiện được bảo vệ bằng những biện pháp nhằm giảm sự tăng nhiệt độ trong cấu kiện khi chịu lửa.

1.5.2 Các thuật ngữ liên quan đến tác động nhiệt

1.5.2.1

Đường cong quan hệ nhiệt độ - thời gian tiêu chuẩn (standard temperature-time curve)

Đường quy ước được định nghĩa trong EN 13501-2 để đại diện cho mô hình của một đám cháy phát triển hoàn toàn trong một khoang cháy;

1.5.2.2

Các đường quan hệ nhiệt độ - thời gian (temperature-time curves)

Sự biểu diễn theo thời gian của quá trình biến đổi nhiệt độ khí trong môi trường của cửa các bề mặt của cấu kiện. Chúng có thể là:

- đường danh định (Nominal): các dạng đường quy ước được sử dụng để phân loại hoặc kiểm tra khả năng chịu lửa, ví dụ gồm: đường nhiệt độ-thời gian tiêu chuẩn; đường quan hệ đám cháy bên ngoài; đường quan hệ đám cháy hydrocarbon;
- đường tham số (Parametric): xác định dựa trên cơ sở của các mô hình đám cháy và các tham số vật lý nhất định đặc trưng cho các điều kiện trong khoang cháy.

1.5.3 Các thuật ngữ liên quan đến vật liệu và sản phẩm

1.5.3.1

Vật liệu bảo vệ chịu lửa (fire protection material)

Vật liệu hay tổ hợp các vật liệu được sử dụng để tăng khả năng chịu lửa của cấu kiện chịu lực.

1.5.4 Các thuật ngữ liên quan đến phân tích truyền nhiệt

1.5.4.1

Hệ số hình dạng (configuration factor)

Hệ số tương quan về sự truyền nhiệt bức xạ từ bề mặt A tới bề mặt B được xác định bởi tỷ lệ của phần năng lượng bức xạ truyền tới bề mặt B trong tổng số năng lượng bức xạ phát ra từ bề mặt A.

1.5.4.2

Hệ số truyền nhiệt đối lưu (convective heat transfer coefficient)

Dòng nhiệt đối lưu truyền đến một cấu kiện do sự chênh lệch giữa nhiệt độ khối của khí bao quanh một bề mặt của cấu kiện đang xét và nhiệt độ của chính bề mặt đó.

1.5.4.3

Độ phát xạ nhiệt (emissivity)

Bằng độ hấp thụ nhiệt của một bề mặt, tức là tỷ số giữa lượng nhiệt bức xạ được hấp thụ bởi một bề mặt nào đó và lượng nhiệt bức xạ được hấp thụ bởi bề mặt của vật đen tuyệt đối.

1.5.4.4

Thông lượng nhiệt hấp thụ (net heat flux)

Năng lượng được các cấu kiện hấp thụ hoàn toàn tính trên một đơn vị diện tích và trong một đơn vị thời gian.

1.5.4.5

Tỷ số bức xạ (resulting emissivity)

Tỷ số giữa thông lượng nhiệt bức xạ thực tế đến cấu kiện và thông lượng nhiệt hấp thụ trong trường hợp cấu kiện và môi trường bức xạ được xem là vật đen tuyệt đối.

1.5.4.6

Hệ số tiết diện (section factor)

Đối với cấu kiện nhôm, là tỷ số giữa diện tích bề mặt tiếp xúc với lửa và thể tích của cấu kiện nhôm; đối với cấu kiện kín, là tỷ số giữa diện tích bề mặt bên trong của vỏ bọc tiếp xúc với lửa và thể tích của cấu kiện nhôm.

1.5.4.7

Hệ số tiết diện hộp (box value of section factor)

Tỷ số giữa diện tích bề mặt tiếp xúc với lửa của hộp giới hạn danh định và thể tích của cấu kiện

1.5.5 Các thuật ngữ liên quan đến phân tích ứng xử cơ học

1.5.5.1

Nhiệt độ tới hạn của cấu kiện nhôm kết cấu (critical temperature of a structural aluminum member)

Với mức tải trọng cho trước, nhiệt độ mà tại đó dự kiến xảy ra phá hoại ở cấu kiện nhôm dưới tác dụng của nhiệt độ phân bố đều.

1.5.5.2

Giới hạn chảy quy ước 0,2% (effective 0,2 % proof strength)

Với một giá trị nhiệt độ cho trước, là giá trị ứng suất tương ứng với biến dạng lâu dài 0,2 % trên đường quan hệ ứng suất - biến dạng.

1.5.5.3

Cấu kiện bên ngoài (external member)

Cấu kiện chịu lực bên ngoài công trình có thể bị tác động của lửa thông qua các lỗ mở của công trình.

1.6 Ký hiệu

(1) Những ký hiệu sau được sử dụng bổ sung thêm cho các ký hiệu được quy định trong tiêu chuẩn TCVN ****-1-1

Chữ Latin viết hoa

- A_m diện tích bề mặt tiếp xúc với lửa của cấu kiện trên một đơn vị chiều dài
- A_p diện tích của bề mặt bên trong của vật liệu bảo vệ chịu lửa trên một đơn vị chiều dài của cấu kiện
- E_{al} giá trị mô đun đàn hồi của nhôm ở nhiệt độ thường
- $E_{al,\theta}$ giá trị mô đun đàn hồi của nhôm ở nhiệt độ cao, θ_{al}
- V thể tích của một cấu kiện trên một đơn vị chiều dài

Chữ Latin viết thường

- c_{al} nhiệt dung riêng của nhôm
- c_p nhiệt dung riêng của vật liệu bảo vệ chịu lửa
- d_p độ dày của vật liệu bảo vệ chịu lửa
- $f_{o,\theta}$ giá trị hiệu dụng của giới hạn chảy quy ước 0,2% ở nhiệt độ cao, θ_{al}
- $\dot{h}_{net,d}$ giá trị thiết kế của thông lượng nhiệt hấp thụ qua một đơn vị diện tích bề mặt
- I_z giá trị thông lượng nhiệt bức xạ từ ngọn lửa đến bề mặt dầm
- k_θ hệ số giảm cường độ của nhôm ở nhiệt độ cao, θ_{al}
- $k_{o,\theta}$ hệ số giảm cường độ cho giới hạn chảy quy ước 0,2% ở nhiệt độ cao
- $k_{o,\theta_{max}}$ hệ số giảm cường độ cho giới hạn chảy quy ước 0,2% ở nhiệt độ lớn nhất của nhôm
- l độ dài tại 20 °C
- t thời gian tiếp xúc với lửa
- Δt khoảng thời gian

Chữ Hy Lạp viết thường

- $\gamma_{M,fi}$ hệ số riêng của vật liệu liên quan trong tình huống chịu lửa
- η_{fi} Hệ số giảm cho cấp tải trọng thiết kế trong tình huống chịu lửa
- θ nhiệt độ đo bằng thang độ °C
- θ_{al} Nhiệt độ của nhôm
- ε_m độ phát xạ nhiệt bề mặt của một cấu kiện

κ	hệ số điều chỉnh
λ_{al}	hệ số dẫn nhiệt của nhôm
λ_p	hệ số dẫn nhiệt của vật liệu bảo vệ chịu lửa
μ_0	mức độ (hệ số) huy động tại thời điểm $t = 0$
ρ_{al}	khối lượng riêng của nhôm
ρ_p	khối lượng riêng của vật liệu bảo vệ chịu lửa

2. Cơ sở thiết kế

2.1 Các yêu cầu

2.1.1 Các yêu cầu cơ bản

(1)P Khi cần tuân thủ các yêu cầu về độ bền cơ học trong điều kiện chịu lửa, kết cấu nhôm phải được thiết kế và thi công để chúng có thể duy trì khả năng chịu tải trong suốt quá trình chịu tác dụng của lửa theo tiêu chí R.

(2)P Khi cần tuân thủ yêu cầu chống cháy lan, các kết cấu ngăn chia tương ứng phải được thiết kế và thi công, sao cho chúng vẫn giữ được vai trò ngăn chia trong quá trình cháy, tức là:

- không xảy ra phá hoại do nứt, lỗ hổng và các lỗ mở mà chúng đủ lớn để đám cháy có thể lan sang bằng khí nóng hoặc bằng ngọn lửa - tiêu chí E;

- không xảy ra phá hoại của lớp cách nhiệt do nhiệt độ bề mặt không bị lộ lửa vượt quá nhiệt độ bắt lửa - tiêu chí I

(3) Tiêu chí 'I' được xem là thỏa mãn khi sự tăng nhiệt độ trung bình trên bề mặt không bị lộ lửa không vượt quá 140°C, và sự tăng nhiệt độ lớn nhất tại bất kỳ vị trí nào trên bề mặt không bị lộ lửa không vượt quá 180°C.

(4)P Các cấu kiện phải tuân thủ tiêu chí R, E, I như sau:

- cấu kiện chỉ ngăn chia: tiêu chí E và I

- cấu kiện chỉ chịu lực: tiêu chí R

- cấu kiện ngăn chia và chịu lực: tiêu chí R, E và I

CHÚ THÍCH: TCVN ***-1-2 chỉ áp dụng cho tiêu chí R. Tính chất của vật liệu được đưa ra trong tiêu chuẩn này có thể dùng để tính toán nhiệt độ cho tiêu chí I.

(5) Tiêu chí biến dạng cần được áp dụng ở những vị trí cần được bảo vệ hoặc vị trí mà tiêu chí thiết kế cho cấu kiện ngăn chia yêu cầu kể đến sự biến dạng của cấu kiện chịu lực .

(6) Ngoại trừ trong (5), không cần xét đến sự biến dạng của kết cấu chịu lực trong các trường hợp sau :

- sự hiệu quả của các biện pháp bảo vệ đã được đánh giá theo như mục 3.3.2

- các cấu kiện ngăn chia đáp ứng đầy đủ các yêu cầu chịu lửa dưới tác động của đám cháy tiêu chuẩn.

2.1.2 Đám cháy tiêu chuẩn

(1) Trong điều kiện chịu lửa tiêu chuẩn, các cấu kiện cần tuân theo các tiêu chí R như sau :

- cấu kiện chỉ chịu lực: độ bền cơ học (tiêu chí R)

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

(3) Đối với đường quan hệ đám cháy hydrocacbon, cũng áp dụng các tiêu chí tương tự như trên, tuy nhiên phần tham khảo về đường cong đặc trưng này được đánh dấu bằng các chữ cái 'HC'.

2.1.3 Đám cháy tham số

(1) Chức năng chịu lực được đảm bảo khi không xảy ra sự sập đổ trong suốt thời gian tồn tại của ngọn lửa kể cả giai đoạn tắt dần hoặc trong suốt thời gian chịu lửa yêu cầu.

2.2 Các tác động

(1) Những tác động cơ học và tác động nhiệt được lấy theo TCVN EN 1991-1-2.

(2) Các giá trị của $\dot{h}_{net,d}$ cần được xác định từ TCVN EN 1991-1-2 sử dụng các giá trị:

$\varepsilon_m = 0,3$ cho bề mặt sạch và không được che chắn

$\varepsilon_m = 0,7$ cho bề mặt được sơn và che chắn

2.3 Giá trị thiết kế của các tính chất vật liệu

(1) Giá trị thiết kế của các tính chất cơ học của vật liệu $X_{fi,d}$ được xác định như sau:

$$X_{fi,d} = k_{\theta} X_k / \gamma_{M,fi} \tag{2.1}$$

Trong đó:

X_k là giá trị đặc trưng của tính chất cường độ hoặc biến dạng (thông thường là f_k hoặc E_k) khi thiết kế ở nhiệt độ bình thường theo TCVN ****-1-1;

$X_{k,\theta}$ là giá trị của tính chất vật liệu trong thiết kế chịu lửa thường phụ thuộc vào nhiệt độ của vật liệu, xem trong mục 3;

k_{θ} là hệ số suy giảm cho tính chất cường độ hoặc biến dạng ($X_{k,\theta} / X_k$), phụ thuộc vào nhiệt độ của vật liệu; xem 3.2;

CHÚ THÍCH Đối với các tính chất cơ học của nhôm, giá trị cho hệ số riêng sử dụng trong tình huống chịu lửa xem trong Phụ lục quốc gia. Khuyến nghị lấy giá trị $\gamma_{M,fi} = 1$.

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

- Nếu tăng tính chất của vật liệu làm tăng an toàn:

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

Nếu tăng tính chất của vật liệu làm giảm an toàn:

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

CHÚ THÍCH Đối với đặc tính nhiệt của nhôm, giá trị cho hệ số riêng được sử dụng trong điều kiện chịu lửa xem trong Phụ lục quốc gia. Có thể lấy $\gamma_{M,fi} = 1$.

2.4 Các phương pháp kiểm tra

2.4.1 Tổng quát

(1)P Mô hình của một hệ kết cấu được chấp nhận sử dụng để thiết kế theo EN 1999 -1-2 phải phản ánh được khả năng làm việc theo dự kiến của kết cấu đó khi chịu lửa.

CHÚ THÍCH Khi các quy định đưa ra trong TCVN ****-1-2 chỉ có giá trị đối với trường hợp tiếp xúc với lửa tiêu chuẩn, thì điều này được xác định trong các mục có liên quan.

(2)P Kết cấu phải được kiểm tra theo điều kiện dưới đây trong khoảng thời gian chịu lửa t :

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

Trong đó:

$E_{fi,d}$ là giá trị thiết kế của các hệ quả tác động trong tình huống chịu lửa, được xác định theo TCVN EN 1991-1-2, bao gồm cả các hệ quả của sự giãn nở và biến dạng nhiệt;

$R_{fi,d,t}$ là độ bền theo thiết kế tương ứng trong tình huống chịu lửa.

(3) Việc phân tích sự làm việc của kết cấu trong tình huống chịu lửa được thực hiện theo mục 5.1.4(2) của TCVN EN 1990.

CHÚ THÍCH 1 Để phân tích cấu kiện, xem 2.4.2. Để phân tích một phần của cấu kiện, xem 2.4.3. Để phân tích kết cấu tổng thể, xem 2.4.4.

CHÚ THÍCH 2 Để kiểm tra các yêu cầu về khả năng chịu lửa tiêu chuẩn, chỉ cần thực hiện tính toán cấu kiện.

(4) Như một phương pháp thay thế cho thiết kế bằng tính toán, thiết kế chịu lửa có thể dựa trên các kết quả thử nghiệm cháy hoặc dựa vào sự kết hợp giữa thử nghiệm cháy và tính toán.

2.4.2 Phân tích cấu kiện

(1) Các hệ quả tác động cần được xác định tại thời điểm $t = 0$ sử dụng các hệ số tổ hợp $\psi_{1,1}$ hoặc $\psi_{1,2}$ theo TCVN EN 1991-1-2, mục 4.3.1.

(2) Để đơn giản yêu cầu (1), các hệ quả tác động $E_{fi,d}$ có thể được xác định từ một phân tích kết cấu đối ở nhiệt độ bình thường như sau:

$$E_{fi,d} = \eta_{fi} E_d \tag{2.4}$$

trong đó:

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

(3) Hệ số giảm η_{fi} của tổ hợp tải trọng (6.10) trong TCVN EN 1990 được xác định như sau:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \tag{2.5}$$

hoặc đối với các tổ hợp tải trọng (6.10a) và (6.10b) trong TCVN EN 1990 sẽ là giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị dưới đây:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \tag{2.5a}$$

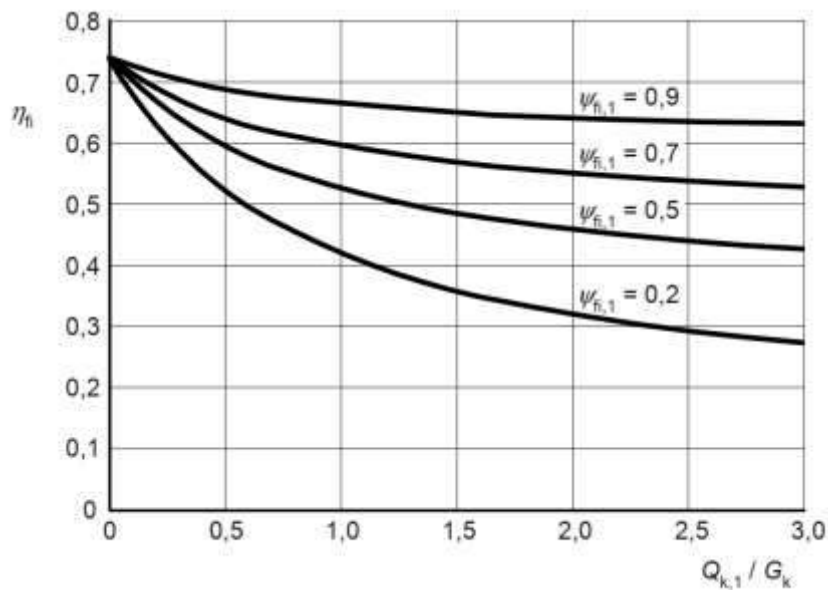
$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\xi \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \tag{2.5b}$$

Trong đó:

- $Q_{k,1}$ là tác động thay đổi chủ đạo
- G_k là giá trị đặc trưng của tác động thường xuyên
- γ_G là hệ số riêng của tác động thường xuyên
- $\gamma_{Q,1}$ là hệ số riêng của tác động thay đổi thứ 1
- ψ_{fi} là hệ số tổ hợp cho giá trị thường gặp, có thể là $\psi_{1,1}$ hoặc $\psi_{2,1}$
- ξ là hệ số giảm của tác động thường xuyên bất lợi G

CHÚ THÍCH 1 Các giá trị của γ_G , $\gamma_{Q,1}$, ψ_{fi} và ξ được cho trong Phụ lục quốc gia. Các giá trị khuyến nghị được đưa ra trong TCVN EN 1990. TCVN EN 1991-1-2 khuyến nghị sử dụng $\psi_{2,1}$ cho ψ_{fi}

CHÚ THÍCH 2 Một ví dụ về sự thay đổi của hệ số giảm η_{fi} phụ thuộc vào tỷ lệ tải trọng $Q_{k,1}/G_k$ cho các giá trị hệ số tổ hợp khác nhau $\psi_{fi} = \psi_{1,1}$ theo công thức (2.5), được thể hiện trong Hình 1 với các giả thiết sau: $\gamma_{GA} = 1,0$, $\gamma_G = 1,35$ và $\gamma_Q = 1,5$. Các hệ số riêng có thể được xác định trong các Phụ lục quốc gia tương ứng của TCVN EN 1990, nơi các giá trị khuyến nghị được quy định. Công thức (2.5a) và (2.5b) cho các giá trị lớn hơn ở mức độ không đáng kể.



Hình 1 - Sự biến thiên hệ số giảm η_{fi} theo tỷ số tải trọng $Q_{k,1}/G_k$

CHÚ THÍCH 3 Để đơn giản tính toán, có thể lấy giá trị khuyến nghị $\eta_{fi} = 0,65$, ngoại trừ các hoạt tải loại E trong TCVN EN 1991-1-1 (khu vực hay bị chất nhiều hàng hóa, kể cả khu vực lối vào), khi đó giá trị khuyến nghị lấy bằng 0,7.

(4) Chỉ những ảnh hưởng của sự biến dạng nhiệt do sự thay đổi nhiệt độ trên tiết diện ngang là cần được xét đến. Những ảnh hưởng của sự giãn nở vì nhiệt theo phương dọc trục hoặc trong mặt phẳng có thể được bỏ qua.

(5) Các điều kiện biên tại vị trí gối tựa và các điểm đầu của cấu kiện có thể được giả định là không đổi trong suốt thời gian chịu lửa.

(6) Các phương pháp tính toán đơn giản hoặc nâng cao được đưa ra lần lượt ở các mục 4.2 và 4.3 đều thích hợp để kiểm tra các cấu kiện trong điều kiện chịu lửa.

2.4.3 Phân tích một phần kết cấu

(1) Áp dụng mục 2.4.2(1)

(2) Một cách khác để phân tích kết cấu trong tình huống chịu lửa tại thời điểm $t = 0$, phản lực tại các gối tựa và các nội lực và mô men ở biên của phần kết cấu đang xét có thể được xác định dựa vào phân tích kết cấu trong điều kiện nhiệt độ bình thường như được thể hiện trong 2.4.2.

(3) Việc phân tích một phần kết cấu cần được xác định dựa trên các giãn nở và biến dạng tiềm tàng do nhiệt để sự tương tác giữa chúng với các phần khác của kết cấu có thể được xác định gần đúng bởi các gối tựa và các điều kiện biên không phụ thuộc thời gian trong quá trình chịu lửa.

(4) Trong phạm vi một phần của kết cấu được phân tích, cần xét đến các dạng phá hoại tương ứng khi chịu lửa, các tính chất vật liệu phụ thuộc nhiệt độ và độ cứng của cấu kiện, các hệ quả của sự biến dạng vì nhiệt (những tác động gián tiếp do chịu lửa).

(5) Giả thiết các điều kiện biên tại gối đỡ, các lực và mô men tại biên của một phần của kết cấu là không đổi trong suốt quá trình chịu lửa.

2.4.4 Phân tích kết cấu tổng thể

(1) Khi tiến hành phân tích kết cấu tổng thể trong tình huống chịu lửa, cần xét đến các dạng phá hoại tương ứng khi chịu lửa, các tính chất vật liệu phụ thuộc vào nhiệt độ và độ cứng của cấu kiện, các hệ quả của sự biến dạng vì nhiệt (những tác động gián tiếp do chịu lửa).

3. Vật liệu

3.1 Tổng quát

(1) Các giá trị của tính chất vật liệu được đưa ra trong chương này được coi là các giá trị đặc trưng trừ khi được ghi rõ là giá trị thiết kế.

(2) Các tính chất cơ học của hợp kim nhôm ở 20°C được lấy như trong TCVN ****-1-1 áp dụng cho tính toán ở điều kiện nhiệt độ bình thường.

3.2 Tính chất cơ học của hợp kim nhôm

3.2.1 Tính chất về cường độ và biến dạng

(1) Trong khoảng thời gian tiếp xúc nhiệt độ cao đến 2 giờ, giới hạn chảy quy ước 0,2% ở nhiệt độ cao của hợp kim nhôm được liệt kê ở Bảng 1 tuân theo :

$$f_{o,\theta} = k_{o,\theta} \cdot f_o$$

Trong đó :

$f_{o,\theta}$ là giới hạn chảy quy ước 0,2% ở nhiệt độ cao

f_o là giới hạn chảy quy ước 0,2% ở nhiệt độ phòng theo TCVN ****-1-1

(2) Với các giá trị trung gian của nhiệt độ nhôm, có thể sử dụng Hình 2a, 2b hoặc nội suy tuyến tính:

Bảng 1a - Hệ số giảm giới hạn chảy quy ước 0,2% cho hợp kim nhôm $k_{0,2}$ trong khoảng thời gian tiếp xúc nhiệt độ cao đến 2 giờ

Hợp Kim	Loại xử lý cơ-nhiệt (temper)	Nhiệt độ của hợp kim nhôm °C							
		20	100	150	200	250	300	350	550
EN AW-3004	H34	1,00	1,00	0,98	0,57	0,31	0,19	0,13	0
EN AW-5005	O	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	0,58	0,39	0
EN AW-5005	H14 ¹⁾	1,00	0,93	0,87	0,66	0,37	0,19	0,10	0
EN AW-5052	H34 ²⁾	1,00	1,00	0,92	0,52	0,29	0,20	0,12	0
EN AW-5083	O	1,00	1,00	0,98	0,90	0,75	0,40	0,22	0
EN AW-5083	H12 ³⁾	1,00	1,00	0,80	0,60	0,31	0,16	0,10	0
EN AW-5454	O	1,00	1,00	0,96	0,88	0,50	0,32	0,21	0
EN AW-5454	H34	1,00	1,00	0,85	0,58	0,34	0,24	0,15	0
EN AW-6061	T6	1,00	0,95	0,91	0,79	0,55	0,31	0,10	0
EN AW-6063	T5	1,00	0,92	0,87	0,76	0,49	0,29	0,14	0
EN AW-6063	T6 ⁴⁾	1,00	0,91	0,84	0,71	0,38	0,19	0,09	0
EN AW-6082	T4 ⁵⁾	1,00	1,00	0,84	0,77	0,77	0,34	0,19	0
EN AW-6082	T6	1,00	0,90	0,79	0,65	0,38	0,20	0,11	0

- 1) Các giá trị có thể được áp dụng cho cả loại xử lý cơ-nhiệt H24/H34/H12/H32
- 2) Các giá trị có thể được áp dụng cho cả loại xử lý cơ-nhiệt H12/H22/H32
- 3) Các giá trị có thể được áp dụng cho cả loại xử lý cơ-nhiệt H22/H32
- 4) Các giá trị có thể được áp dụng cho cả EN AW-6060 T6 và T66
- 5) Các giá trị không bao gồm sự tăng cường độ do ảnh hưởng của hiệu ứng lão hóa. Có thể xem xét bỏ qua các ảnh hưởng này.

(3) Giới hạn chảy quy ước 0,2% ở nhiệt độ cao của hợp kim nhôm không được liệt kê ở Bảng 1a, nhưng được liệt kê ở Bảng 3.2a và 3.2b của TCVN xxxx-1-1:202x, cần được xác định bằng thí nghiệm hoặc có thể sử dụng các giá trị giới hạn cận dưới của giới hạn chảy quy ước 0,2% như được đưa ra ở Bảng 1b.

Bảng 1b - Giới hạn cận dưới của hệ số giảm giới hạn chảy quy ước 0,2% cho hợp kim nhôm $k_{0,\theta}$ trong khoảng thời gian tiếp xúc nhiệt độ cao đến 2 giờ

	Nhiệt độ của hợp kim nhôm °C							
	20	100	150	200	250	300	350	550
Các giá trị giới hạn cận dưới	1,00	0,90	0,75	0,50	0,23	0,11	0,06	0

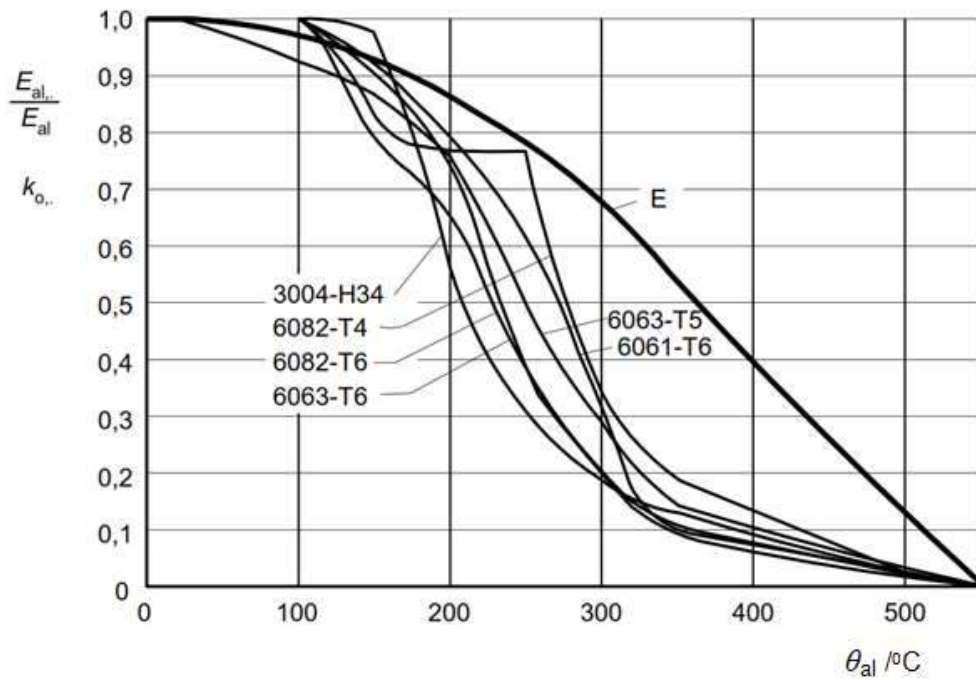
Phụ lục A đưa ra các hệ số giảm cường độ $k_{0\theta}$ cho một số loại hợp kim và loại xử lý cơ-nhiệt không được liệt kê trong TCVN ****-1-1 Bảng 3.2a và 3.2b. Giới hạn chảy quy ước 0,2% của vật liệu ở nhiệt độ phòng f_0 có thể được lấy theo EN 485-2 hoặc EN 755-2.

(4) Modul đàn hồi của tất cả hợp kim nhôm sau khoảng thời gian 2 giờ tiếp xúc với nhiệt độ cao $E_{al,\theta}$ có thể được lấy theo Bảng 2.

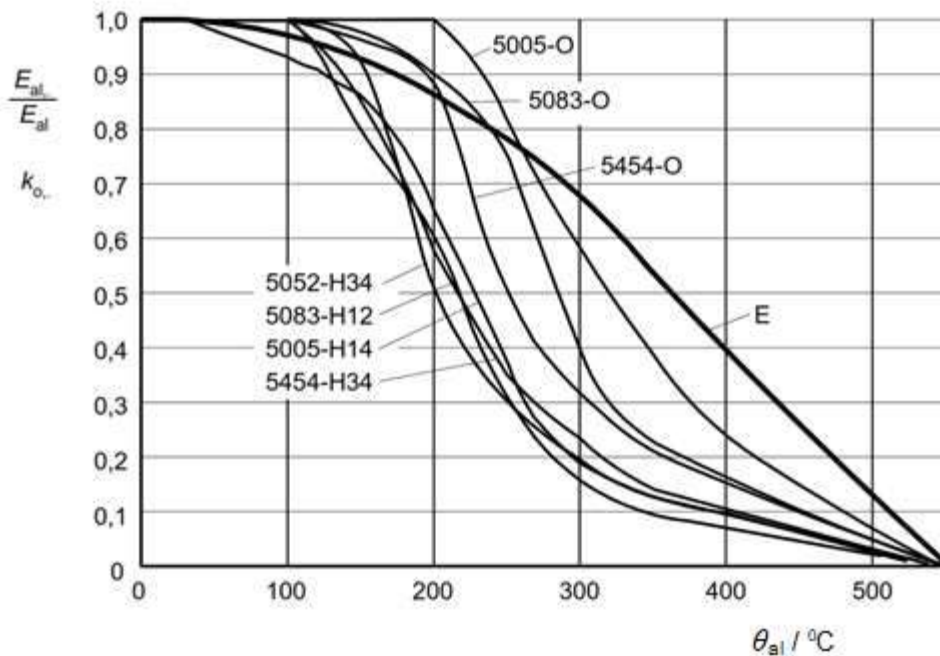
Bảng 2 - Mô đun đàn hồi của hợp kim nhôm trong thời gian 2 giờ tiếp xúc nhiệt độ cao, $E_{al,\theta}$

Nhiệt độ của hợp kim nhôm, θ (°C)	Modul đàn hồi, $E_{al,\theta}$ (N/mm ²)
20	70 000
50	69 300
100	67 900
150	65 100
200	60 200
250	54 600
300	47 600
350	37 800
400	28 000
550	0

(5) Hệ số giảm giới hạn chảy quy ước 0,2% $k_{0,\theta}$ và tỉ số $E_{al,\theta} / E_{al}$ cho hợp kim nhôm ở nhiệt độ cao $\theta_{al} / ^\circ\text{C}$ được thể hiện trong Hình 2a và 2b cho khoảng thời gian tiếp xúc nhiệt độ cao đến 2 giờ.



Hình 2a - Hệ số giảm giới hạn chảy quy ước 0,2% $k_{o,\theta}$ và tỉ lệ $E = E_{al,\theta} / E_{al}$ cho hợp kim nhôm ở nhiệt độ cao $\theta_{al} / ^\circ\text{C}$ cho khoảng thời gian tiếp xúc nhiệt độ cao đến 2 giờ, EN-AW 3004 và hợp kim 6xxx của Bảng 1a



Hình 2b - Hệ số giảm giới hạn chảy quy ước 0,2% $k_{o,\theta}$ và tỉ lệ $E = E_{al,\theta} / E_{al}$ cho hợp kim nhôm ở nhiệt độ cao $\theta_{al} / ^\circ\text{C}$ cho khoảng thời gian tiếp xúc nhiệt độ cao đến 2 giờ, hợp kim 5xxx của Bảng 1a

3.2.2 Khối lượng thể tích

Khối lượng thể tích của nhôm ρ_{al} có thể xem xét không thay đổi theo nhiệt độ của nhôm. Có thể lấy như sau

$$\rho_{al} = 2700 \text{ kg/m}^3$$

3.3 Các tính chất nhiệt

3.3.1 Hợp kim nhôm

3.3.1.1 Độ giãn dài do nhiệt

(1) Độ giãn dài tương đối do nhiệt (biến dạng) của nhôm, $\Delta l/l$, cần được xác định như sau:

Khi $0^\circ\text{C} < \theta_{al} < 500^\circ\text{C}$

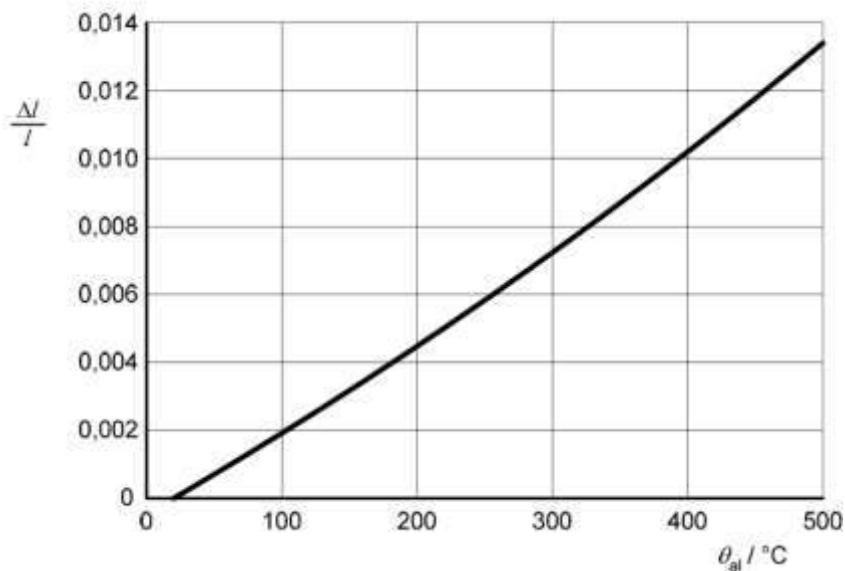
$$\Delta l / l = 0,1 \times 10^{-7} \times \theta_{al}^2 + 22,5 \times 10^{-6} \times \theta_{al} - 4,5 \times 10^{-4}$$

trong đó:

l là chiều dài ở 20°C .

Δl là độ giãn dài do nhiệt.

CHÚ THÍCH Sự thay đổi của độ giãn dài tương đối theo nhiệt độ được minh họa trong Hình 3



Hình 3 - Độ giãn dài tương đối do nhiệt của hợp kim nhôm theo một hàm của nhiệt độ

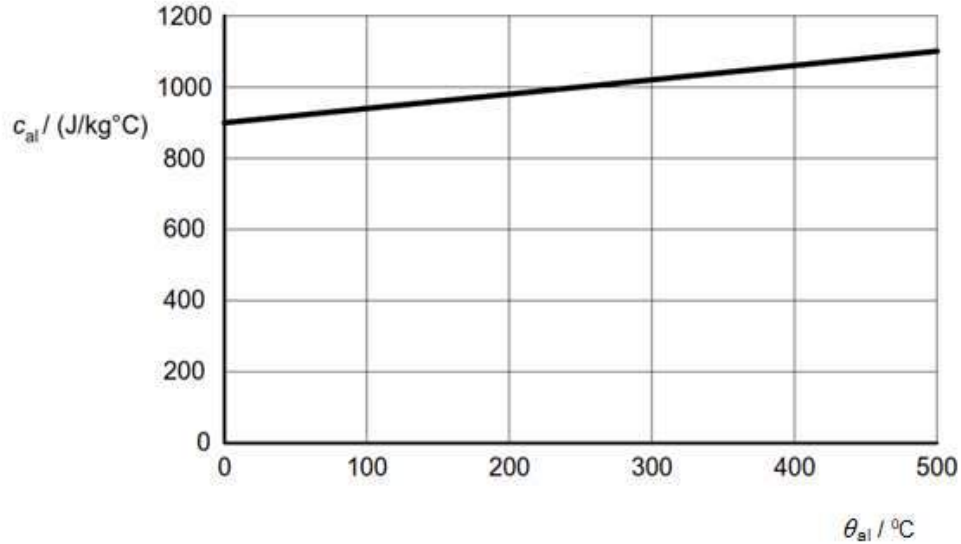
3.3.1.2 Nhiệt dung riêng

(1) Nhiệt dung riêng của nhôm, c_{al} , được xác định như sau:

Khi $0^\circ\text{C} < \theta_{al} < 500^\circ\text{C}$

$$c_{al} = 0,41 \times \theta_{al} + 903 \text{ (J/kg}^\circ\text{C)}$$

CHÚ THÍCH Sự thay đổi của của nhiệt dung riêng được minh họa trong Hình 4



Hình 4 -Sự thay đổi nhiệt dung riêng của hợp kim nhôm theo một hàm của nhiệt độ

3.3.1.3 Hệ số dẫn nhiệt

(1) Hệ số dẫn nhiệt của hợp kim nhôm, λ_{al} khi $0^\circ\text{C} < \theta_{al} < 500^\circ\text{C}$ được xác định như sau:

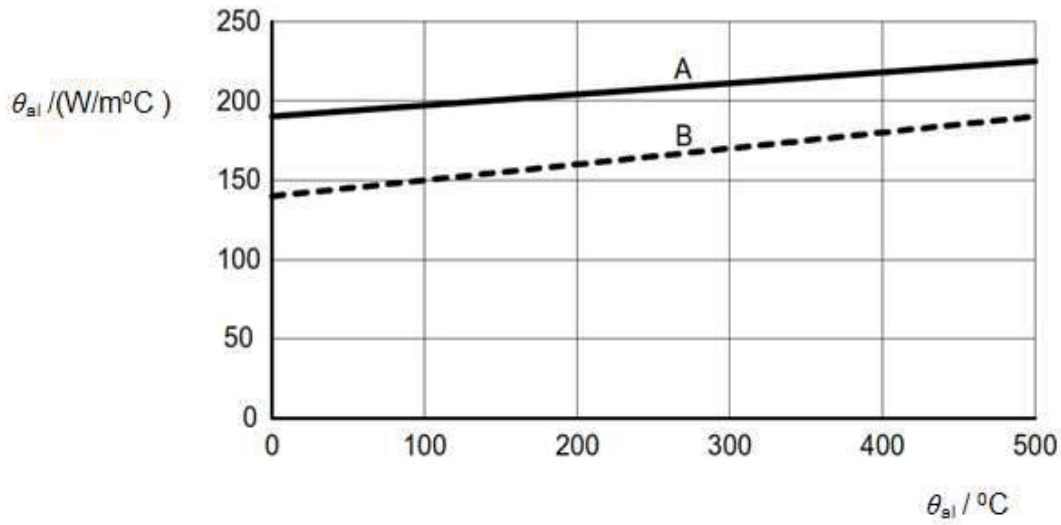
a) Đối với hợp kim loại 3xxx và 6xxx

$$\lambda_{al} = 0,07 \times \theta_{al} + 190 \text{ (W/m}^\circ\text{C)}$$

b) Đối với hợp kim loại 5xxx và 7xxx

$$\lambda_{al} = 0,1 \times \theta_{al} + 140 \text{ (W/m}^\circ\text{C)}$$

CHÚ THÍCH Sự thay đổi của của hệ số dẫn nhiệt được minh họa trong Hình 5



A: 3xxx và 6xxx, B: 5xxx và 7xxx

Hình 5 - Sự thay đổi của hệ số dẫn nhiệt theo một hàm của nhiệt độ

3.3.2 Vật liệu bảo vệ chịu lửa

Các tính chất và hiệu năng của vật liệu bảo vệ chịu lửa sử dụng trong thiết kế cần được đánh giá để kiểm tra đảm bảo vật liệu bảo vệ chịu lửa vẫn dính bám với kết cấu được bảo vệ trong tình huống chịu lửa liên quan.

CHÚ THÍCH Các tính chất của vật liệu bảo vệ chịu lửa thường được kiểm tra bằng thí nghiệm. Hiện chưa có Tiêu chuẩn Châu Âu cho việc thí nghiệm vật liệu dạng này đối với kết cấu nhôm. Thí nghiệm tương tự có thể tham khảo các thí nghiệm đối với vật liệu bảo vệ chịu lửa cho kết cấu thép trong EN 13381-4.

4. Thiết kế kết cấu chịu lửa

4.1 Quy định chung

(1) Phần này đưa ra những quy định dành cho kết cấu nhôm mà:

- Không được bảo vệ;
- Được cách nhiệt bằng vật liệu bảo vệ chịu lửa;
- Được bảo vệ bằng màng nhiệt.

CHÚ THÍCH Ví dụ về các phương pháp bảo vệ khác như bao bọc bằng nước hoặc bảo vệ một phần trong tường hoặc sàn

(2) Khả năng chịu lửa được xác định bằng một hay nhiều phương pháp như sau :

- Bằng phương pháp tính toán đơn giản;
- Bằng phương pháp tính toán nâng cao;

- Bằng thử nghiệm.

(3) Các mô hình tính toán đơn giản là các phương pháp tính toán rút gọn cho các cấu kiện đơn lẻ dựa trên các giả thiết thiên về an toàn.

(4) Các mô hình tính toán nâng cao là các phương pháp tính toán mà các nguyên tắc kỹ thuật được áp dụng theo cách thực tế cho các trường hợp cụ thể.

4.2 Phương pháp tính toán đơn giản

4.2.1 Tổng quát

(1) Khả năng chịu lực của kết cấu hoặc cấu kiện kết cấu bằng nhôm được giả thiết là vẫn được duy trì sau khoảng thời gian t trong một đám cháy cho trước nếu:

$$E_{fi,d} \leq R_{fi,d,t} \quad (4.1)$$

Trong đó :

$E_{fi,d}$ là các giá trị thiết kế của các hệ quả tác động trong tình huống thiết kế chịu lửa, được xác định theo TCVN EN 1991-1-2 (các nội lực và mô men $M_{fi,Ed}$, $N_{fi,Ed}$, $V_{fi,Ed}$ riêng lẻ hoặc trong tổ hợp tải trọng);

$R_{fi,d,t}$ là khả năng chịu lực thiết kế của kết cấu hoặc cấu kiện kết cấu bằng nhôm, trong tình huống thiết kế chịu lửa, tại thời điểm t , ($M_{fi,t,Rd}$, $M_{b,fi,t,Rd}$, $N_{fi,t,Rd}$, $N_{b,fi,t,Rd}$, $V_{fi,t,Rd}$ riêng lẻ hoặc trong tổ hợp tải trọng);

(2) $R_{fi,d,t}$ được xác định theo sự phân bố nhiệt độ trong cấu kiện tại thời điểm t bằng cách điều chỉnh khả năng chịu lực thiết kế ở nhiệt độ thường, xác định từ TCVN ****-1-1, có xét đến các đặc trưng cơ học của nhôm thay đổi phụ thuộc nhiệt độ, xem 3.2.1 và 3.2.2.

(3) Không cần kiểm tra khả năng chịu lực của liên kết giữa các cấu kiện khi khả năng kháng nhiệt $(d_p/\lambda_p)_c$ của lớp bảo vệ chịu lửa của liên kết không nhỏ hơn giá trị tối thiểu của khả năng kháng nhiệt $(d_p/\lambda_p)_M$ của lớp bảo vệ chịu lửa của bất kỳ cấu kiện nhôm nào tham gia vào liên kết đó.

(4) Đối với các mối nối hàn, cần kể đến sự suy giảm cường độ trong vùng bị ảnh hưởng nhiệt.

(5) Có thể giả thiết rằng các điều kiện trong 4.2.2.2, 4.2.2.3 and 4.2.2.4 là thỏa mãn nếu tại thời điểm t nhiệt độ của nhôm θ_{al} tại tất cả các tiết diện ngang không quá 170 °C.

4.2.2 Khả năng chịu lực

4.2.2.1 Phân loại tiết diện ngang

(1) Trong tình huống thiết kế chịu lửa, tiết diện ngang được phân loại giống như khi thiết kế ở nhiệt độ bình thường theo 6.1.4 của TCVN ****-1-1.

CHÚ THÍCH Nguyên lý này dựa trên sự suy giảm tương đối giống nhau của giới hạn chảy quy ước 0,2% và mô đun đàn hồi. Nếu sự suy giảm thực tế của mô đun đàn hồi lấy theo Hình 2, sự phân loại tiết diện ngang sẽ thay đổi, và sẽ tính toán được một giá trị lớn hơn của sức kháng của tiết diện. Phụ lục quốc gia có thể cho các hướng dẫn để tính toán vấn đề này.

4.2.2.2 Cấu kiện chịu kéo

(1) Khả năng chịu lực thiết kế $N_{fi,t,Rd}$ của cấu kiện chịu kéo với sự phân bố nhiệt độ không đồng đều trên tiết diện ngang tại thời điểm t có thể được xác định như sau:

$$N_{fi,t,Rd} = \sum A_i k_{o,\theta,i} f_o / \gamma_{M,fi} \tag{4.2}$$

Trong đó

A_i là diện tích phân tố i của tiết diện ngang thực với nhiệt độ θ , bao gồm sự giảm tiết diện khi xét đến hiệu ứng mềm hóa của vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt (HAZ). Sự giảm này dựa trên chiều dày suy giảm $\rho_{o,HAZ} \cdot t$

$k_{o,\theta,i}$ là hệ số giảm của giới hạn chảy quy ước 0,2% tại nhiệt độ θ , θ là nhiệt độ trong diện tích phân tố A_i

(2) Khả năng chịu lực thiết kế $N_{fi,\theta,Rd}$ của cấu kiện chịu kéo với sự phân bố nhiệt độ đồng đều có thể được xác định như sau:

$$N_{fi,\theta,Rd} = k_{o,\theta} N_{Rd} (\gamma_{Mx} / \gamma_{M,fi}) \tag{4.3}$$

Trong đó

N_{Rd} là khả năng chịu lực thiết kế ở nhiệt độ thường theo TCVN EN 1991-1-1. N_{Rd} là $N_{o,Rd}$ hoặc $N_{u,Rd}$

γ_{Mx} là hệ số vật liệu theo TCVN EN 1991-1-1. γ_{M1} được sử dụng trong tổ hợp có $N_{o,Rd}$ và γ_{M2} được sử dụng trong tổ hợp có $N_{u,Rd}$

Khả năng chịu lực thiết kế $N_{fi,\theta,Rd}$ được xác định bởi tổ hợp của N_{Rd} và γ_{Mx} mà cho khả năng chịu lực nhỏ nhất.

4.2.2.3 Dầm

(1) Khả năng chịu mô men thiết kế $M_{fi,t,Rd}$ của tiết diện ngang loại 1 hoặc 2 với sự phân bố nhiệt không đồng đều tại thời điểm t có thể được xác định như sau:

$$M_{fi,t,Rd} = \sum A_i z_i k_{o,\theta,i} f_o / \gamma_{M,fi} \tag{4.4}$$

Trong đó:

z_i là khoảng cách từ trục trung hòa dẻo đến trọng tâm của diện tích phân tố A_i

(2) Khả năng chịu mô men thiết kế $M_{fi,t,Rd}$ của tiết diện ngang loại 3 hoặc 4 với sự phân bố nhiệt không đồng đều tại thời điểm t có thể được xác định như sau:

$$M_{fi,t,Rd} = k_{o,\theta,max} M_{Rd} (\gamma_{Mx} / \gamma_{M,fi}) \tag{4.5}$$

Trong đó:

$k_{o,\theta_{max}}$ là hệ số giảm giới hạn chảy quy ước 0,2% của hợp kim nhôm tại nhiệt độ θ_{al} bằng với nhiệt độ lớn nhất $\theta_{al,max}$ của tiết diện ngang đạt được tại thời điểm t

M_{Rd} là khả năng chịu mô men của tiết diện ngang thiết kế ở nhiệt độ thường đối với tiết diện ngang loại 3 hoặc 4 theo TCVN ****-1-1. M_{Rd} là $M_{c,Rd}$ hoặc $M_{u,Rd}$.

γ_{Mx} là hệ số vật liệu theo TCVN ****-1-1. γ_{M1} được sử dụng trong tổ hợp có $M_{c,Rd}$ và γ_{M2} được sử dụng trong tổ hợp có $M_{u,Rd}$

Khả năng chịu mô men $M_{fi,t,Rd}$ được xác định bởi tổ hợp của M_{Rd} và γ_{Mx} mà cho giá trị chịu lực nhỏ nhất.

(3) Khả năng chịu mô men $M_{fi,t,Rd}$ của tiết diện ngang loại 1, 2, 3 và 4 với sự phân bố nhiệt độ đồng đều tại thời gian t có thể được xác định như sau:

$$M_{fi,t,Rd} = k_{o,\theta} M_{Rd} (\gamma_{Mx} / \gamma_{M,fi}) \quad (4.6)$$

Trong đó :

M_{Rd} là khả năng chịu mô men của tiết diện ngang ở nhiệt độ bình thường. M_{Rd} là $M_{c,Rd}$ hoặc $M_{u,Rd}$.

γ_{Mx} là hệ số vật liệu theo TCVN ****-1-1. γ_{M1} được sử dụng trong tổ hợp có $M_{c,Rd}$ và γ_{M2} được sử dụng trong tổ hợp có $M_{u,Rd}$

Khả năng chịu mô men $M_{fi,t,Rd}$ được xác định bởi tổ hợp của M_{Rd} và γ_{Mx} mà cho giá trị chịu lực nhỏ nhất.

(4) Đối với dầm chịu oằn xoắn-ngang, mô men kháng oằn thiết kế $M_{b,fi,t,Rd}$ của dầm không bị hạn chế chuyển vị ngang tại thời điểm t có thể được xác định như sau:

$$M_{b,fi,t,Rd} = k_{o,\theta_{max}} M_{b,Rd} (\gamma_{M1} / \gamma_{M,fi}) \quad (4.7)$$

Trong đó:

$M_{b,Rd}$ là mô men kháng oằn thiết kế trong điều kiện nhiệt độ thường theo TCVN ****-1-1

(5) Khả năng chịu cắt thiết kế $V_{fi,t,Rd}$ của dầm tải thời điểm t có thể được xác định từ:

$$V_{fi,t,Rd} = k_{o,\theta} V_{Rd} (\gamma_{M1} / \gamma_{M,fi}) \quad (4.8)$$

Trong đó:

$k_{o,\theta}$ là hệ số giảm giới hạn chảy quy ước 0,2% của hợp kim nhôm tại nhiệt độ θ_{al} trong đó θ_{al} là nhiệt độ lớn nhất tại của phần của tiết diện ngang chịu lực cắt.

V_{Rd} là khả năng chịu cắt thiết kế của tiết diện ngang ở nhiệt độ thường, tính toán theo TCVN ****-1-1

CHÚ THÍCH Các khả năng chịu lực thiết kế trong các công thức (4.5), (4.7) và (4.8) dựa trên giả thiết về sự suy giảm tương đối giống nhau của giới hạn chảy quy ước 0,2% và mô đun đàn hồi. Nếu sự suy giảm thực tế của mô đun đàn hồi được kể đến, có thể sẽ thu được khả năng chịu lực lớn hơn. Phụ lục quốc gia có thể cho các hướng dẫn để kể đến vấn đề này.

4.2.2.4 Cột

(1) Khả năng kháng oằn thiết kế $N_{b,fi,t,Rd}$ của cấu kiện chịu nén tại thời điểm t có thể được xác định từ:

$$N_{b,fi,t,Rd} = K_{o,\theta_{max}} N_{b,Rd} (\gamma_{M1} / 1,2\gamma_{M,fi}) \quad (4.9)$$

Trong đó:

$N_{b,Rd}$ là khả năng kháng oằn thiết kế ở nhiệt độ thường theo TCVN ****-1-1

Giá trị 1,2 là hệ số giảm khả năng chịu lực thiết kế do nhiệt độ phụ thuộc vào mức độ từ biến của hợp kim nhôm

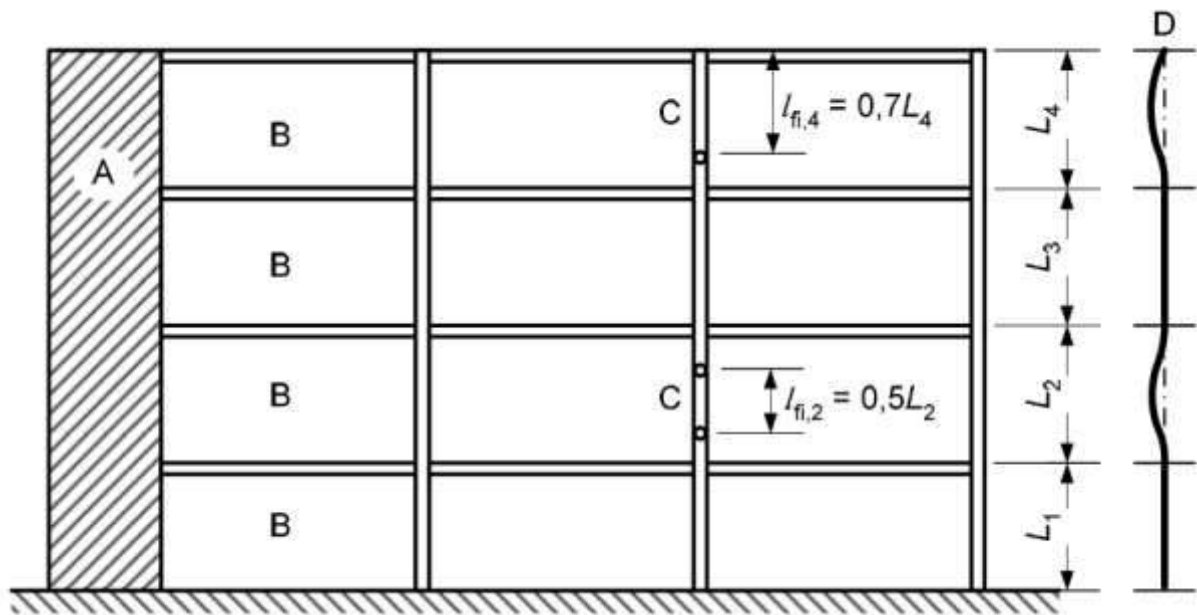
(2) Khi xác định độ mảnh tương đối thì lấy theo các quy định của TCVN ****-1-1.

(3) Khi xác định chiều dài oằn l_{fi} của cột thì áp dụng các quy tắc của TCVN ****-1-1, với ngoại lệ được nêu ở phần dưới đây.

(4) Cột ở một mức sàn xem xét, liên kết hoàn toàn với cột trên vào cột dưới, nếu có, được xem như là liên kết ngàm hiệu quả (effectively restrained), với điều kiện là khả năng chịu lửa của các cấu kiện ngăn cách các mức sàn đang được xem xét ít nhất bằng khả năng chịu lửa của cột.

(5) Trong trường hợp hệ khung giằng mà trong đó mỗi tầng có một khoang cháy với đủ khả năng chịu lửa, thì ở một tầng trung gian chiều dài oằn l_{fi} của cột có thể lấy $l_{fi} = 0,5L$ và chiều dài oằn tầng trên cùng có thể lấy $l_{fi} = 0,7L$ trong đó L là chiều cao của tầng liên quan, xem Hình 6.

CHÚ THÍCH Khả năng chịu lực trong công thức (4.9) dựa trên sự suy giảm tương đối giống nhau của giới hạn chảy quy ước 0,2% và mô đun đàn hồi. Nếu sự suy giảm thực tế của mô đun đàn hồi được tính đến thì khả năng chịu lực thiết kế có thể lớn hơn. Phụ lục quốc gia có thể cho các quy định để kể đến vấn đề này.



- A: Vách cứng hoặc hệ giằng khác
- B: Khoảng cháy riêng ở mỗi tầng
- C: Chiều dài oằn
- D: Dạng biến dạng khi cháy

Hình 6 - Ví dụ của chiều dài oằn l_{fi} của cột trong hệ khung giằng

(6) Khả năng kháng oằn thiết kế của cấu kiện chịu nén uốn đồng thời có thể được xác định theo TCVN ****-1-1 cho kết cấu nhiệt độ thường, bằng cách sử dụng:

$$N_{Ed} = N_{fi,Ed}$$

$$M_{y,Ed} = M_{y,fi,Ed}$$

$$M_{z,Ed} = M_{z,fi,Ed}$$

như tải trọng thiết kế.

Khả năng chịu lực của các cấu kiện khi cháy được xác định theo 4.2.2.3 và 4.2.2.4 trong tiêu chuẩn này.

4.2.3 Phát triển nhiệt độ trong kết cấu nhôm

4.2.3.1 Cấu kiện nhôm trong nhà không được bảo vệ

(1) Tương ứng với sự phân bố nhiệt độ đồng đều tại tiết diện ngang, sự tăng nhiệt $\Delta\theta_{al(t)}$ trong cấu kiện không được bảo vệ trong khoảng thời gian Δt được xác định từ:

$$\Delta\theta_{al(t)} = k_{sh} \frac{1}{c_{al} \rho_{al}} \frac{A_m}{V} \dot{h}_{net} \Delta t \tag{4.10}$$

Trong đó :

k_{sh} là hệ số hiệu chỉnh cho hiệu ứng bóng theo 4.2.3.1(2)

$\frac{A_m}{V}$ là hệ số tiết diện cho cấu kiện nhôm không được bảo vệ (m^{-1})

\dot{h}_{net} là giá trị thiết kế cho thông lượng nhiệt trên mỗi đơn vị diện tích, xem TCVN EN 1991-1-2

(2) Đối với các tiết diện chữ I dưới tác động của đám cháy tiêu chuẩn, hệ số hiệu chỉnh cho hiệu ứng bóng có thể được xác định như sau:

$$k_{sh} = 0,9 \frac{(A_m / V)_b}{A_m / V} \tag{4.11}$$

Trong đó

$(A_m / V)_b$ là hệ số tiết diện hộp của hệ số tiết diện

Trong mọi trường hợp, giá trị k_{sh} cần được lấy:

$$k_{sh} = \frac{(A_m / V)_b}{A_m / V} \leq 1,0 \tag{4.12}$$

CHÚ THÍCH 1: Đối với các tiết diện có hình dạng lồi (ví dụ tiết diện rỗng hình chữ nhật hoặc hình tròn) chìm hoàn toàn trong lửa, hiệu ứng bóng có ảnh hưởng không đáng kể và do đó hệ số hiệu chỉnh k_{sh} lấy bằng 1,0.

CHÚ THÍCH 2: Việc bỏ qua hiệu ứng bóng (tức là: $k_{sh} = 1,0$) dẫn đến các giải pháp thiên về an toàn.

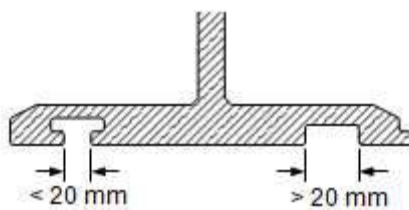
(3) Giá trị \dot{h}_{net} xác định từ TCVN EN 1991-1-2 sử dụng giá trị $\varepsilon_f = 1,0$ và ε_m theo 2.2(2) với ε_f và ε_m được định nghĩa trong TCVN EN 1991-1-2.

(4) Giá trị của Δt không được lấy hơn 5 giây.

(5) Trong công thức (4.10), giá trị của hệ số tiết diện A_m/V không được lấy thấp hơn $10 m^{-1}$

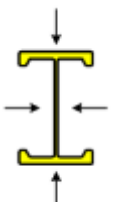
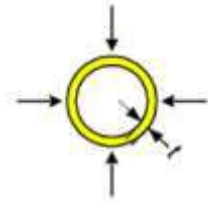
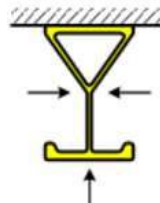
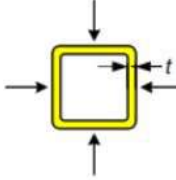
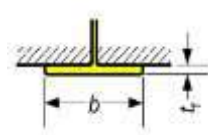
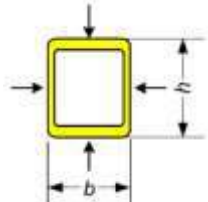
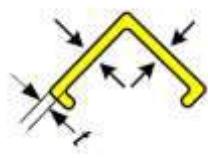
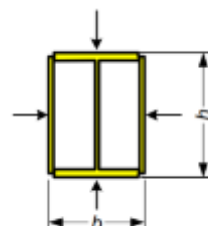
(6) Để tính toán phần bề mặt tiếp xúc với lửa của cấu kiện A_m , các rãnh có khe trên bề mặt bé hơn 20 mm không được tính đến trong diện tích bề mặt tiếp xúc lửa. Nếu rãnh có khe trên bề mặt > 20mm thì diện tích của rãnh cần được kể đến trong diện tích bề mặt tiếp xúc lửa. Xem hình 7.

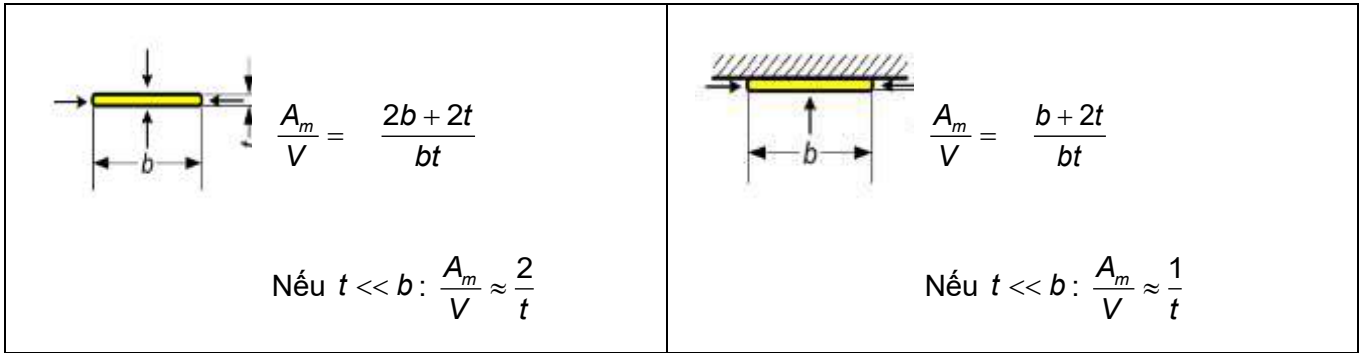
CHÚ THÍCH: Một số biểu thức tính toán giá trị thiết kế của hệ số tiết diện A_m/V đối với các cấu kiện nhôm không được bọc bảo vệ được cho trong Bảng 3.



Hình 7 - Ví dụ về rãnh có khe trên bề mặt < 20mm và rãnh có khe trên bề mặt >20mm

Bảng 3 - Hệ số tiết diện A_m/V đối với các cấu kiện nhôm kết cấu không được bảo vệ khi sử dụng phương pháp khối lượng tập trung

<p>Tiết diện hở khi tiếp xúc với lửa ở tất cả các mặt:</p>  $\frac{A_m}{V} = \frac{\text{Chu vi}}{\text{diện tích tiết diện ngang}}$	<p>Tiết diện ống tiếp xúc với lửa tại tất cả các mặt:</p>  $\frac{A_m}{V} = \frac{1}{t}$
<p>Tiết diện hở tiếp xúc với lửa tại 3 mặt:</p>  $\frac{A_m}{V} = \frac{\text{Bề mặt tiếp xúc với lửa}}{\text{diện tích tiết diện ngang}}$	<p>Tiết diện rỗng (hoặc dạng hộp hàn có cùng chiều dày) tiếp xúc với lửa tại tất cả các mặt:</p>  <p>Nếu $t \ll b$: $\frac{A_m}{V} \approx \frac{1}{t}$</p>
<p>Cánh của tiết diện chữ I tiếp xúc lửa tại 3 mặt</p>  $\frac{A_m}{V} = \frac{b + 2t_f}{bt_f}$ <p>Nếu $t_f \ll b$: $\frac{A_m}{V} \approx \frac{1}{t_f}$</p>	<p>Tiết diện hộp tiếp xúc lửa tại tất cả các mặt:</p>  $\frac{A_m}{V} = \frac{2(b + h)}{\text{diện tích tiết diện ngang}}$
<p>Thép góc (hoặc bất kỳ tiết diện hở có cùng chiều dày) tiếp xúc với lửa tại tất cả các mặt</p>  $\frac{A_m}{V} = \frac{2}{t}$	<p>Tiết diện chữ I với hộp gia cường xung quanh tiếp xúc lửa tại tất cả các mặt:</p>  $\frac{A_m}{V} = \frac{2(b + h)}{\text{diện tích tiết diện ngang}}$
<p>Thanh dẹt tiếp xúc với lửa tại tất cả các mặt</p>	<p>Thanh dẹt tiếp xúc với lửa tại 3 mặt</p>



4.2.3.2 Kết cấu nhôm trong nhà được bảo vệ bằng vật liệu bảo vệ chịu lửa

(1) Tương ứng với sự phân bố nhiệt độ đồng đều tại tiết diện ngang, độ tăng nhiệt độ $\Delta\theta_{al(t)}$ trong cấu kiện được bảo vệ chịu lửa trong khoảng thời gian Δt được tính từ:

$$\Delta\theta_{al(t)} = \frac{\lambda p / d_p}{c_{al} \rho_{al}} \frac{A_p}{V} \left(\frac{1}{1 + \phi / 3} \right) (\theta_{(t)} - \theta_{al(t)}) \Delta t - (e^{\phi/10} - 1) \cdot \Delta\theta_{(t)} \tag{4.13}$$

Nhưng $\Delta\theta_{al(t)} \geq 0$

Trong đó :

$$\phi = \frac{c_p \rho_p}{c_{al} \rho_{al}} d_p \frac{A_p}{V} \tag{4.14}$$

$\frac{A_p}{V}$ là hệ số tiết diện cho cấu kiện nhôm được bảo vệ bởi vật liệu bảo vệ chịu lửa (m^{-1})

$\theta_{(t)}$ là nhiệt độ môi trường tại thời điểm t ($^{\circ}C$)

$\theta_{al(t)}$ là nhiệt độ của nhôm tại thời điểm t ($^{\circ}C$)


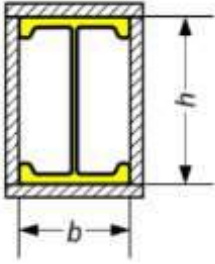
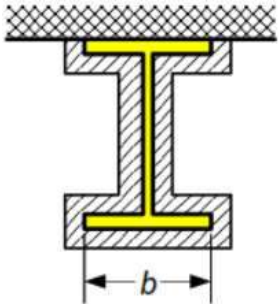
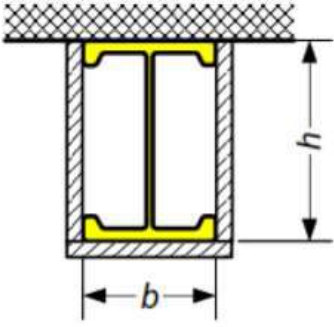
$\Delta\theta_{(t)}$ là sự tăng lên của nhiệt độ môi trường trong khoảng thời gian Δt ($^{\circ}C$)

(2) Giá trị của Δt không được lấy quá 30 giây

(3) Một số giá trị thiết kế của hệ số tiết diện A_p/V cho cấu kiện nhôm được bảo vệ được cho ở Bảng 4.

(4) Đối với hầu hết vật liệu bảo vệ chịu lửa, sự tính toán độ tăng nhiệt độ của nhôm $\Delta\theta_{al(t)}$ có thể được điều chỉnh để kể đến một khoảng thời gian trễ khi nhiệt độ của nhôm tăng đến $100^{\circ}C$.

Bảng 4: Hệ số tiết diện A_p/V cho cấu kiện nhôm kết cấu được bảo vệ bởi vật liệu bảo vệ chịu lửa khi sử dụng phương pháp khối lượng tập trung

Hình minh họa	Miêu tả	Hệ số tiết diện (A_p/V)
	Bao xung quanh bằng vật liệu có chiều dày không đổi, tiếp xúc lửa tại 4 mặt	$\frac{\text{chu vi phần nhôm}}{\text{diện tích tiết diện ngang của nhôm}}$
	Bao xung quanh có lỗ trống bằng vật liệu có chiều dày không đổi, tiếp xúc lửa tại 4 mặt	$\frac{2(b + h)}{\text{diện tích tiết diện ngang của nhôm}}$
	Bao xung quanh bằng vật liệu có chiều dày không đổi, tiếp xúc lửa tại 3 mặt	$\frac{\text{chu vi phần nhôm} - b}{\text{diện tích tiết diện ngang của nhôm}}$
	Bao xung quanh có lỗ trống bằng vật liệu có chiều dày không đổi, tiếp xúc lửa tại 3 mặt	$\frac{2h + b}{\text{diện tích tiết diện ngang của nhôm}}$

4.2.3.3 Kết cấu nhôm trong nhà ở trong một khoảng không được bảo vệ bởi màng nhiệt

(1) Quy định được cho dưới đây áp dụng cho 2 trường hợp:

- Cấu kiện nhôm ở trong khoảng không giới hạn bởi sàn ở phía trên và màng nhiệt ngang ở phía dưới;
 - Cấu kiện nhôm ở trong khoảng không giới hạn bởi màng nhiệt đứng ở cả 2 bên.
- (2) Đối với cấu kiện nhôm trong nhà được bảo vệ bởi màng nhiệt, việc tính toán độ tăng nhiệt của nhôm $\Delta\theta_{al}$ dựa vào phương pháp phù hợp được đưa ra trong 4.2.3.1 hoặc 4.2.3.2, lấy nhiệt độ khí xung quang θ bằng nhiệt độ khí trong khoảng không.
- (3) Tính chất và hiệu suất của màng nhiệt được xác định khi thí nghiệm theo CEN/TS 13381-1 hoặc ENV 13381-2 khi phù hợp.
- (4) Sự phát triển nhiệt độ trong khoảng không nơi đặt các cấu kiện nhôm cần được xác định từ thí nghiệm cháy tiêu chuẩn theo CEN/TS 13381-1 hoặc EN 13381-2 khi phù hợp, hoặc được xác định bằng tính toán sử dụng các phương pháp được chấp nhận.
- (5) Các giá trị của hệ số truyền nhiệt cho đối lưu và bức xạ lần lượt là α_c và α_r được xác định từ thí nghiệm theo CEN/TS 13381-1 hoặc ENV 13381-2 khi phù hợp, và có thể được dùng trong tính toán $\Delta\theta_{al}$ thay cho giá trị được đưa ra trong TCVN EN 1991-1-2.

4.2.3.4 Cấu kiện nhôm ngoài nhà

- (1) Nhiệt độ cấu kiện nhôm ngoài nhà cần được xác định có xét đến:
- Thông lượng nhiệt bức xạ từ khoang cháy;
 - Thông lượng nhiệt bức xạ và thông lượng nhiệt đối lưu từ ngọn lửa khi phát ra từ các lỗ mở;
 - Nhiệt bức xạ và đối lưu mát mát truyền từ kết cấu nhôm tới môi trường xung quanh;
 - Kích thước và vị trí của các cấu kiện chịu lực.
- (2) Màng nhiệt có thể bao quanh 1, 2 hoặc 3 mặt của cấu kiện nhôm ngoài nhà để bảo vệ nó khỏi bức xạ nhiệt.
- (3) Màng nhiệt có thể:
- Gắn trực tiếp lên bề mặt cấu kiện nhôm để bảo vệ, hoặc
 - Đủ lớn để che chắn cho mặt bị tác động của bức xạ nhiệt.
- (4) Màng nhiệt cần không được cháy và kháng lửa ít nhất EI 30 theo như EN ISO 13501-2.

CHÚ THÍCH Thông tin được đưa ra ở Phụ lục B.

- (5) Nhiệt độ của cấu kiện nhôm ngoài nhà được bảo vệ bởi màng nhiệt được xác định trong (1), giả thiết là không có bức xạ nhiệt truyền đến các mặt được bảo vệ bởi màng nhiệt.
- (6) Tính toán có thể dựa trên điều kiện trạng thái ổn định có được từ sự cân bằng nhiệt.

CHÚ THÍCH 1 Phụ lục B đưa ra các phương pháp được khuyến nghị.

CHÚ THÍCH 2 Thiết kế sử dụng Phụ lục B cần dựa trên mô hình được đưa ra trong TCVN EN 1991-1-2 mô tả các điều kiện của khoang cháy và ngọn lửa phát ra từ các lỗ mở, trong đó cần tính toán các thông lượng nhiệt do bức xạ và đối lưu.

4.3 Các phương pháp tính toán nâng cao

4.3.1 Tổng quát

- (1) Các phương pháp tính toán nâng cao cần dựa trên các ứng xử vật lý cơ bản của kết cấu để đưa đến một sự gần đúng ở mức độ đáng tin cậy về ứng xử dự kiến của kết cấu trong điều kiện chịu lửa.
- (2) Bất cứ dạng phá hoại tiềm năng nào không được kể đến trong phương pháp tính toán nâng cao (bao gồm oằn cục bộ, phá hoại do cắt) đều cần được loại trừ bằng các biện pháp thích hợp.
- (3) Các phương pháp tính toán nâng cao cần bao gồm những mô hình tính toán để xác định:
 - sự phát triển và phân bố nhiệt độ bên trong kết cấu (mô hình ứng xử nhiệt),
 - ứng xử cơ học của kết cấu hay một phần kết cấu (mô hình ứng xử cơ học).
- (4) Các mô hình tính toán nâng cao có thể được sử dụng kết hợp với bất kỳ đường cong nhiệt nào, miễn là biết được các tính chất của vật liệu trong khoảng nhiệt độ tương ứng.
- (5) Các phương pháp tính toán nâng cao có thể sử dụng với bất kỳ loại tiết diện ngang nào.

4.3.2 Ứng xử nhiệt

- (1) Các mô hình tính toán nâng cao đối với các ứng xử nhiệt cần được dựa trên những nguyên lý và các giả thuyết đã được công nhận của lý thuyết truyền nhiệt.
- (2) Mô hình ứng xử nhiệt cần kể đến đến:
 - những tác động nhiệt liên quan được ghi rõ trong TCVN EN 1991-1-2;
 - sự thay đổi về các tính chất nhiệt của vật liệu theo nhiệt độ, xem mục 3.3.
- (3) Những ảnh hưởng của sự tiếp xúc với nhiệt không đồng đều và sự truyền nhiệt tới các thành phần kết cấu lân cận có thể được xét đến khi thích hợp.
- (4) Ảnh hưởng của độ ẩm và sự truyền ẩm trong vật liệu chịu lửa có thể được bỏ qua theo hướng thiên về an toàn.

4.3.3 Ứng xử cơ học

- (1) Các phương pháp tính toán nâng cao đối với các ứng xử cơ học cần được dựa trên các nguyên lý và các giả thuyết đã được công nhận của lý thuyết cơ học kết cấu, có kể đến những thay đổi tính chất cơ học theo nhiệt độ.
- (2) Những hiệu ứng nhiệt gây ra ứng suất và biến dạng do sự gia tăng của nhiệt độ và sự chênh lệch của nhiệt độ đều cần được kể đến.
- (3) Mô hình ứng xử cơ học cần kể đến:
 - tổ hợp những các hệ quả tác động cơ học, không hoàn chỉnh hình học và các tác động nhiệt;

- những tính chất cơ học phụ thuộc nhiệt độ của vật liệu, xem 3.2;
- ảnh hưởng của phi tuyến tính hình học;
- ảnh hưởng của các tính chất phi tuyến của vật liệu, bao gồm ảnh hưởng có lợi của việc chất và dỡ tải tới độ cứng của kết cấu.

(4) Khi nhiệt độ kim loại trên 170 °C kéo dài trên 30 phút, hiệu ứng từ biến nhiệt tạm thời cần được xét đến một cách tường minh.

(5) Cần giới hạn độ biến dạng ở trạng thái giới hạn cực hạn, xác định được từ mô hình tính toán để bảo đảm khả năng tương thích được duy trì giữa tất cả các bộ phận của kết cấu.

(6) Thiết kế cần xét tới trạng thái giới hạn cực hạn mà khi bị vượt quá biến dạng tính toán của kết cấu sẽ gây ra sự phá hoại do mất đi gối đỡ thích hợp của một trong những cấu kiện.

(7) Tính toán oằn của cấu kiện có thể sử dụng dạng hình sin của sự không hoàn chỉnh hình học ban đầu với giá trị lớn nhất tại vị trí giữa chiều cao theo độ lệch tối đa cho phép được quy định trong EN 1090-3.

4.3.4 Kiểm tra mô hình tính toán nâng cao

(1) Việc kiểm tra tính đúng đắn của mô hình tính toán cần dựa trên các kết quả thử nghiệm thích hợp.

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

(3) Các tham số quan trọng cần được kiểm tra lại bằng các phương pháp phân tích độ nhạy, để bảo đảm rằng mô hình tính toán tuân theo các nguyên tắc kỹ thuật hợp lý đã được thừa nhận.

(4) Các tham số quan trọng có thể là chiều dài oằn, kích thước của các cấu kiện, mức tải trọng.

Phụ lục A
(tham khảo)

**Tính chất của hợp kim nhôm và/hoặc loại xử lý cơ-nhiệt không được liệt kê trong
TCVN ****-1-1**

Bảng A.1 — Hệ số suy giảm giới hạn chảy quy ước 0,2% $k_{o,\theta}$ cho hợp kim nhôm ở nhiệt độ cao trong khoảng thời gian tiếp xúc lửa đến 2 giờ

Hợp Kim	Loại xử lý cơ-nhiệt (temper)	Nhiệt độ hợp kim nhôm °C							
		20	100	150	200	250	300	350	550
EN AW-3003	O	1,00	1,00	0,90	0,79	0,64	0,46	0,38	0
EN AW-3003	H14	1,00	1,00	0,76	0,51	0,26	0,16	0,10	0
EN AW-3004	H38	1,00	1,00	0,88	0,46	0,25	0,16	0,10	0
EN AW-5005	H18	1,00	0,92	0,85	0,60	0,32	0,15	0,08	0
EN AW-5052	O	1,00	1,00	1,00	0,85	0,63	0,46	0,28	0
EN AW-5052	H38	1,00	0,98	0,80	0,44	0,24	0,16	0,10	0
EN AW-5154	O	1,00	1,00	0,96	0,92	0,70	0,50	0,30	0
EN AW-5154	H34	1,00	1,00	0,89	0,61	0,37	0,26	0,16	0
EN AW-5454	H32	1,00	1,00	0,92	0,78	0,36	0,23	0,14	0
EN AW-5086	O	1,00	1,00	0,96	0,91	0,70	0,46	0,30	0
EN AW-5086	H34	1,00	1,00	0,85	0,58	0,34	0,24	0,15	0
EN AW-6005	T5	1,00	0,93	0,81	0,66	0,42	0,23	0,11	0

Một cách gần đúng, có thể sử dụng các giá trị $k_{o,\theta}$ của hợp kim EN AW-3003 cho hợp kim EN AW-3103

Phụ lục B
(tham khảo)

Nhiệt lượng truyền đến các cấu kiện nhôm ngoài nhà

B.1 Tổng quát

B.1.1 Căn cứ

- (1) Trong Phụ lục B, khoang cháy được giả thiết là chỉ giới hạn trong 1 tầng. Tất cả cửa sổ hoặc những lỗ mở trong khoang cháy được giả thiết là hình chữ nhật.
- (2) Sự xác định nhiệt độ của khoang, kích thước và nhiệt độ của ngọn lửa tại các lỗ mở, và các thông số bức xạ, đối lưu cần được thực hiện theo Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2.
- (3) Cần có sự phân biệt giữa những cấu kiện bị và không bị chìm trong lửa, phụ thuộc vào vị trí tương đối của chúng đến các lỗ mở trong tường của khoang cháy.
- (4) Cấu kiện không bị chìm trong lửa cần được giả thiết là nhận bức xạ nhiệt từ tất cả các lỗ mở ở phía đó của khoang cháy và từ ngọn lửa phóng ra từ các lỗ mở này.
- (5) Cấu kiện bị chìm trong lửa cần được giả thiết là nhận sự truyền nhiệt đối lưu từ ngọn lửa cộng với cả bức xạ nhiệt từ ngọn lửa và từ lỗ mở của khoang cháy mà ngọn lửa phóng ra. Bức xạ nhiệt từ những ngọn lửa khác và từ các lỗ mở khác có thể được bỏ qua.

B.1.2 Quy ước về kích thước

- (1) Quy ước hình học được lấy trong hình B.1.

B.1.3 Cân bằng nhiệt

- (1) Cho cấu kiện không bị chìm trong lửa, nhiệt độ trung bình của cấu kiện nhôm T_m [K] cần được xác định từ giải phương trình cân bằng nhiệt:

$$\sigma T_m^4 + \alpha T_m = \sum I_z + \sum I_f + 293\alpha \quad (B.1)$$

Trong đó

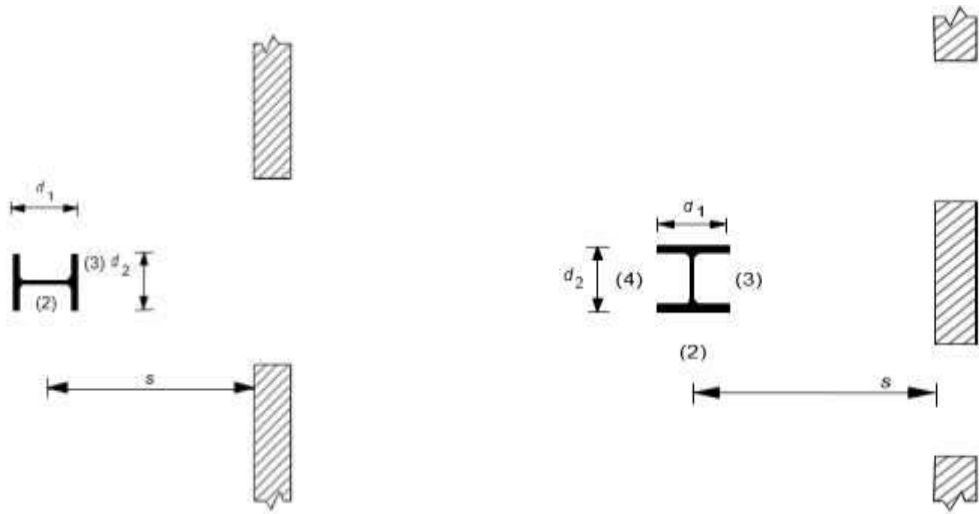
σ : Hằng số Stefan Boltzmann [$56,7 \times 10^{-12}$ kW/m²K⁴]

α : Hệ số truyền nhiệt đối lưu [kW/m²K]

I_z : Thông lượng bức xạ nhiệt từ ngọn lửa [kW/m²]

I_f : Thông lượng bức xạ nhiệt từ lỗ mở [kW/m²]

- (2) Hệ số truyền nhiệt đối lưu α xác định từ Phụ lục B của 1991-1-2 cho điều kiện thông gió cưỡng bức hoặc không thông gió cưỡng bức nếu phù hợp, sử dụng kích thước tiết diện ngang hiệu dụng $d = (d_1 + d_2)/2$



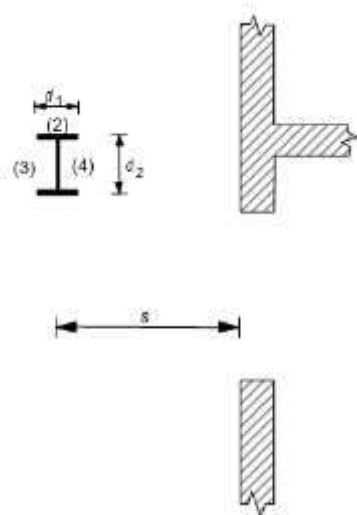
Mặt bằng

1) Cột đối diện lỗ mở

a) Cột

Mặt bằng

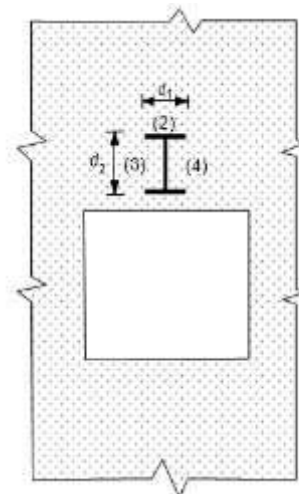
2) Cột nằm giữa các lỗ mở



Mặt cắt

1) Dầm song song với tường

b) Dầm



Mặt cắt

2) Dầm vuông góc với tường

Hình B.1- Kích thước và bề mặt của cấu kiện

(3) Với cấu kiện bị chìm trong lửa, nhiệt độ trung bình của cấu kiện nhôm T_m [K] được xác định từ giải phương trình cân bằng nhiệt:

$$\sigma T_m^4 + \alpha T_m = I_z + I_f + \alpha T_z \tag{B.2}$$

Trong đó :

- Cho bề mặt được bảo vệ: $C_i = 0$
- Cho bề mặt không được bảo vệ $C_i = 1$

(2) Hệ số hình dạng $\phi_{f,i}$ cho bề mặt cấu kiện mà lỗ mở không thấy được thì lấy bằng 0

(3) Hệ số hình dạng tổng thể ϕ_z của cấu kiện cho thông lượng bức xạ nhiệt từ lỗ mở được xác định như sau:

$$\phi_z = \frac{(C_1\phi_{z,1} + C_2\phi_{z,2})d_1 + (C_3\phi_{z,3} + C_4\phi_{z,4})d_2}{(C_1 + C_2)d_1 + (C_3 + C_4)d_2} \quad (B.5)$$

Trong đó :

$\phi_{z,i}$: Hệ số hình dạng của bề mặt cấu kiện i cho ngọn lửa đó, xem Phụ lục G của TCVN EN 1991-1-2

(4) Hệ số hình dạng $\phi_{z,i}$ của mỗi bề mặt của cấu kiện cho truyền nhiệt bức xạ từ ngọn lửa có thể dựa trên kích thước của ngọn lửa hình chữ nhật tương đương. Kích thước và vị trí của hình chữ nhật tương đương đại diện mặt trước và các mặt cạnh của ngọn lửa vì mục đích này được xác định như cho trong B.2 cho cột và B.3 cho dầm. Cho tất cả mục đích khác, sử dụng kích thước của ngọn lửa từ Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2.

(5) Hệ số hình dạng $\phi_{z,i}$ cho mặt cấu kiện không tiếp xúc với lửa thì lấy bằng 0.

(6) Bề mặt cấu kiện có thể được bảo vệ bởi màng nhiệt, xem 4.2.3.4. Bề mặt cấu kiện liền kề với tường khoang cháy cũng coi như được bảo vệ với điều kiện là không có lỗ mở trên bề mặt của bức tường đó. Tất cả bề mặt cấu kiện còn lại được coi như là không được bảo vệ.

B.2 Cột không chìm trong lửa

B.2.1 Truyền nhiệt bức xạ

(1) Cần phân biệt giữa cột đặt đối diện lỗ mở và cột nằm giữa các lỗ mở.

CHÚ THÍCH Hình minh họa được đưa ra trong Hình B.2.

(2) Nếu cột nằm đối diện lỗ mở, thông lượng bức xạ nhiệt I_z từ ngọn lửa được xác định như sau:

$$I_z = \phi_z \varepsilon_z \sigma T_z^4 \quad (B.6)$$

Trong đó :

ϕ_z : Hệ số hình dạng tổng thể cho cột từ nhiệt của ngọn lửa xem B.1.4

ε_z : Phát xạ nhiệt của ngọn lửa, xem B.2.2

T_z : Nhiệt độ của ngọn lửa [K] từ B.2.3

CHÚ THÍCH Hình minh họa được đưa ra trong Hình B.3.

(3) Nếu cột nằm giữa các lỗ mở, tổng thông lượng bức xạ nhiệt I_z của ngọn lửa từ mỗi bên được xác định như sau:

$$I_z = (\phi_{z,m}\varepsilon_{z,m} + \phi_{z,n}\varepsilon_{z,n})\sigma T_z^4 \quad (\text{B.7})$$

Trong đó :

$\phi_{z,m}$ Hệ số hình dạng tổng thể của cột từ nhiệt của ngọn lửa phía m , xem B.1.4

$\phi_{z,n}$ Hệ số hình dạng tổng thể của cột từ nhiệt của ngọn lửa phía n , xem B.1.4

$\varepsilon_{z,m}$ Tổng phát xạ nhiệt của ngọn lửa phía m , xem B.2.2

$\varepsilon_{z,n}$ Tổng phát xạ nhiệt của ngọn lửa phía n , xem B.2.2

CHÚ THÍCH Hình minh họa được đưa ra trong Hình B.4.

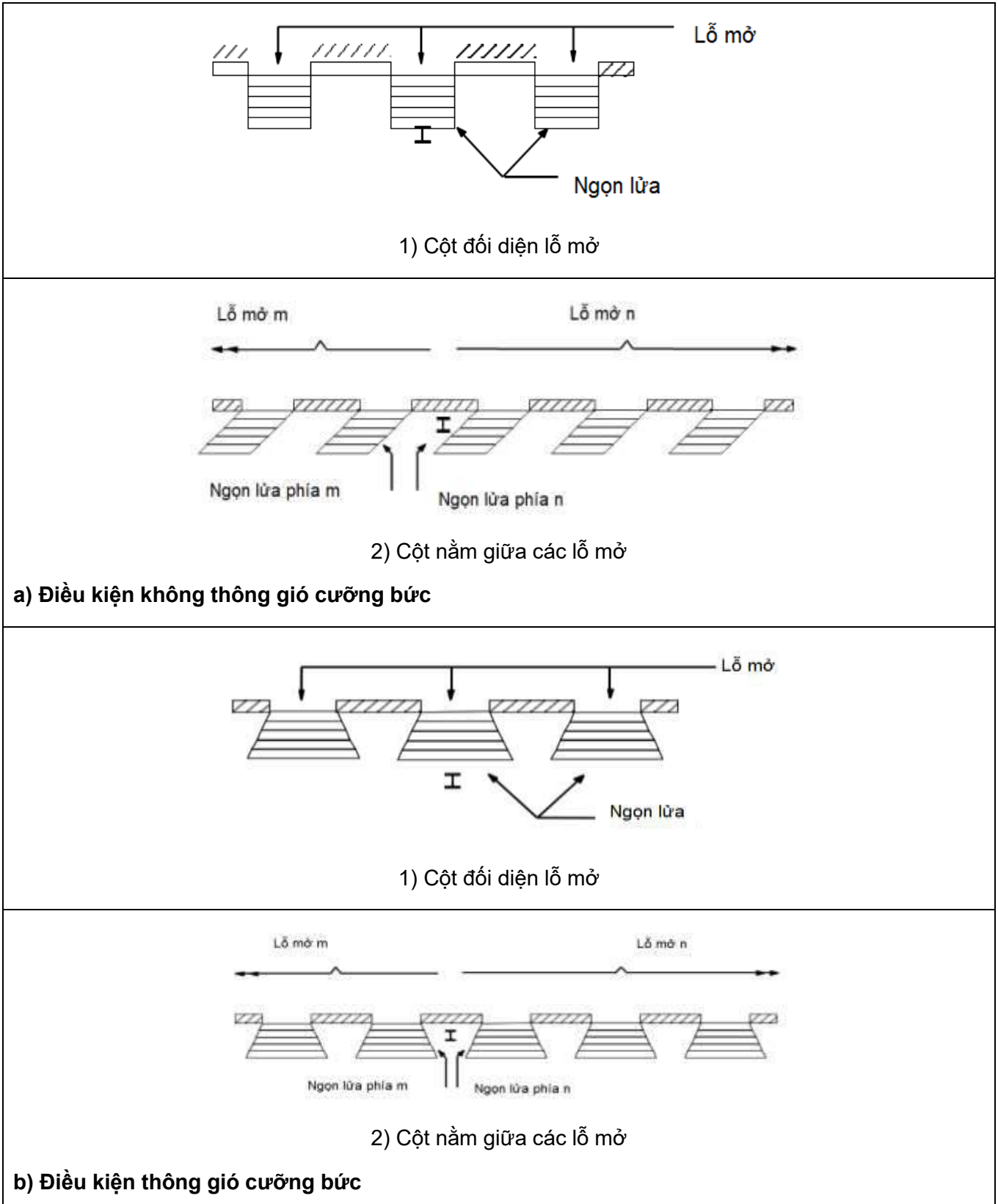
B.2.2 Sự phát xạ nhiệt của lửa

(1) Nếu cột đặt đối diện lỗ mở, độ phát xạ nhiệt ε_z được xác định từ biểu thức cho ε đưa ra trong Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2 sử dụng chiều dày ngọn lửa λ tại điểm cao nhất của lỗ mở. Với điều kiện là không có mái hiên hay ban công phía trên lỗ mở, λ có thể lấy như sau:

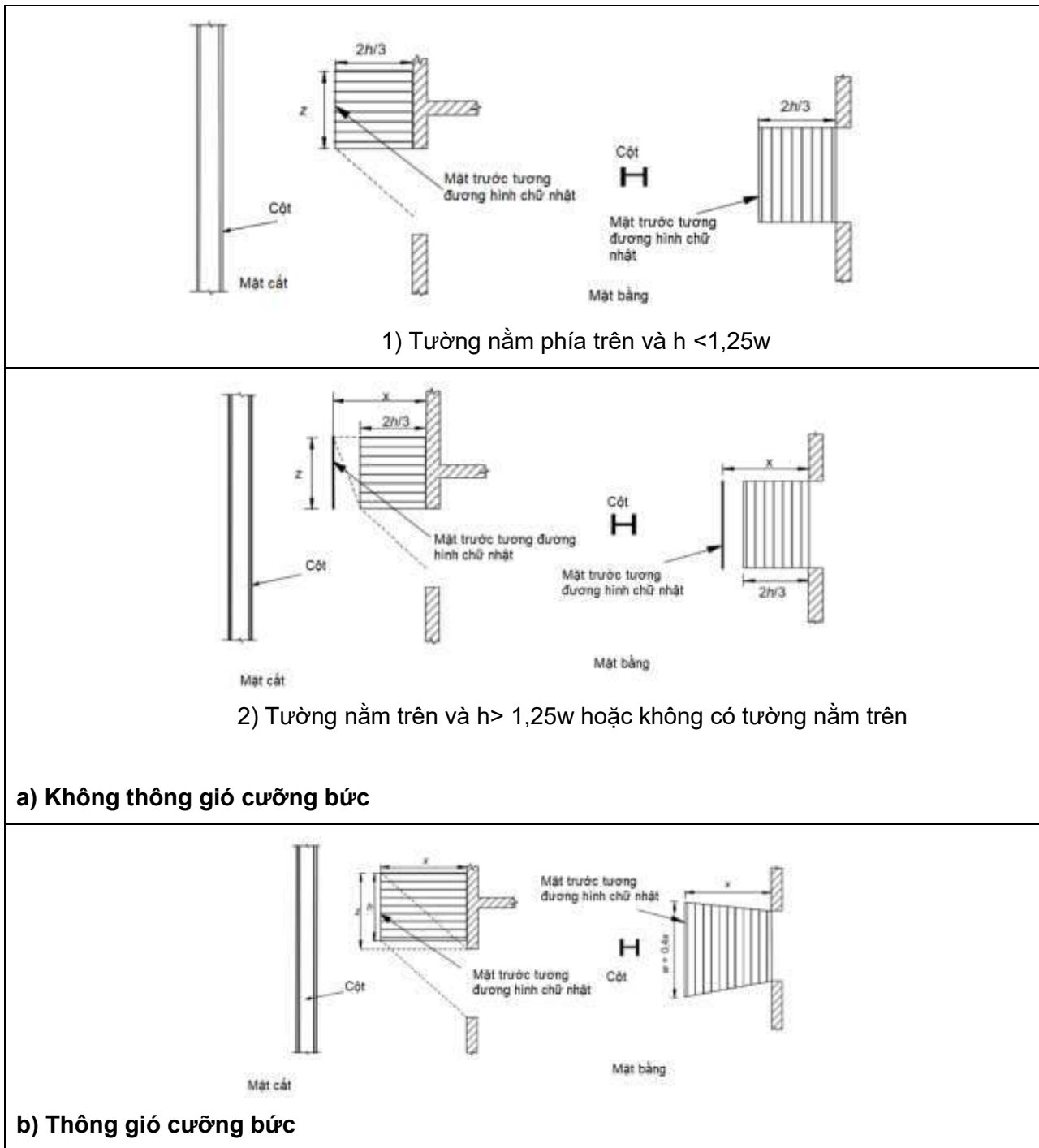
- đối với điều kiện không thông gió cưỡng bức: $\lambda = 2h / 3$ (B.8a)

- đối với điều kiện thông gió cưỡng bức: $\lambda = x$ nhưng $\lambda \leq hx / z$ (B.8b)

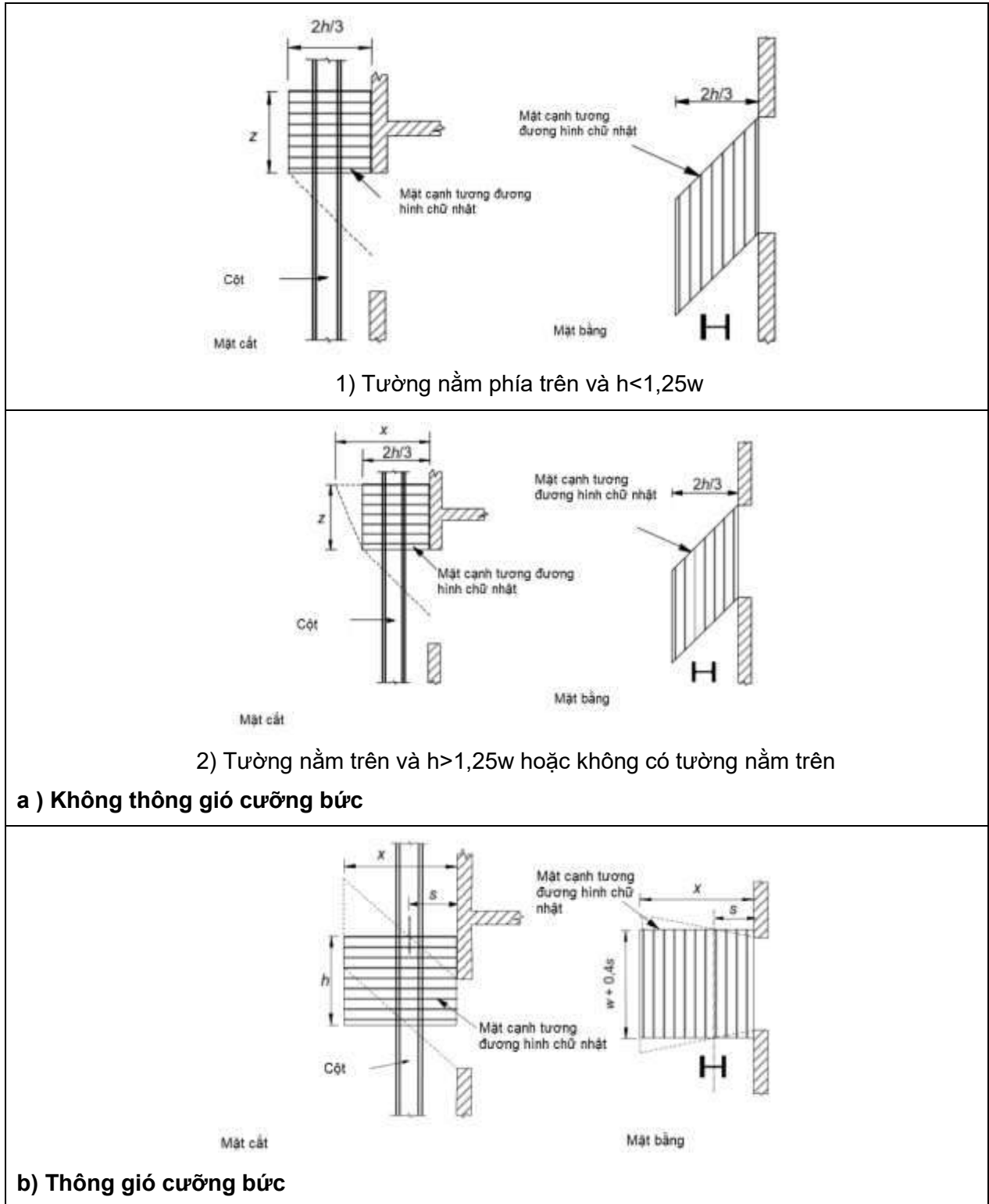
Trong đó h , x và z được đưa ra trong Phụ lục B của 1991-1-2



Hình B.2- Các vị trí cột



HÌNH B.3- Cột đối diện với lỗ mở



HÌNH B.4 : Cột nằm giữa các lỗ mở

(2) Nếu cột nằm giữa 2 lỗ mở, tổng sự phát xạ nhiệt $\varepsilon_{z,m}$ và $\varepsilon_{z,n}$ của ngọn lửa từ phía m và n được xác định từ biểu thức cho ε đưa ra trong Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2 sử dụng giá trị tổng chiều dày ngọn lửa λ

- Cho phía m : $\lambda = \sum_{i=1}^m \lambda_i$ (B.9a)

- Cho phía n : $\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$ (B.9b)

Trong đó :

m là số lượng lỗ mở phía m

n là số lượng lỗ mở phía n

λ_i là chiều dày ngọn lửa cho lỗ mở i

(3) Chiều dày ngọn lửa λ_i được lấy như sau:

- cho điều kiện không thông gió cưỡng bức: $\lambda_i = w_i$ (B.10a)

- cho điều kiện thông gió cưỡng bức $\lambda_i = w_i + 0,4s$ (B.10b)

Trong đó

w_i : bề rộng của lỗ mở i

s : khoảng cách ngang từ tâm cột đến tường của khoang cháy, xem Hình B.1

B.2.3 Nhiệt độ ngọn lửa

(1) Nhiệt độ ngọn lửa T_z được lấy như là nhiệt độ tại trục ngọn lửa lấy từ biểu thức cho T_z trong Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2, cho điều kiện không thông gió cưỡng bức hoặc thông gió cưỡng bức khi phù hợp, tại khoảng cách l từ lỗ mở đo theo trục ngọn lửa, như sau:

- Đối với điều kiện không thông gió cưỡng bức:

$$l = h/2 \tag{B.11a}$$

- Đối với điều kiện thông gió cưỡng bức:

+ Cột đối diện lỗ mở

$$l = 0 \tag{B.11b}$$

+ Cho cột nằm giữa lỗ mở, l là khoảng cách dọc theo trục ngọn lửa đến một điểm có khoảng cách ngang s đến tường của khoang cháy. Khi không có mái hiên hoặc ban công phía trên lỗ mở:

$$l = sX/x \tag{B.11c}$$

Trong đó X và x được chỉ ra trong Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2.

B.2.4 Hấp thụ nhiệt của ngọn lửa

(1) Đối với điều kiện không có thông gió cưỡng bức, độ hấp thụ nhiệt a_z được lấy bằng 0.

(2) Đối với điều kiện có thông gió cưỡng bức, độ hấp thụ nhiệt a_z được lấy bằng với độ bức xạ nhiệt ϵ_z của ngọn lửa tương ứng, xem B.2.2.

B.3 Dầm không bị chìm trong lửa

B.3.1 Truyền nhiệt do bức xạ

(1) Trong B.3, giả thiết rằng vị trí thấp nhất của dầm không thấp hơn vị trí cao nhất của lỗ mở trong khoang cháy.

(3) Cần phân biệt giữa dầm song song với tường ngoài của khoang cháy và dầm vuông góc với tường ngoài của khoang cháy, xem Hình B.5.

(3) Nếu dầm song song với tường ngoài của khoang cháy, nhiệt độ trung bình của cấu kiện nhôm T_m được xác định từ một điểm trên chiều dài của dầm nằm ngay phía trên của tâm lỗ mở. Trong trường hợp này thông lượng bức xạ nhiệt I_z từ ngọn lửa được xác định như sau:

$$I_z = \phi_z \varepsilon_z \sigma T_z^4 \quad (\text{B.12})$$

Trong đó :

ϕ_z : Hệ số hình dạng tổng thể cho ngọn lửa đối diện trực tiếp với dầm, xem B.1.4.

ε_z : Độ bức xạ nhiệt của lửa, xem B.3.2.

T_z : Nhiệt độ của ngọn lửa [K] từ B.3.3.

(4) Nếu dầm vuông góc với tường ngoài của khoang cháy, nhiệt độ trung bình của dầm được xác định từ nhóm các điểm cách đều nhau 100mm dọc theo chiều dài của dầm. Nhiệt độ trung bình của cấu kiện nhôm T_m được lấy từ giá trị lớn nhất của các giá trị trên. Trong trường hợp đó, thông lượng bức xạ nhiệt I_z từ ngọn lửa được xác định như sau:

$$I_z = (\phi_{z,m} \varepsilon_{z,m} + \phi_{z,n} \varepsilon_{z,n}) \sigma T_z^4 \quad (\text{B.13})$$

Trong đó :

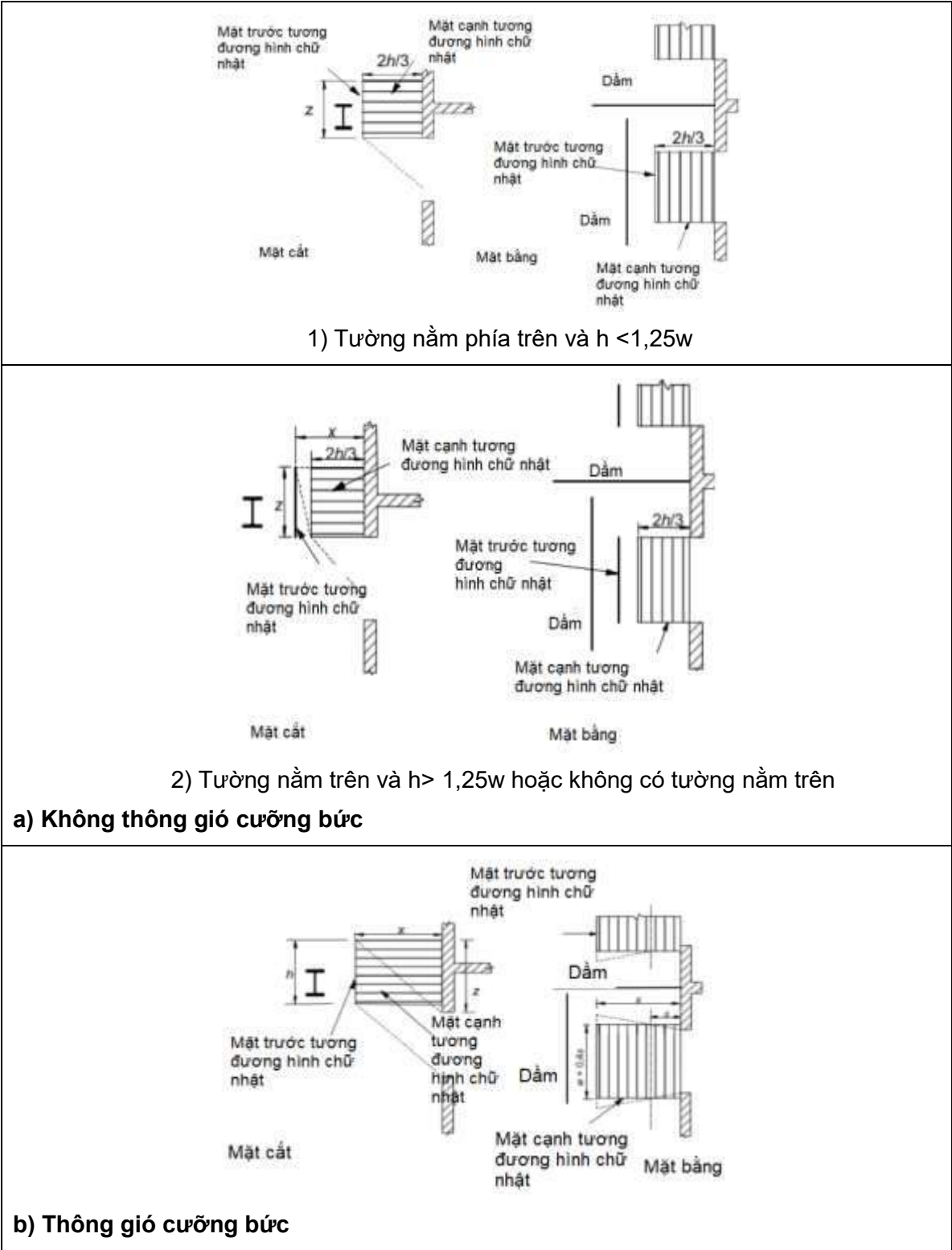
$\phi_{z,m}$ Hệ số hình dạng tổng thể của dầm từ nhiệt của ngọn lửa bên mặt m , xem B.3.2

$\phi_{z,n}$ Hệ số hình dạng tổng thể của dầm từ nhiệt của ngọn lửa bên mặt n , xem B.3.2

$\varepsilon_{z,m}$ Tổng sự phát xạ nhiệt của ngọn lửa bên mặt m , xem B.3.3

$\varepsilon_{z,n}$ Tổng sự phát xạ nhiệt của ngọn lửa bên mặt n , xem B.3.3

T_z : Nhiệt độ của ngọn lửa [K] từ B.3.4



HÌNH B.5 - Dầm không bị chìm trong lửa

B.3.2 Độ bức xạ nhiệt của ngọn lửa

(1) Nếu dầm song song với tường ngoài của khoang cháy, phía trên 1 lỗ mở, độ bức xạ nhiệt của ngọn lửa ϵ_z được xác định từ biểu thức cho ϵ được đưa ra trong Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2,

sử dụng giá trị của chiều dày ngọn lửa λ tại vị trí trên cùng của lỗ mở. Với điều kiện là không có mái hiên và ban công phía trên lỗ mở, λ có thể được tính như sau:

a) đối với điều kiện không thông gió cưỡng bức:

$$\lambda = 2h / 3 \quad (B.14a)$$

b) đối với điều kiện thông gió cưỡng bức:

$$\lambda = x \text{ nhưng } \lambda \leq hx / z \quad (B.14b)$$

Trong đó h , x và z được cho trong Phụ lục B của 1991-1-2.

(2) Nếu dầm vuông góc với tường ngoài của khoang cháy, giữa 2 lỗ mở, tổng sự phát xạ nhiệt của ngọn lửa $\varepsilon_{z,m}$, $\varepsilon_{z,n}$ từ phía m và n được xác định từ biểu thức cho ε được đưa ra trong Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2 sử dụng tổng giá trị của chiều dày ngọn lửa λ như sau:

(a) Cho phía m : $\lambda = \sum_{i=1}^m \lambda_i$ (B.15a)

(b). Cho phía n : $\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$ (B.15b)

Trong đó :

m là số lượng lỗ mở phía m

n là số lượng lỗ mở phía n

λ_i là chiều dày ngọn lửa cho lỗ mở i

(3) Chiều dày ngọn lửa λ_i được lấy như sau :

a) đối với điều kiện không thông gió cưỡng bức

$$\lambda_i = w_i \quad (B.16a)$$

b) đối với điều kiện thông gió cưỡng bức

$$\lambda_i = w_i + 0,4s \quad (B.16b)$$

Trong đó

w_i : bề rộng của lỗ mở i

s : khoảng cách ngang từ tường của khoang cháy đến điểm đang xét nằm dưới dầm, xem Hình B.5.

B.3.3 Nhiệt độ ngọn lửa

(1) Nhiệt độ ngọn lửa T_z tại trục ngọn lửa xác định từ biểu thức cho T_z trong Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2, cho điều kiện thông gió cưỡng bức hoặc không cưỡng bức khi thích hợp, tại khoảng cách l từ lỗ mở đo theo trục ngọn lửa như sau:

a) đối với điều kiện không thông gió cưỡng bức :

$$l = h / 2 \tag{B.17a}$$

b) đối với điều kiện thông gió cưỡng bức

- Cho dầm song song với tường ngoài của khoang cháy, phía trên lỗ mở:

$$l = 0 \tag{B.17b}$$

- Cho dầm vuông góc với tường ngoài của khoang cháy, giữa các lỗ mở, l là khoảng cách dọc theo trục ngọn lửa đến một điểm có khoảng cách ngang s đến tường của khoang cháy. Khi không có mái hiên hoặc ban công phía trên lỗ mở:

$$l = sX/x \tag{B.17c}$$

Trong đó X và x được cho trong Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2.

B.3.4 Độ hấp thụ nhiệt của ngọn lửa

(1) với điều kiện không thông gió cưỡng bức, độ hấp thụ nhiệt a_z được lấy bằng 0.

(2) với điều kiện thông gió cưỡng bức, độ hấp thụ nhiệt a_z được lấy bằng với độ phát xạ nhiệt ε_z của ngọn lửa tương ứng, xem B.3.2.

B.4 Cột bị chìm trong lửa

(1) Thông lượng bức xạ nhiệt I_z từ ngọn lửa được xác định như sau:

$$I_z = \frac{(I_{z,1} + I_{z,2})d_1 + (I_{z,3} + I_{z,4})d_2}{2(d_1 + d_2)} \tag{B.18}$$

Với :

$$I_{z,1} = C_1 \varepsilon_{z,1} \sigma T_z^4$$

$$I_{z,2} = C_2 \varepsilon_{z,2} \sigma T_z^4$$

$$I_{z,3} = C_3 \varepsilon_{z,3} \sigma T_o^4$$

$$I_{z,4} = C_4 \varepsilon_{z,4} \sigma T_z^4$$

Trong đó

$I_{z,i}$ là thông lượng bức xạ nhiệt từ ngọn lửa tới bề mặt i của cột

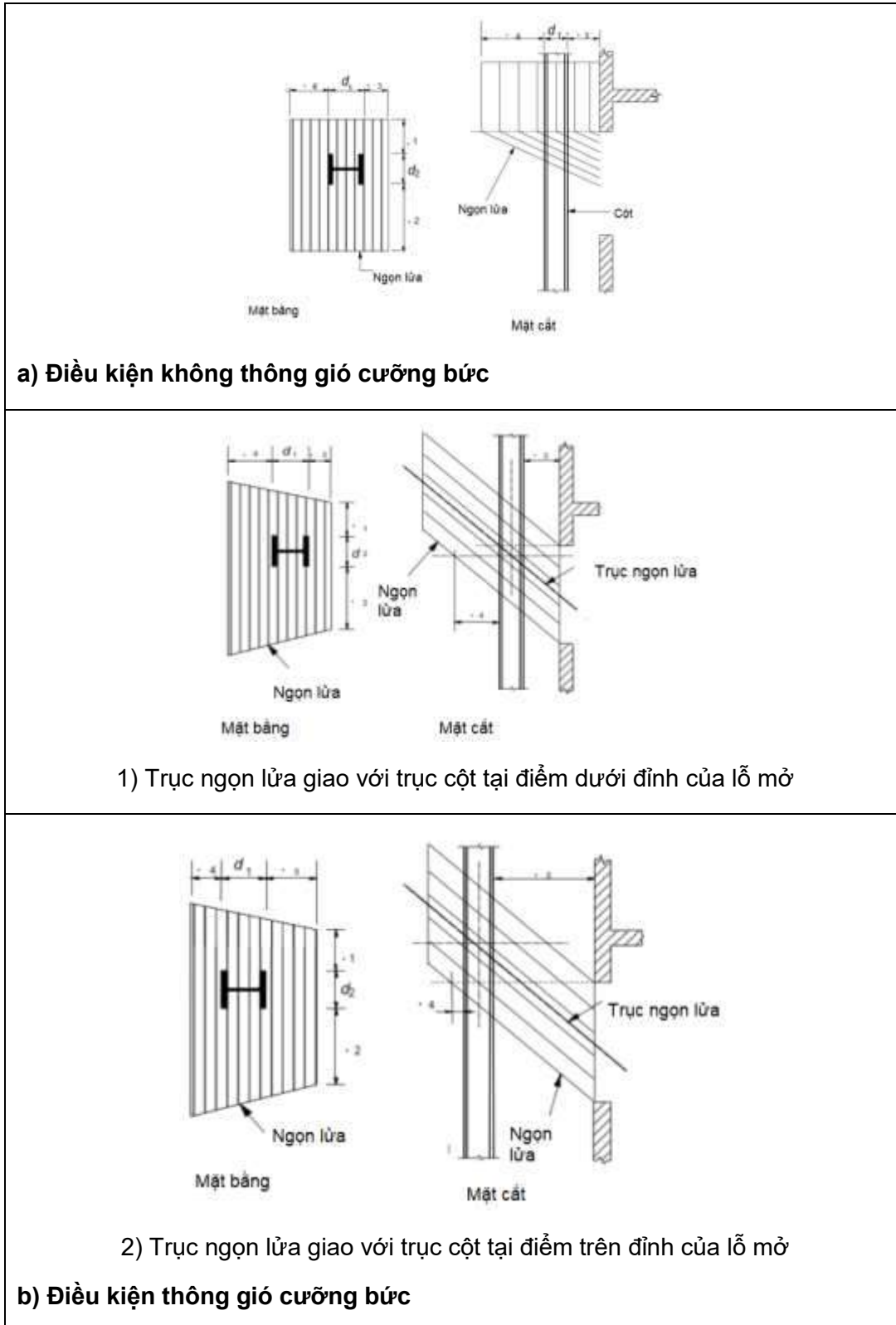
$\varepsilon_{z,i}$ là sự phát xạ nhiệt của ngọn lửa tới bề mặt i của cột

i là chỉ số chỉ bề mặt cột (1), (2), (3) hoặc (4)

C_i là hệ số bảo vệ bề mặt i của cấu kiện, xem B.1.4

T_z là nhiệt độ ngọn lửa [K]

T_o là nhiệt độ ngọn lửa tại lỗ mở [K] từ Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2



Hình B.6 – Cột bị chìm trong lửa

(2) Sự phát xạ nhiệt của ngọn lửa $\varepsilon_{z,i}$ cho mỗi mặt 1,2,3 và 4 của cột cần được xác định từ biểu thức của ε được cho trong Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2 sử dụng chiều dày ngọn lửa λ bằng với kích thước λ_i được đưa ra trong hình B.6 tương ứng với mặt i của cột.

(3) Đối với điều kiện không thông gió cưỡng bức cần sử dụng các giá trị của λ_i tại điểm cao nhất của lỗ mở, xem hình B.6(a).

(4) Đối với điều kiện thông gió cưỡng bức nếu giao điểm của trục ngọn lửa và trung tâm cột nằm thấp hơn điểm cao nhất của lỗ mở, các giá trị λ_i tại cao độ của điểm giao nhau được sử dụng. xem Hình B.6(b)(1). Nếu không, các giá trị của λ_i tại điểm cao nhất của lỗ mở sẽ được sử dụng, xem Hình B.6(b)(2), trừ khi nếu $\lambda_4 < 0$ tại cao độ này, giá trị tại cao độ mà $\lambda_4 = 0$ sẽ được sử dụng.

(5) Nhiệt độ ngọn lửa T_z được lấy như nhiệt độ tại trục ngọn lửa thu được từ biểu thức T_z đưa ra trong Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-1-2, cho điều kiện thông gió cưỡng bức hoặc không thông gió cưỡng bức khi thích hợp, tại khoảng cách l từ lỗ mở đo dọc theo trục ngọn lửa, như sau:

a) cho điều kiện không thông gió cưỡng bức

$$l = h/2 \tag{B.19a}$$

b) cho điều kiện thông gió cưỡng bức, l là khoảng cách dọc theo trục ngọn lửa tới cao độ mà λ_i được đo. Với điều kiện là không có mái hiên hoặc ban công phía trên lỗ mở:

$$l = (\lambda_3 + 0,5d_1) X / x \text{ nhưng } l \leq 0,5hX / z \tag{B.19b}$$

Trong đó h , X và x được cho trong Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2.

(6) Sự hấp thụ nhiệt a_z của ngọn lửa được xác định như sau:

$$a_z = \frac{\varepsilon_{z,1} + \varepsilon_{z,2} + \varepsilon_{z,3}}{3} \tag{B.20}$$

Trong đó $\varepsilon_{z,1}$, $\varepsilon_{z,2}$, $\varepsilon_{z,3}$ là sự phát xạ nhiệt của ngọn lửa cho bề mặt cột 1,2 và 3

B.5 Dầm bị chìm một phần hoặc toàn bộ trong lửa

B.5.1 Truyền nhiệt do bức xạ

B.5.1.1 Tổng quát

(1) Trong mục B.5, giả thiết rằng đáy của dầm không thấp hơn điểm cao nhất của lỗ mở liền kề trong khoảng cháy.

(2) Cần phân biệt giữa dầm song song với tường ngoài của khoang cháy và dầm vuông góc với tường ngoài của khoang cháy, xem hình B.7.

(3) Nếu dầm song song với tường ngoài của khoang cháy, nhiệt độ trung bình T_m cần được xác định từ một điểm trên chiều dài của dầm nằm ngay trên tâm lỗ mở.

(4) Nếu dầm vuông với tường ngoài của khoang cháy, nhiệt độ trung bình được xác định tại nhóm các điểm cách đều nhau 100mm dọc theo chiều dài của dầm. Giá trị lớn nhất của những giá trị đó được sử dụng là giá trị trung bình của cấu kiện nhôm T_m .

(5) Thông lượng bức xạ nhiệt I_z từ ngọn lửa được xác định như sau:

$$I_z = \frac{(I_{z,1} + I_{z,2})d_1 + (I_{z,3} + I_{z,4})d_2}{2(d_1 + d_2)} \tag{B.21}$$

Trong đó:

$I_{z,i}$: là thông lượng bức xạ nhiệt từ ngọn lửa đến mặt i của dầm

i : chỉ số bề mặt dầm (1),(2),(3) hoặc (4)

B.5.1.2 Điều kiện không thông gió cưỡng bức

(1) Đối với điều kiện không thông gió cưỡng bức cần phân biệt giữa các trường hợp khi đỉnh của ngọn lửa nằm trên điểm cao nhất của dầm và khi nó thấp hơn điểm này.

(2) Nếu đỉnh của ngọn lửa nằm phía trên điểm cao nhất của dầm thì tính toán như sau:

$$I_{z,1} = C_1 \varepsilon_{z,1} \sigma T_o^4 \quad (\text{B.22a})$$

$$I_{z,2} = C_2 \varepsilon_{z,2} \sigma T_{z,2}^4 \quad (\text{B.22b})$$

$$I_{z,3} = C_3 \varepsilon_{z,3} \sigma (T_{z,1}^4 + T_{z,2}^4) / 2 \quad (\text{B.22c})$$

$$I_{z,4} = C_4 \varepsilon_{z,4} \sigma (T_{z,1}^4 + T_{z,2}^4) / 2 \quad (\text{B.22d})$$

Trong đó:

$\varepsilon_{z,i}$: là sự phát xạ nhiệt của ngọn lửa đối với mặt i của dầm, xem B.5.2

T_o : là nhiệt độ của lỗ mở [K] từ Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2

$T_{z,1}$: là nhiệt độ ngọn lửa [K] từ Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2, tại cao độ đáy của dầm

$T_{z,2}$: là nhiệt độ ngọn lửa [K] từ Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2, tại cao độ đỉnh của dầm

Trong trường hợp dầm song song với tường ngoài của khoang cháy, C_4 có thể được lấy bằng 0 nếu dầm nằm ngay cạnh tường, xem Hình B.7

<p>1) Dầm vuông góc với tường</p>	<p>2) Dầm song song với tường</p>
<p>3) Đỉnh ngọn lửa thấp hơn đỉnh của dầm</p>	<p>4) Dầm nằm ngay cạnh tường</p>
<p>a) Điều kiện không thông gió cưỡng bức</p>	
<p>1) Dầm không nằm ngay cạnh tường</p>	<p>2) Dầm nằm ngay cạnh tường</p>
<p>b) Điều kiện thông gió cưỡng bức</p>	

Hình B.7- Dầm chìm trong lửa

(4) Nếu đỉnh của ngọn lửa nằm dưới điểm cao nhất của dầm thì tính toán như sau:

$$I_{z,1} = C_1 \varepsilon_{z,1} \sigma T_o^4 \quad (B.23a)$$

$$I_{z,2} = 0 \quad (B.23b)$$

$$I_{z,3} = (h_z / d_2) C_3 \varepsilon_{z,3} \sigma (T_{z,1}^4 + T_x^4) / 2 \quad (B.23c)$$

$$I_{z,4} = (h_z / d_2) C_4 \varepsilon_{z,4} \sigma (T_{z,1}^4 + T_x^4) / 2 \quad (B.23d)$$

Trong đó :

T_x là nhiệt độ ở đỉnh ngọn lửa [813K]

h_z là chiều cao của đỉnh ngọn lửa nằm trên điểm thấp nhất của dầm

B.5.1.3 Điều kiện thông gió cưỡng bức

(1) Đối với điều kiện thông gió cưỡng bức, trong trường hợp dầm song song với tường ngoài của khoang cháy, cần phân biệt giữa dầm nằm ngay cạnh tường và dầm không nằm ngay cạnh tường.

CHÚ THÍCH Hình minh họa được đưa ra trong Hình B.7.

(2) Nếu dầm song song với tường nhưng không nằm ngay cạnh nó hoặc dầm vuông góc với tường, sử dụng các công thức sau:

$$I_{z,1} = C_1 \varepsilon_{z,1} \sigma T_o^4 \quad (B.24a)$$

$$I_{z,2} = C_2 \varepsilon_{z,2} \sigma T_{z,2}^4 \quad (B.24b)$$

$$I_{z,3} = C_3 \varepsilon_{z,3} \sigma (T_{z,1}^4 + T_{z,2}^4) / 2 \quad (B.24c)$$

$$I_{z,4} = C_4 \varepsilon_{z,4} \sigma (T_{z,1}^4 + T_{z,2}^4) / 2 \quad (B.24d)$$

(3) Nếu dầm song song với tường và nằm ngay cạnh nó, chỉ mặt dưới dầm được tính toán trong điều kiện bị chìm trong lửa nhưng mặt bên và mặt trên được tính toán như trong điều kiện tiếp xúc với bức xạ nhiệt truyền từ mặt trên của ngọn lửa, xem Hình B.7(b)(2). Do đó:

$$I_{z,1} = C_1 \varepsilon_{z,1} \sigma T_o^4 \quad (B.25a)$$

$$I_{z,2} = \phi_{z,2} C_2 \varepsilon_{z,2} \sigma T_{z,2}^4 \quad (B.25b)$$

$$I_{z,3} = \phi_{z,3} C_3 \varepsilon_{z,3} \sigma (T_{z,1}^4 + T_{z,2}^4) / 2 \quad (B.25c)$$

$$I_{z,4} = 0 \quad (B.25d)$$

Trong đó:

$\phi_{z,i}$: Hệ số hình dạng tương ứng với mặt trên của ngọn lửa, cho bề mặt i của dầm, từ Phụ lục G của TCVN EN 1991-1-2.

B.5.2 Sự phát xạ nhiệt của ngọn lửa

(1) Sự phát xạ nhiệt của ngọn lửa $\varepsilon_{z,i}$ cho mỗi mặt 1, 2, 3 và 4 của dầm được xác định từ biểu thức cho ε đưa ra trong Phụ lục B của TCVN EN 1991-1-2, sử dụng chiều dày ngọn lửa λ bằng với kích thước λ_i được chỉ ra trong Hình B.7 tương ứng với bề mặt i của dầm.

B.5.3 Hấp thụ nhiệt của ngọn lửa

(1) Sự hấp thụ nhiệt a_z được xác định như sau:

$$a_z = 1 - e^{-0,3h} \quad (\text{B.26})$$

Phụ lục Quốc gia (quy định)

NA.1 Phạm vi

Phụ lục Quốc gia này đưa ra:

a) Thông số do Quốc gia xác định được mô tả trong các tiêu mục sau đây của TCVN XXXX-1-2:202X:

- 2.3(1)
- 2.3(2)
- 2.4.2(3)
- 4.2.2.1(1)
- 4.2.2.3(5)
- 4.2.2.4(5)

b) Quyết định về tình trạng của các phụ lục tham khảo trong TCVN XXXX-1-2:202X; và

c) Các tài liệu tham khảo cho những thông tin bổ sung không mâu thuẫn.

NA.2 Các thông số do quốc gia xác định

Thông số do Quốc gia xác định được mô tả trong TCVN XXXX-1-2:202X được đưa ra trong bảng NA.1.

Bảng NA.1 Các giá trị cho các Thông số do Quốc gia xác định được mô tả trong TCVN XXXX-1-2:202X

Tiêu mục	Thông số do quốc gia xác định	Khuyến nghị của Eurocode	Quyết định
2.3(1)	Hệ số riêng đối với các đặc tính cơ học của nhôm sử dụng trong tình huống chịu lửa	$\gamma_{M,fi} = 1.0$	Sử dụng giá trị được đề xuất.
2.3(2)	Hệ số riêng đối với các đặc tính nhiệt của nhôm sử dụng trong tình huống chịu lửa	$\gamma_{M,fi} = 1.0$	Sử dụng giá trị được đề xuất.
2.4.2(3)	Các giá trị của $\gamma_G, \gamma_{Q,1}, \psi_{fi}$ và ξ	Các giá trị trong EN 1990 đối với $\gamma_G, \gamma_{Q,1}$ và ξ ; chọn $\psi_{2,1}$ cho ψ_{fi}	Tuân theo các giá trị lựa chọn trong Phụ lục Quốc gia của TCVN EN 1990, TCVN XXXX-1-2 (EN 1991-1-2).
4.2.2.1(1)	Phân loại tiết diện ngang	Các tiết diện ngang được phân loại giống như khi thiết kế ở nhiệt độ bình thường giả thiết sự suy giảm tương đối giống nhau của giới hạn chảy quy ước 0,2% và mô đun đàn hồi.	Sử dụng quy định đã cho.
4.2.2.3(5)	Khả năng chịu lực thiết kế của dầm	Khả năng chịu lực thiết kế có thể được tính toán bằng công thức (4.7), (4.9) và (4.10) dựa trên giả thiết sự suy giảm tương đối giống nhau của giới hạn chảy quy ước 0,2% và mô đun đàn hồi.	Sử dụng các công thức đã cho.
4.2.2.4(5)	Khả năng kháng oằn thiết kế của cột	Khả năng kháng oằn có thể được tính bằng công thức (4.11) dựa trên giả thiết sự suy giảm tương đối giống nhau của giới hạn chảy quy ước 0,2% và mô đun đàn hồi.	Sử dụng công thức đã cho.

NA.3 Quyết định về tình trạng của các phụ lục tham khảo

Các quyết định về tình trạng của các phụ lục tham khảo trong TCVN XXXX-1-2:202X được đưa ra trong Bảng NA.2.

Bảng NA.2 Các quyết định về tình trạng của các phụ lục tham khảo trong TCVN XXXX-1-2:202X

Phụ lục	Mô tả	Quyết định
Phụ lục A	Các tính chất của hợp kim và/hoặc ram không được liệt kê trong TCVN XXXX-1-1	Có thể được sử dụng
Phụ lục B	Nhiệt lượng truyền đến các cấu kiện nhôm ngoài nhà	Có thể được sử dụng

NA.4 Vật liệu hợp kim nhôm sử dụng trong tính toán chịu lửa

Đối với hợp kim nhôm gia công áp lực dùng cho kết cấu, ngoài các hợp kim được quy định trong Bảng 1a của TCVN XXXX-1-2, có thể sử dụng các hợp kim nhôm với các trạng thái tôi/ram tương ứng theo các tiêu chuẩn sau với điều kiện loại hợp kim sử dụng có cùng số seri và cùng trạng thái tôi/ram với hợp kim tương ứng trong Bảng 1a:

- Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN):

TCVN 12513-1 tới -7 (2018): Nhôm và hợp kim nhôm gia công áp lực. Que/thanh, ống và sản phẩm định hình ép đùn.

TCVN 13065-1 tới -5 (2020): Nhôm và hợp kim nhôm gia công áp lực. Tấm mỏng, băng và tấm.

TCVN 13066-1 tới -6 (2020): Nhôm và hợp kim nhôm gia công áp lực. Que/thanh, ống và dây kéo nguội.

- Tiêu chuẩn Nhật Bản (JIS):

JIS H 4000:2014 Aluminium and aluminium alloy sheets, strips and plates

JIS H 4100:2015 Aluminium and aluminium alloy extruded profiles

JIS H 4080:2015 Aluminium and aluminium alloy extruded tubes and cold-drawn tubes

- Tiêu chuẩn ASTM:

ASTM B209 Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate

ASTM B221 Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes

Đối với những loại seri hợp kim và loại trạng thái tôi/ram thuộc các tiêu chuẩn nêu trên nhưng không nằm trong Bảng 1a của TCVN XXXX-1-2, có thể sử dụng các giá trị thấp hơn của hệ số $K_{o,\theta}$ cho trong Bảng 1b của TCVN XXXX-1-2.

2. ASTM B221 Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes

NA.5 Tham chiếu đến thông tin bổ sung không mâu thuẫn

TCVN XXXX-1-1:202X được tham chiếu trong TCVN XXXX-1-2:202X.

Tài liệu tham khảo

Đối với các tài liệu tham khảo có ghi năm ban hành, chỉ có phiên bản được trích dẫn được áp dụng. Đối với các tài liệu tham khảo không ghi năm ban hành, phiên bản mới nhất của tài liệu tham khảo (bao gồm mọi sửa đổi) được áp dụng.

Tiêu chuẩn

TCVN EN 1990:20XX - Cơ sở thiết kế kết cấu

TCVN XXXX-1-2 (EN 1991-1-2) – Tác động lên kết cấu – Phần 1-2: Tác động chung – Các tác động lên kết cấu khi tiếp xúc với lửa

TCVN XXXX-1-1:202x, Thiết kế kết cấu nhôm - Phần 1-1: Các quy định kết cấu chung