

TCVN *1-3:202x**

**THIẾT KẾ KẾT CẤU NHÔM – PHẦN 1-3: KẾT CẤU
CHỊU MỎI**

Design of aluminium structures – Part 1-3: Structures susceptible to fatigue

DỰ THẢO

Hà Nội - 2022

Lời nói đầu

TCVN ***1-3:202x được xây dựng trên cơ sở tham khảo EN 1999-1-3:2007 *Design of aluminium structures – Part 1-3: Structures susceptible to fatigue*.

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.....	11
1.1 Phạm vi.....	11
1.1.1 Phạm vi của TCVN XXXX.....	11
1.1.2 Phạm vi của TCVN XXXX-1-3.....	12
1.2 Tiêu chuẩn viện dẫn.....	13
1.3 Các giả thiết.....	13
1.4 Phân loại giữa các nguyên tắc và quy tắc áp dụng.....	13
1.5 Thuật ngữ và định nghĩa.....	13
1.5.1 Yêu cầu chung.....	13
1.5.2 Các thuật ngữ bổ sung được sử dụng trong TCVN ***-1-3.....	13
1.6 Ký hiệu.....	19
1.7 Chỉ dẫn kỹ thuật thi công.....	21
1.7.1 Chỉ dẫn kỹ thuật thi công.....	21
1.7.2 Hướng dẫn vận hành.....	21
1.7.3 Hướng dẫn kiểm tra và bảo trì.....	22
2. Cơ sở thiết kế.....	22
2.1 Các yêu cầu.....	22
2.1.1 Các yêu cầu chung.....	22
2.2 Quy trình thiết kế mỗi.....	23
2.2.1 Thiết kế tuổi thọ an toàn (SLD).....	23
2.2.2 Thiết kế khả năng chịu hư hỏng (DTD).....	24
2.2.3 Thiết kế dựa trên thí nghiệm.....	25
2.3 Tải trọng mỗi.....	25
2.3.1 Nguồn tải trọng mỗi.....	25
2.3.2 Xác định tải trọng mỗi.....	25
2.3.3 Tải trọng mỗi tương đương.....	26
2.4 Các hệ số riêng cho tải trọng mỗi.....	26
2.5 Các yêu cầu thi công.....	27
3. Vật liệu, sản phẩm cấu thành và thiết bị liên kết.....	27
4. Độ bền lâu.....	28
5 Phân tích kết cấu.....	28
5.1 Phân tích tổng thể.....	28
5.1.1 Yêu cầu chung.....	28

- 5.1.2 Sử dụng các phần tử dầm 30
- 5.1.3 Sử dụng phần tử màng, vỏ và phần tử khối 30
- 5.2 Loại ứng suất..... 31
 - 5.2.1 Yêu cầu chung 31
 - 5.2.2 Ứng suất danh định 31
 - 5.2.3 Ứng suất danh định điều chỉnh 31
 - 5.2.4 Ứng suất điểm nóng 32
- 5.3 Xác định các ứng suất..... 34
 - 5.3.1 Xác định ứng suất danh định 34
 - 5.3.2 Xác định ứng suất danh định điều chỉnh 34
 - 5.3.3 Xác định ứng suất điểm nóng 35
 - 5.3.4 Hướng của ứng suất..... 35
- 5.4 Miền ứng suất cho các vị trí bắt đầu của vết nứt cụ thể..... 35
 - 5.4.1 Vật liệu gốc, mối hàn và liên kết dạng chốt cơ khí 35
 - 5.4.2 Mối hàn góc và đầu đầu (hàn giáp mép) thấu một phần..... 36
- 5.5 Liên kết bằng keo dính 36
- 5.6 Chi tiết đúc 37
- 5.7 Phổ ứng suất..... 37
- 5.8 Tính toán miền ứng suất tương đương cho các mô hình tải trọng mỗi tiêu chuẩn hóa 37
 - 5.8.1 Yêu cầu chung..... 37
 - 5.8.2 Giá trị thiết kế của miền ứng suất..... 37
- 6 Sức kháng mỏi và danh mục chi tiết..... 38
 - 6.1 Danh mục chi tiết..... 38
 - 6.1.1 Yêu cầu chung..... 38
 - 6.1.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến danh mục chi tiết..... 38
 - 6.1.3 Chi tiết xây dựng..... 38
 - 6.2 Dữ liệu cường độ chịu mỏi 39
 - 6.2.1 Chi tiết xây dựng được phân loại 39
 - 6.2.2 Chi tiết chưa được phân loại..... 41
 - 6.2.3 Nút keo dính 41
 - 6.2.4 Xác định giá trị cường độ điểm nóng tham chiếu 42
 - 6.3 Ảnh hưởng của ứng suất trung bình..... 42
 - 6.3.1 Yêu cầu chung..... 42
 - 6.3.2 Vật liệu trơn và nút liên kết bằng chốt cơ khí 42
 - 6.3.3 Nút hàn 42
 - 6.3.4 Nút keo dính 42
 - 6.3.5 Miền độ chịu mỏi thấp..... 43

6.3.6	Đếm chu kỳ để tính toán hệ số R.....	43
6.4	Ảnh hưởng của điều kiện môi trường tiếp xúc	43
6.5	Các kỹ thuật cải thiện	44
Phụ lục A (quy định) Cơ sở để tính toán cường độ chịu mỗi.....		45
A.1	Yêu cầu chung.....	45
A.1.1	Ảnh hưởng của môi đến thiết kế.....	45
A.1.2	Cơ chế phá hoại.....	45
A.1.3	Các vị trí vết nứt có thể bắt đầu do môi	45
A.1.4	Các điều kiện đối với sự nhạy với môi.....	46
A.2	Thiết kế tuổi thọ an toàn.....	46
A.2.1	Điều kiện tiên quyết để thiết kế tuổi thọ an toàn.....	46
A.2.2	Đếm chu kỳ	48
A.2.3	Xác định phổ ứng suất.....	48
A.3	Thiết kế khả năng chịu hư hỏng.....	51
A.3.1	Điều kiện tiên quyết cho thiết kế khả năng chịu hư hỏng.....	51
A.3.2	Xác định kế hoạch kiểm tra đối với thiết kế khả năng chịu hư hỏng.....	51
Phụ lục B (tham khảo) Hướng dẫn đánh giá sự phát triển vết nứt bằng cơ học phá hủy		54
B.1	Phạm vi.....	54
B.2	Các nguyên tắc	54
B.2.1	Kích thước khuyết tật	54
B.2.2	Quan hệ phát triển nứt.....	55
B.3	Dữ liệu phát triển vết nứt A và m	56
B.4	Hàm hình học y	57
B.5	Tích phân của phát triển nứt	58
B.6	Đánh giá kích thước vết nứt tối đa a_2	58
Phụ lục C (tham khảo) Thí nghiệm cho thiết kế mỗi		68
C.1	Yêu cầu chung.....	68
C.2	Xác định dữ liệu tải trọng tác động.....	68
C.2.1	Kết cấu cố định chịu tác động cơ học.....	68
C.2.2	Kết cấu cố định chịu các tác động do điều kiện môi trường tiếp xúc.....	69
C.2.3	Kết cấu di chuyển.....	69
C.3	Xác định dữ liệu ứng suất.....	70
C.3.1	Dữ liệu thí nghiệm bộ phận	70
C.3.2	Dữ liệu thí nghiệm kết cấu.....	70
C.3.3	Kiểm tra lịch sử ứng suất	70
C.4	Xác định dữ liệu độ chịu mỗi.....	70
C.4.1	Thí nghiệm bộ phận.....	70

C.4.2 Thí nghiệm kết cấu thực	71
C.4.3 Tiêu chí chấp nhận	72
C.5 Dữ liệu phát triển vết nứt.....	75
C.6 Báo cáo.....	75
Phụ lục D (tham khảo) Phân tích ứng suất.....	77
D.1 Sử dụng các phần tử hữu hạn cho phân tích mỗi.....	77
D.1.1 Các loại phần tử.....	77
D.1.2 Hướng dẫn thêm về việc sử dụng các phần tử hữu hạn.....	78
D.2 Các hệ số tập trung ứng suất	78
D.3 Giới hạn của mỗi gây ra bởi oằn cục bộ lặp đi lặp lại	80
Phụ lục E (tham khảo) Nút keo dính.....	81
Phụ lục F (tham khảo) Miền mỏi chu kỳ thấp.....	85
F.1 Giới thiệu.....	85
F.2 Sửa đổi cho đường cong $\Delta\sigma - N$	85
F.3 Dữ liệu thí nghiệm	85
Phụ lục G (tham khảo) Ảnh hưởng của hệ số R	87
G.1 Tăng cường cho cường độ chịu mỗi	87
G.2 Các trường hợp tăng cường	87
G.2.1 Trường hợp 1	87
G.2.2 Trường hợp 2	88
G.2.3 Trường hợp 3	89
Phụ lục H (tham khảo) Tăng cường cho cường độ chịu mỗi của mối hàn	90
H.1 Yêu cầu chung	90
H.2 Gia công hoặc mài	91
H.3 Bào bằng TIG hoặc plasma.....	91
H.4 Làm cứng bề mặt	92
Phụ lục I (tham khảo) Chi tiết đúc.....	93
I.1 Yêu cầu chung.....	93
I.2 Dữ liệu cường độ chịu mỗi.....	93
I.2.1 Chi tiết đúc trơn.....	93
I.2.2 Vật liệu được hàn.....	93
I.2.3 Chi tiết đúc được nối cơ khí	93
I.2.4 Chi tiết đúc liên kết keo dính.....	94
I.3 Yêu cầu chất lượng	94
Phụ lục J (tham khảo) Các bảng danh mục chi tiết.....	95
J. 1 Yêu cầu chung.....	95
Phụ lục K (tham khảo) Phương pháp chi tiết tham chiếu điểm nóng	118

Phụ lục L (tham khảo) Hướng dẫn sử dụng các phương pháp thiết kế, lựa chọn các hệ số riêng, giới hạn cho các giá trị hư hỏng, khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra và các tham số thi công khi sử dụng Phụ lục J.....119

- L.1 Phương pháp tuổi thọ an toàn.....119
- L.2 Phương pháp thiết kế khả năng chịu hư hỏng.....119
 - L.2.1 Yêu cầu chung.....119
 - L.2.2 DTD-I.....120
 - L.2.3 DTD-II.....121
- L.3 Thời điểm bắt đầu kiểm tra và khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra.....121
- L.4 Các hệ số riêng γ_{Mf} và các giá trị của D_{Lim}123
- L.5 Tham số cho thi công.....125
 - L.5.1 Loại mục đích sử dụng.....125
 - L.5.2 Tính toán cấp độ huy động.....126

Tài liệu tham khảo.....128

Thiết kế kết cấu nhôm – Phần 1-3: Kết cấu chịu mỏi

Design of aluminium structures – Part 1-3: Structures susceptible to fatigue

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 chống cháy 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 1090-1: Thi công kết cấu thép và kết cấu nhôm - Phần 1: Yêu cầu đánh giá sự phù hợp của các cấu kiện kết cấu
- EN 1090-3: Thi công kết cấu thép và kết cấu nhôm - Phần 3: Yêu cầu kỹ thuật đối với kết cấu nhôm

(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 vỏ.

1.1.2 Phạm vi của TCVN XXXX-1-3

(1) TCVN ****-1-3 đưa ra cơ sở cho việc thiết kế các kết cấu hợp kim nhôm đối với trạng thái giới hạn do đứt gây ra bởi mỏi.

(2) TCVN ****-1-3 đưa ra các quy tắc cho:

- Thiết kế tuổi thọ an toàn;
- Thiết kế khả năng chịu hư hỏng;
- Thiết kế hỗ được trợ bởi thí nghiệm.

(3) TCVN ****-1-3 được dự định sử dụng cùng với EN 1090-3 "Yêu cầu kỹ thuật đối với thi công các kết cấu nhôm" đưa ra các yêu cầu cần thiết giúp cho các giả định thiết kế được đáp ứng trong quá trình thi công các bộ phận và kết cấu.

(4) TCVN ****-1-3 không đề cập đến các kết cấu bể chứa có áp suất hoặc đường ống.

(5) Các đối tượng sau được xem xét trong TCVN ****-1-3:

Chương 1: Yêu cầu chung

Chương 2: Cơ sở thiết kế

Chương 3: Vật liệu, sản phẩm cấu thành và thiết bị liên kết

Chương 4: Độ bền lâu

Chương 5: Phân tích kết cấu

Chương 6: Sức kháng mỏi và danh mục chi tiết

Phụ lục A: Cơ sở để tính toán cường độ chịu mỏi [quy định]

Phụ lục B: Hướng dẫn đánh giá sự phát triển vết nứt bằng cơ học phá hủy [tham khảo]

Phụ lục C: Thí nghiệm cho thiết kế mỏi [tham khảo]

Phụ lục D: Phân tích ứng suất [tham khảo]

Phụ lục E: Nút keo dính [tham khảo]

Phụ lục F: Miền mỏi chu kỳ thấp [tham khảo]

Phụ lục G: Ảnh hưởng của hệ số R [tham khảo]

Phụ lục H: Tăng cường cho cường độ chịu mỏi của mối hàn [tham khảo]

Phụ lục I: Chi tiết đúc [tham khảo]

Phụ lục J: Các bảng danh mục chi tiết [tham khảo]

Phụ lục K: Phương pháp chi tiết tham chiếu điểm nóng [tham khảo]

Phụ lục L: Hướng dẫn sử dụng các phương pháp thiết kế, lựa chọn các hệ số riêng, giới hạn cho các giá trị hư hỏng, khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra và các tham số thi công khi sử dụng Phụ lục J [tham khảo]

Tài liệu tham khảo

1.2 Tiêu chuẩn viện dẫn

(1) Áp dụng các tiêu chuẩn viện dẫn quy định của TCVN ****-1-1.

1.3 Các giả thiết

(1)P Áp dụng các giả thiết chung của TCVN EN 1990, 1.3.

(2)P Áp dụng các quy định của TCVN ****-1-1, 1.8.

(3)P Các quy trình thiết kế chỉ có hiệu lực khi các yêu cầu về thi công trong EN 1090-3 hoặc các yêu cầu tương đương khác được tuân thủ.

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

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

1.5 Thuật ngữ và định nghĩa

1.5.1 Yêu cầu chung

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

1.5.2 Các thuật ngữ bổ sung được sử dụng trong TCVN **-1-3**

(1) Phục vụ mục đích của Tiêu chuẩn này, các thuật ngữ và định nghĩa sau đây, ngoài các thuật ngữ và định nghĩa được xác định trong TCVN EN 1990 và TCVN ****-1-1, được áp dụng.

1.5.2.1

mỏi (fatigue)

sự làm suy yếu một bộ phận kết cấu, thông qua sự hình thành và lan truyền vết nứt gây ra bởi dao động ứng suất lặp đi lặp lại

1.5.2.2

tải trọng mỏi (fatigue loading)

một tập hợp các sự kiện tải trọng điển hình được mô tả bởi các vị trí hoặc chuyển động của các tác động, sự thay đổi về cường độ và tần suất của chúng cũng như trình tự xuất hiện

1.5.2.3

sự kiện tải trọng (fatigue event)

một trình tự tải trọng xác định được áp dụng cho kết cấu mà, với mục đích thiết kế, được giả sử lặp đi lặp lại ở một tần số nhất định

1.5.2.4

ứng suất danh định (nominal stress)

ứng suất trong vật liệu gốc liền kề với vị trí vết nứt tiềm ẩn, được tính toán theo cường độ đàn hồi đơn giản của lý thuyết vật liệu, tức là giả thiết rằng các mặt phẳng của tiết diện phẳng vẫn phẳng sau biến dạng và bỏ qua tất cả các hiệu ứng tập trung ứng suất

1.5.2.5

ứng suất danh định điều chỉnh (modified nominal stress)

Ứng suất danh định nhân với hệ số tập trung ứng suất hình học thích hợp K_{gt} , hệ số này chỉ kể đến những thay đổi hình học của tiết diện ngang mà chưa được xem xét trong phân loại của một chi tiết xây dựng cụ thể

1.5.2.6

ứng suất hình học (geometric stress)

còn được gọi là ứng suất kết cấu, là ứng suất đàn hồi tại một điểm, có kể đến tất cả các sự không liên tục hình học, nhưng bỏ qua mọi sự bất thường cục bộ nơi bán kính chuyển tiếp có xu hướng bằng 0, chẳng hạn như các rãnh hình thành do sự gián đoạn nhỏ trên bề mặt, ví dụ chân mối hàn, vết nứt, các đặc trưng giống vết nứt, các dấu gia công thông thường, v.v. Về nguyên tắc, đây là thông số ứng suất tương tự như ứng suất danh định điều chỉnh, nhưng thường được đánh giá bằng một phương pháp khác

1.5.2.7

hệ số tập trung ứng suất hình học (geometric stress concentration factor)

tỷ lệ giữa ứng suất hình học được đánh giá với giả thiết ứng xử đàn hồi tuyến tính của vật liệu và ứng suất danh định

1.5.2.8

ứng suất điểm nóng (hot spot stress)

ứng suất hình học tại một vị trí bắt đầu của vết nứt được xác định trong một loại hình học cụ thể, chẳng hạn như chân mối hàn trong nút góc tiết diện rỗng, trong đó cường độ chịu mỏi, được biểu thị theo miền ứng suất điểm nóng, thường biết trước

1.5.2.9

lịch sử ứng suất (stress history)

một bản ghi liên tục theo thời gian, bằng cách đo hoặc tính toán, về sự thay đổi ứng suất tại một điểm cụ thể trong một kết cấu trong một khoảng thời gian nhất định

1.5.2.10

điểm ngoặt ứng suất (stress turning point)

giá trị của ứng suất trong lịch sử ứng suất khi tốc độ thay đổi ứng suất đổi dấu

1.5.2.12

đỉnh ứng suất (stress peak)

một điểm ngoặt trong đó tốc độ thay đổi ứng suất chuyển từ dương sang âm

1.5.2.12

đáy ứng suất (stress valley)

một điểm ngoặt trong đó tốc độ thay đổi ứng suất chuyển từ âm sang dương

1.5.2.13

biên độ không đổi (constant amplitude)

liên quan đến lịch sử ứng suất trong đó ứng suất biến đổi giữa các đỉnh và các đáy ứng suất có giá trị không đổi

1.5.2.14

biên độ thay đổi (variable amplitude)

liên quan đến bất kỳ lịch sử ứng suất nào chứa nhiều hơn một giá trị đỉnh hoặc đáy ứng suất

1.5.2.15

chu kỳ ứng suất (stress cycle)

một phần của lịch sử ứng suất biên độ không đổi trong đó ứng suất bắt đầu và kết thúc ở cùng một giá trị, nhưng khi làm như vậy giá trị ứng suất sẽ đi qua một đỉnh ứng suất và một đáy ứng suất (theo bất kỳ trình tự nào). Ngoài ra, chu kỳ ứng suất cũng có thể là một phần cụ thể của một lịch sử ứng suất biên độ thay đổi như được xác định bằng phương pháp đếm chu kỳ

1.5.2.16

đếm chu kỳ (cycle counting)

quá trình chuyển đổi một lịch sử ứng suất biên độ thay đổi một thành phần các chu kỳ ứng suất, mỗi chu kỳ có một miền ứng suất cụ thể, ví dụ: phương pháp 'Hồ chứa' và phương pháp 'Dòng chảy'

1.5.2.17

phương pháp dòng chảy (rainflow method)

một phương pháp đếm chu kỳ cụ thể để tạo ra một phổ miền ứng suất từ một lịch sử ứng suất nhất định

1.5.2.18

phương pháp hồ chứa (reservoir method)

một phương pháp đếm chu kỳ cụ thể để tạo ra một phổ miền ứng suất từ một lịch sử ứng suất nhất định

1.5.2.19

biên độ ứng suất (stress amplitude)

một nửa giá trị của miền ứng suất

1.5.2.20

tỷ lệ ứng suất (stress ratio)

ứng suất cực tiểu chia cho ứng suất cực đại trong một lịch sử ứng suất biên độ không đổi hoặc trong một chu kỳ lấy từ một lịch sử ứng suất biên độ thay đổi

1.5.2.21

tỷ lệ cường độ ứng suất (stress intensity ratio)

cường độ ứng suất cực tiểu chia cho cường độ ứng suất cực đại lấy từ một lịch sử ứng suất biên độ không đổi hoặc từ một chu kỳ trong một lịch sử ứng suất biên độ thay đổi

1.5.2.22

ứng suất trung bình (mean stress)

giá trị trung bình của tổng đại số của các giá trị ứng suất cực đại và cực tiểu

1.5.2.23

miền ứng suất (stress range)

sai khác đại số giữa đỉnh ứng suất và đáy ứng suất trong một chu kỳ ứng suất

1.5.2.24

miền cường độ ứng suất (stress intensity range)

sai khác đại số giữa cường độ ứng suất cực đại và cường độ ứng suất cực tiểu lấy từ đỉnh ứng suất và đáy ứng suất trong một chu kỳ ứng suất

1.5.2.25

phổ miền ứng suất (stress-range spectrum)

biểu đồ tần suất xuất hiện của tất cả các miền ứng suất có cường độ khác nhau được ghi lại hoặc được tính toán cho một sự kiện tải trọng cụ thể (còn được gọi là 'phổ ứng suất')

1.5.2.26

phổ thiết kế (design spectrum)

tổng của tất cả các phổ miền ứng suất liên quan đến đánh giá mỏi

1.5.2.27

danh mục chi tiết (detail category)

chỉ định được đưa ra cho một vị trí bắt đầu của vết nứt do mỏi cụ thể đối với một hướng dao động ứng suất cho trước để xác định đường cong cường độ chịu mỏi nào là phù hợp cho đánh giá mỏi

1.5.2.28

độ chịu mỏi (endurance)

tuổi thọ đến phá hoại thể hiện theo chu kỳ, dưới tác động của lịch sử ứng suất biên độ không đổi

1.5.2.29

đường cong cường độ chịu mỏi (fatigue strength curve)

quan hệ định lượng liên quan đến miền ứng suất và độ chịu mỏi, được sử dụng để đánh giá mỏi của một danh mục chi tiết, được vẽ với các trục logarit trong tiêu chuẩn này

1.5.2.30

cường độ chịu mỏi tham chiếu (reference fatigue strength)

miền ứng suất biên độ không đổi $\Delta\sigma_C$ cho một danh mục chi tiết cụ thể cho một độ chịu mỏi $N_C = 2 \times 10^6$ chu kỳ

1.5.2.31

giới hạn mỏi biên độ không đổi (constant amplitude fatigue limit)

miền ứng suất mà tất cả các miền ứng suất trong phổ thiết kế cần nằm dưới giá trị này nếu hư hỏng mỏi được bỏ qua

1.5.2.32

giới hạn chặn (cut-off limit)

giới hạn mà các miền ứng suất của phổ thiết kế nằm dưới giá trị này có thể được bỏ qua trong tính toán hư hỏng tích lũy

1.5.2.33

tuổi thọ thiết kế (design life)

khoảng thời gian tham chiếu mà một kết cấu phải làm việc an toàn với xác suất có thể chấp nhận để không xảy ra phá hoại kết cấu do nứt mỏi

1.5.2.34

tuổi thọ an toàn (safe life)

khoảng thời gian ước tính để một kết cấu làm việc an toàn với xác suất có thể chấp nhận được rằng phá hoại do nứt mỏi sẽ không xảy ra, khi sử dụng phương pháp thiết kế tuổi thọ an toàn

1.5.2.35

khả năng chịu hư hỏng (damage tolerance)

khả năng của kết cấu để chịu vết nứt do mỏi mà không gây hỏng kết cấu hoặc không thể sử dụng được

1.5.2.36

hư hỏng mỏi (fatigue damage)

tỷ lệ giữa số chu kỳ của một miền ứng suất nhất định mà được yêu cầu phải chịu được trong một thời gian sử dụng xác định với độ chịu mỏi của chi tiết xây dựng trong cùng một miền ứng suất

1.5.2.37

Phép tổng Miner (Miner's summation)

tổng của hư hỏng do tất cả các chu kỳ trong một phổ miền ứng suất (hoặc một phổ thiết kế), dựa trên quy tắc Palmgren-Miner

1.5.2.38

tải trọng mỏi tương đương (equivalent fatigue loading)

một tải đơn giản hóa, thường là một tải đơn tác dụng một số lần quy định theo cách mà nó có thể được dùng để thay cho một tập hợp thực tế hơn của các tải trọng, trong một phạm vi các điều kiện nhất định, để gây ra một lượng hư hỏng mỏi tương đương, cho một mức độ gần đúng chấp nhận được

1.5.2.39

miền ứng suất tương đương (equivalent stress range)

miền ứng suất của một chi tiết xây dựng gây ra bởi tác dụng của tải trọng môi tương đương

1.5.2.40

tải biên độ không đổi tương đương (equivalent constant amplitude loading)

tải biên độ không đổi đơn giản hóa gây ra các hệ quả hư hỏng môi tương tự như một chuỗi các sự kiện tải trọng biên độ thay đổi thực tế

1.6 Ký hiệu

A hằng số trong quan hệ phát triển nứt

a chiều cao đường hàn góc

a chiều dài vết nứt

a_c chiều rộng vết nứt trên bề mặt

da / dN tốc độ phát triển nứt (m/chu kỳ)

D giá trị hư hỏng môi được tính cho một thời gian sử dụng nhất định

D_L giá trị hư hỏng môi được tính cho toàn bộ tuổi thọ thiết kế

D_{lim} giới hạn quy định về giá trị hư hỏng môi

$f_{v,adh}$ cường độ chịu cắt đặc trưng của keo

K_{gt} hệ số tập trung ứng suất hình học

K hệ số cường độ ứng suất

ΔK miền cường độ ứng suất

k_{adh} hệ số cường độ chịu mỏi cho nút keo dính

k_F số độ lệch chuẩn lớn hơn so với cường độ dự đoán trung bình của tải trọng

k_N số độ lệch chuẩn lớn hơn so với số chu kỳ dự đoán trung bình của tải trọng

L_{adh} chiều dài hiệu quả của nút nối chồng liên kết bằng keo dính

l_d chiều dài nứt tối thiểu có thể phát hiện

l_f chiều dài nứt cực hạn gây đứt

log logarit cơ số 10

m	độ dốc âm của đường cong cường độ chịu mỗi $\log\Delta\sigma$ - $\log N$, hoặc số mũ tốc độ phát triển nứt tương ứng
m_1	giá trị của m cho số chu kỳ $N \leq 5 \times 10^6$
m_2	giá trị của m cho số chu kỳ $5 \times 10^6 < N \leq 10^8$
N	số (hoặc tổng số) chu kỳ miền ứng suất
N_i	số chu kỳ đến phá hoại được dự đoán của một miền ứng suất $\Delta\sigma_i$
N_C	số chu kỳ (2×10^6) tại đó cường độ chịu mỗi tham chiếu được xác định
N_D	số chu kỳ (5×10^6) tại đó giới hạn mỗi biên độ không đổi được xác định
N_L	số chu kỳ (10^8) tại đó giới hạn chặn được xác định
n_i	số chu kỳ của miền ứng suất $\Delta\sigma_i$
P	xác suất
R	tỷ lệ ứng suất
t	chiều dày
T_i	khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra
T_F	thời gian khuyến nghị sau khi hoàn thành lắp dựng để bắt đầu kiểm tra mỗi, với kiểm tra mỗi bao gồm kiểm tra các khu vực có xác suất cao gây nứt
T_G	thời gian khuyến nghị sau khi hoàn thành lắp dựng để bắt đầu kiểm tra tổng thể, với kiểm tra tổng thể bao gồm kiểm tra hiện trạng kết cấu so với sau khi được hoàn thành và nghiệm thu, nghĩa là không có sự hư hỏng nào xảy ra, ví dụ như hư hỏng gây ra bởi việc thêm các lỗ gây bất lợi hoặc mối hàn cho các cấu kiện bổ sung, hư hỏng do phá hoại hoặc sự cố, ăn mòn không mong muốn, v.v.
T_f	thời gian để vết nứt phát triển từ kích thước có thể phát hiện được thành kích thước nguy hiểm gây đứt
T_L	tuổi thọ thiết kế
T_S	tuổi thọ an toàn
y	hệ số hình học của vết nứt trong quan hệ phát triển nứt
λ_i	hệ số hư hỏng tương đương phụ thuộc vào tình hướng tải trọng và đặc điểm kết cấu cũng như các yếu tố khác
γ_{FF}	hệ số riêng cho cường độ tải trọng mỗi
γ_{Mf}	hệ số riêng cho cường độ chịu mỗi

$\Delta\sigma$ miền ứng suất danh định (ứng suất pháp)

CHÚ THÍCH $\Delta\sigma$ đề cập đến hệ quả tác động hoặc cường độ chịu mỗi tùy theo ngữ cảnh.

$\Delta\tau$ miền ứng suất cắt hiệu quả

$\Delta\sigma_i$ miền ứng suất không đổi cho các ứng suất chính trong chi tiết xây dựng cho n_i chu kỳ

$\Delta\sigma_C$ cường độ chịu mỗi tham chiếu ở chu kỳ 2×10^6 (ứng suất pháp)

$\Delta\sigma_D$ giới hạn mỗi biên độ không đổi

$\Delta\sigma_E$ miền ứng suất danh định từ tác động môi

$\Delta\sigma_{E,Ne}$ miền ứng suất biên độ không đổi tương đương liên quan đến N_{max}

$\Delta\sigma_{E,2e}$ miền ứng suất biên độ không đổi tương đương liên quan đến chu kỳ 2×10^6

$\Delta\sigma_L$ giới hạn chặn

$\Delta\sigma_R$ cường độ chịu mỗi (ứng suất pháp)

ΔT_F khoảng thời gian tối đa khuyến nghị để kiểm tra tổng thể

ΔT_G khoảng thời gian tối đa khuyến nghị để kiểm tra môi

$\sigma_{max}, \sigma_{min}$ giá trị cực đại và cực tiểu của các ứng suất biến thiên trong một chu kỳ ứng suất

σ_m ứng suất trung bình

$D_{L,d}$ giá trị hư hỏng môi thiết kế được tính cho toàn bộ tuổi thọ thiết kế

1.7 Chỉ dẫn kỹ thuật thi công

1.7.1 Chỉ dẫn kỹ thuật thi công

(1) Chỉ dẫn kỹ thuật thi công cần bao gồm tất cả các yêu cầu về chuẩn bị vật liệu, lắp dựng, nối, hậu xử lý và kiểm tra để đạt được cường độ chịu mỗi yêu cầu.

1.7.2 Hướng dẫn vận hành

(1) Hướng dẫn vận hành cần bao gồm:

- Chi tiết về tải trọng môi và tuổi thọ thiết kế giả định trong thiết kế;
- mọi yêu cầu cần thiết để theo dõi cường độ và tần suất tải trọng trong quá trình sử dụng;
- hướng dẫn ngăn cấm mọi sửa đổi kết cấu, ví dụ như tạo lỗ hoặc hàn, mà không có tính toán đầy đủ đối với bất kỳ hệ quả kết cấu nào;
- hướng dẫn việc tháo dỡ và lắp dựng lại của các bộ phận, ví dụ như việc siết chặt ốc vít;

- các phương pháp sửa chữa có thể chấp nhận được trong trường hợp hư hỏng do tai nạn trong quá trình sử dụng (ví dụ: vết lõm, xuyên thủng, xé, v.v.)

1.7.3 Hướng dẫn kiểm tra và bảo trì

(1) Hướng dẫn bảo trì cần bao gồm kế hoạch của bất kỳ sự kiểm tra cần thiết nào trong quá trình sử dụng đối với các bộ phận nguy hiểm với mỗi. Đặc biệt, khi sử dụng thiết kế khả năng chịu hư hỏng, hướng dẫn này cần bao gồm:

- các phương pháp kiểm tra;
- các vị trí kiểm tra;
- tần suất kiểm tra;
- kích thước vết nứt tối đa cho phép trước khi cần sửa chữa;
- chi tiết về các phương pháp sửa chữa hoặc thay thế các bộ phận bị nứt mỗi.

2. Cơ sở thiết kế

2.1 Các yêu cầu

2.1.1 Các yêu cầu chung

(1) Mục đích của việc thiết kế một kết cấu chống lại trạng thái giới hạn về mỏi là để đảm bảo rằng, với mức xác suất chấp nhận được, công năng của nó được đảm bảo trong toàn bộ vòng đời thiết kế, sao cho kết cấu không bị hỏng do mỏi hoặc có khả năng phải sửa chữa hư hỏng không đáng có do mỏi trong suốt tuổi thọ thiết kế. Việc thiết kế kết cấu nhôm chống lại trạng thái giới hạn mỏi có thể dựa trên một trong các phương pháp sau:

- a) thiết kế tuổi thọ an toàn (SLD) (xem 2.2.1);
- b) thiết kế khả năng chịu hư hỏng (DTD) (xem 2.2.2).

Một trong hai phương pháp a) và b) có thể được bổ sung hoặc thay thế bằng phương pháp thiết kế dựa trên thí nghiệm (xem 2.2.3).

CHÚ THÍCH Phụ lục quốc gia có thể chỉ định các điều kiện để áp dụng các phương pháp thiết kế trên.

(2) Việc chọn phương pháp thiết kế kháng mỏi cần kể đến mục đích sử dụng của kết cấu, xem xét đến cấp hệ quả được quy định cho các bộ phận của kết cấu. Cụ thể, cần xem xét khả năng tiếp cận để kiểm tra các bộ phận và chi tiết nơi vết nứt do mỏi có khả năng xảy ra.

(3) Việc đánh giá mỏi của các bộ phận và kết cấu cần được xem xét trong các trường hợp tải trọng thường xuyên thay đổi, đặc biệt nếu tải đảo chiều. Ví dụ các trường hợp phổ biến có thể xảy ra là:

- các cấu kiện đỡ các thiết bị nâng hoặc tải trọng lặn;
- các cấu kiện chịu chu kỳ ứng suất lặp đi lặp lại từ rung động máy móc;
- các cấu kiện chịu dao động do gió;

- các cấu kiện chịu dao động do đám đông;
- kết cấu chuyển động (kết cấu chịu lực quán tính);
- các cấu kiện chịu dao động do dòng chất lỏng hoặc tác động của sóng.

CHÚ THÍCH: Các quy tắc về cường độ chịu tải được đưa ra trong tiêu chuẩn này thường áp dụng cho mỗi có chu kỳ cao. Đối với mỗi có chu kỳ thấp, hướng dẫn được đưa ra trong Phụ lục F.

(4) Áp dụng các quy tắc thiết kế trong các phần khác của TCVN XXXX (EN 1999).

2.2 Quy trình thiết kế mỏi

2.2.1 Thiết kế tuổi thọ an toàn (SLD)

(1) Phương pháp thiết kế tuổi thọ an toàn dựa trên tính toán tích lũy hư hỏng trong tuổi thọ thiết kế của kết cấu hoặc so sánh miền ứng suất cực đại với giới hạn biên độ không đổi, sử dụng dữ liệu độ chịu tải giới hạn cận dưới theo tiêu chuẩn và một ước tính giới hạn cận trên của tải trọng mỏi, tất cả dựa trên các giá trị thiết kế. Phương pháp này cung cấp một dự đoán an toàn về cường độ chịu tải và thường không phụ thuộc vào việc kiểm tra trong quá trình sử dụng đối với hư hỏng do mỏi.

CHÚ THÍCH Các lựa chọn xem xét việc kiểm tra trong quá trình sử dụng được đưa ra trong L1 khi áp dụng dữ liệu sức kháng ở Phụ lục J.

(2) Thiết kế mỏi liên quan đến việc dự đoán về lịch sử ứng suất tại các vị trí vết nứt có thể bắt đầu, tiếp theo bởi việc đếm chu kỳ tải với các miền ứng suất liên quan và sự tập hợp phổ ứng suất. Từ thông tin này, dự đoán về tuổi thọ thiết kế được thực hiện bằng cách sử dụng dữ liệu độ chịu tải miền ứng suất phù hợp cho chi tiết xây dựng được xem xét. Phương pháp này được đưa ra trong A.2.

(3) Phương pháp thiết kế tuổi thọ an toàn có thể dựa trên một trong hai quy trình để đảm bảo đủ sức kháng của một cấu kiện hoặc kết cấu. Các quy trình tương ứng dựa trên

- a) sử dụng tính toán tích lũy hư hỏng tuyến tính, xem (4);
- b) sử dụng phương pháp miền ứng suất tương đương, xem (5)

CHÚ THÍCH: Một quy trình thứ 3 cho trường hợp tất cả các miền ứng suất thiết kế nhỏ hơn giới hạn mỏi biên độ không đổi thiết kế được đưa ra trong L.1 (4).

(4) Để thiết kế tuổi thọ an toàn dựa trên giả thiết tích lũy hư hỏng tuyến tính (phép tổng Palmgren-Miner), giá trị hư hỏng D_L cho tất cả các chu kỳ cần đáp ứng điều kiện:

$$D_{L,d} \leq 1 \quad (2.1 a)$$

trong đó:

$$D_{L,d} = \sum n_i / N_i \text{ được tính theo quy trình trong A.2.}$$

hoặc

$$D_L \leq D_{lim} \quad (2.1 \text{ b})$$

trong đó:

$$D_L = \sum n_i / N_i \text{ được tính theo quy trình trong A.2 với } \gamma_{Mf} = \gamma_{Ff} = 1,0.$$

CHÚ THÍCH Phụ lục quốc gia có thể chỉ định các giá trị của D_{lim} , xem L.4. Các giá trị khuyến nghị của D_{lim} được đưa ra trong L.4 để sử dụng khi dữ liệu sức kháng trong Phụ lục J được áp dụng.

(5) Trong trường hợp thiết kế dựa trên phương pháp miền ứng suất tương đương ($\Delta\sigma_{E,2e}$), cần đáp ứng điều kiện sau:

$$\frac{\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E,2e}}{\Delta\sigma_C / \gamma_{Mf}} \leq 1 \quad (2.2)$$

CHÚ THÍCH Giá trị khuyến nghị của γ_{Mf} được đưa ra trong L.4. Đối với γ_{Ff} , xem 2.4.

2.2.2 Thiết kế khả năng chịu hư hỏng (DTD)

(1)P Thiết kế khả năng chịu hư hỏng đòi hỏi phải có chương trình kiểm tra và bảo trì theo quy định để phát hiện và sửa chữa mọi hư hỏng do môi, được chuẩn bị và tuân theo trong suốt tuổi thọ thiết kế của kết cấu. Cần có một độ tin cậy chấp nhận được rằng một kết cấu sẽ đảm bảo tính năng sử dụng trong tuổi thọ thiết kế của nó. Điều kiện tiên quyết để sử dụng phương pháp này và việc xác định kế hoạch kiểm tra được nêu trong A.3.

CHÚ THÍCH 1 Thiết kế khả năng chịu hư hỏng có thể phù hợp sử dụng khi việc đánh giá tuổi thọ an toàn chỉ ra rằng môi có ảnh hưởng đáng kể đến tính kinh tế của thiết kế và khi có thể kiểm chứng được một nguy cơ nứt môi cao hơn trong suốt tuổi thọ thiết kế so với giá trị cho phép khi sử dụng các nguyên tắc thiết kế tuổi thọ an toàn. Phương pháp này nhằm mục đích đạt được độ tin cậy tương tự như phương pháp thiết kế tuổi thọ an toàn.

CHÚ THÍCH 2 Có thể áp dụng thiết kế khả năng chịu hư hỏng theo hai phương pháp khác nhau, DTD-I và DTD-II, xem Phụ lục L.

(2) Cần xem xét các hướng dẫn sau đây đối với mặt bằng và chi tiết kết cấu:

- chọn chi tiết, vật liệu và cấp ứng suất để trong trường hợp hình thành vết nứt sẽ có được tốc độ lan truyền vết nứt thấp và chiều dài vết nứt nguy hiểm là lớn;
- bất cứ khi nào có thể, cần chọn một phương án kết cấu để trong trường hợp xảy ra hư hỏng môi, sự phân phối lại các hiệu ứng tải trọng trong kết cấu hoặc trong tiết diện ngang của một cấu kiện có thể thực hiện được (nguyên tắc bậc siêu tĩnh);
- cung cấp chi tiết hãm nứt;
- đảm bảo rằng các cấu kiện và chi tiết quan trọng có thể được dễ dàng kiểm tra trong quá trình kiểm tra định kỳ;
- đảm bảo rằng các vết nứt có thể được kiểm soát bằng cách giám sát hoặc, nếu cần thiết, sử dụng các cấu kiện có thể dễ dàng sửa chữa hoặc thay thế.

2.2.3 Thiết kế dựa trên thí nghiệm

(1) Cần sử dụng phương pháp này khi các dữ liệu cần thiết về tải trọng, dữ liệu về ứng xử, dữ liệu về cường độ chịu mỏi hoặc dữ liệu về phát triển nứt không có sẵn từ các tiêu chuẩn hoặc từ các nguồn khác đối với một dạng công trình riêng biệt và để tối ưu hóa các chi tiết xây dựng. Dữ liệu thí nghiệm chỉ nên được sử dụng thay cho dữ liệu tiêu chuẩn với điều kiện chúng được lấy và áp dụng trong các điều kiện được kiểm soát.

CHÚ THÍCH Việc kiểm tra thiết kế bằng thí nghiệm cần được thực hiện theo Phụ lục C.

2.3 Tải trọng mỏi

2.3.1 Nguồn tải trọng mỏi

(1) Tất cả các nguồn ứng suất biến thiên trong kết cấu cần được xác định. Các tình huống tải trọng mỏi thông thường được đưa ra trong 2.1.1.

CHÚ THÍCH Để hạn chế mỏi do oằn cục bộ lặp đi lặp lại, xem D.3.

(2) Tải trọng mỏi cần được lấy từ TCVN EN 1991 hoặc tiêu chuẩn khác có liên quan.

CHÚ THÍCH Phụ lục quốc gia có thể đưa ra các quy tắc để xác định tải trọng mỏi cho các trường hợp không được kể đến trong Tiêu chuẩn Châu Âu.

(3) Cần xem xét các hiệu ứng động trừ khi đã được tính đến trong các hiệu ứng tải trọng mỏi.

2.3.2 Xác định tải trọng mỏi

(1) Ngoài các tiêu chuẩn tải trọng mỏi, cần xem xét các mục sau đây:

(2) Tải cho mỏi thường được mô tả dưới dạng phổ tải trọng thiết kế, trong đó xác định các miền cường độ của một sự kiện hoạt tải cụ thể và số lần mỗi mức cường độ được áp dụng trong suốt tuổi thọ thiết kế của kết cấu. Nếu hai hoặc nhiều sự kiện hoạt tải độc lập có khả năng xảy ra thì cần chỉ định pha giữa chúng.

(3) Đánh giá thực tế về tải trọng mỏi rất quan trọng cho tính toán tuổi thọ của kết cấu. Trong trường hợp không có dữ liệu được công bố đối với hoạt tải, cần sử dụng dữ liệu tải trọng mỏi từ các kết cấu hiện hữu chịu các hiệu ứng tải trọng tương tự.

(4) Bằng cách ghi lại các phép đo biến dạng hoặc độ võng một cách liên tục trong một khoảng thời gian lấy mẫu thích hợp, dữ liệu tải trọng mỏi cần được suy ra từ phân tích sau đó của các ứng xử kết cấu. Cần đặc biệt chú ý các đánh giá hiệu ứng khuếch đại động lực khi tần số của tải trọng gần với một trong các tần số cơ bản của kết cấu.

CHÚ THÍCH Hướng dẫn thêm được đưa ra trong Phụ lục C.

(5) Phổ tải trọng thiết kế cần được chọn trên cơ sở là ước tính giới hạn trên của các điều kiện sử dụng tích lũy trong toàn bộ tuổi thọ thiết kế của kết cấu. Cần tính đến tất cả các ảnh hưởng về điều

kiện hoạt động và môi trường tiếp xúc có thể xảy ra phát sinh từ việc sử dụng có thể đoán trước của kết cấu trong thời gian đó (tuổi thọ thiết kế).

(6) Giới hạn tin cậy được sử dụng cho cường độ của phổ tải trọng thiết kế cần dựa trên giá trị dự đoán trung bình cộng với k_F lần độ lệch chuẩn. Giới hạn tin cậy được sử dụng cho số chu kỳ trong phổ tải trọng thiết kế cần dựa trên giá trị dự đoán trung bình cộng với k_N lần độ lệch chuẩn.

CHÚ THÍCH Giá trị của k_F và k_N có thể được xác định trong phụ lục quốc gia. Các giá trị $k_F = 2$ và $k_N = 2$ được khuyến nghị. Xem thêm CHÚ THÍCH 2 mục 2.4 (1).

2.3.3 Tải trọng mỗi tương đương

(1) Có thể sử dụng một tải trọng mỗi tương đương đơn giản hóa nếu các điều kiện sau được thỏa mãn:

- a) kết cấu nằm trong phạm vi của các dạng và kích thước kết cấu cơ bản mà tải trọng mỗi tương đương được xác định từ đó;
- b) tải trọng mỗi thực tế có cường độ và tần số tương tự và được tác dụng theo cách tương tự như giả định khi xác định cho tải trọng mỗi tương đương;
- c) các giá trị của m_1 , m_2 , N_D và N_L (xem Hình 6.1) được giả thiết khi xác định tải trọng mỗi tương đương là tương tự với các giá trị phù hợp với chi tiết xây dựng đang được đánh giá;

CHÚ THÍCH Một số tải trọng mỗi tương đương có thể được xác định bằng cách sử dụng giả thiết một độ dốc liên tục đơn giản trong đó $m_2 = m_1$ và $\Delta\sigma_L = 0$. Đối với nhiều ứng dụng liên quan đến nhiều chu kỳ biên độ thấp, cách này sẽ dẫn đến một ước tính tuổi thọ rất thiên về an toàn.

d) ứng xử động của kết cấu là đủ nhỏ để các hiệu ứng cộng hưởng (bị ảnh hưởng bởi sự khác biệt về khối lượng, độ cứng và hệ số cản nhớt) sẽ ít ảnh hưởng đến phép tổng Palmgren-Miner.

(2) Trong trường hợp một tải trọng mỗi tương đương được xác định riêng biệt cho một ứng dụng kết cấu làm bằng hợp kim nhôm, cần tính đến tất cả các vấn đề được đề cập trong (1) ở trên.

2.4 Các hệ số riêng cho tải trọng mỗi

(1) Trường hợp tải trọng mỗi F_{Ek} đã được xác định theo các yêu cầu của 2.3.1 (2) và 2.3.2, cần áp dụng một hệ số riêng cho các tải trọng để có được tải trọng thiết kế F_{Ed} .

$$F_{Ed} = \gamma_{FF} F_{Ek} \tag{2.4}$$

trong đó:

γ_{FF} là hệ số riêng cho tải trọng mỗi.

CHÚ THÍCH 1 Các hệ số riêng có thể được xác định trong phụ lục quốc gia. Giá trị $\gamma_{FF} = 1,0$ được khuyến nghị.

CHÚ THÍCH 2: Trường hợp tải trọng mỗi dựa trên các giới hạn độ tin cậy khác với giới hạn trong 2.3.2 (6), các giá trị khuyến nghị cho các hệ số riêng về tải trọng được đưa ra trong Bảng 2.1. Các giá trị thay thế có thể được chỉ định trong Phụ lục quốc gia.

Bảng 2.1 — Các hệ số riêng khuyến nghị γ_{FF} cho cường độ và số chu kỳ trong phổ tải trọng mỗi

k_F	γ_{FF}	
	$k_N = 0$	$k_N = 2$
0	1,5	1,4
1	1,3	1,2
2	1,1	1,0

2.5 Các yêu cầu thi công

(1) EN 1090-3 đưa ra yêu cầu việc lựa chọn các cấp thi công. Việc lựa chọn này có thể liên quan đến loại mục đích sử dụng.

CHÚ THÍCH Hướng dẫn về việc lựa chọn cấp thi công và loại mục đích sử dụng được nêu trong TCVN ****-1-1. Hướng dẫn về cấp độ huy động được nêu trong L.5 để sử dụng khi áp dụng dữ liệu sức kháng của Phụ lục J.

3. Vật liệu, sản phẩm cấu thành và thiết bị liên kết

(1) Các quy tắc thiết kế của TCVN ****-1-3 áp dụng cho các sản phẩm cấu thành trong các bộ phận và kết cấu như được liệt kê trong TCVN ****-1-1 ngoại trừ các hợp kim cường độ thấp EN AW-005, EN AW-3103, EN AW-5005, EN AW-8011A trong tất cả các loại xử lý cơ-nhiệt, và EN AW-6060 trong loại xử lý cơ-nhiệt T5.

CHÚ THÍCH 1 Không có dữ liệu mỗi đáng tin cậy cho các hợp kim cường độ thấp và loại xử lý cơ-nhiệt đã đề cập ở trên. Phụ lục quốc gia có thể cung cấp dữ liệu mỗi cho các hợp kim và loại xử lý cơ-nhiệt tương ứng đó. Các thí nghiệm để thu thập dữ liệu cần được thực hiện theo Phụ lục C.

CHÚ THÍCH 2 Đối với chi tiết đúc, xem Phụ lục I.

(2) TCVN ****-1-3 đề cập đến các cấu kiện có tiết diện hở và rỗng, bao gồm các cấu kiện được tạo nên từ sự kết hợp của các sản phẩm này.

(3) TCVN ****-1-3 đề cập đến các bộ phận và kết cấu với các thiết bị liên kết như sau:

- Hàn hồ quang (khí trơ kim loại và khí trơ vonfram);
- bu lông thép được liệt kê trong TCVN ****-1-1, Bảng 3.4.

CHÚ THÍCH Đối với liên kết bằng keo dính, xem Phụ lục E.

(4) Đối với thiết kế mỗi và kiểm tra bu lông thép chịu kéo và cắt, xem EN 1993-1-9, Bảng 8.1.

4. Độ bền lâu

(1) Dữ liệu cường độ chịu tải mỗi đưa ra trong TCVN ****-1-3 được áp dụng trong điều kiện khí quyển bình thường với nhiệt độ lên đến 100° C. Tuy nhiên, trong trường hợp hợp kim EN AW-5083, ở nhiệt độ cao hơn 65° C, không được áp dụng dữ liệu cường độ chịu tải trong TCVN ****-1-3 trừ khi có lớp phủ chống ăn mòn hiệu quả.

(2) Dữ liệu cường độ chịu tải mỗi có thể không áp dụng được trong mọi điều kiện tiếp xúc khắc nghiệt. Hướng dẫn về vật liệu và điều kiện môi trường tiếp xúc được nêu trong 6.2 và 6.4.

CHÚ THÍCH Phụ lục quốc gia có thể cung cấp thêm thông tin về độ bền lâu, dựa trên các điều kiện môi trường tiếp xúc địa phương.

(3) Đối với các nút keo dính, có thể cần xem xét các điều kiện và tác động của môi trường đặc biệt.

CHÚ THÍCH Xem Phụ lục E.

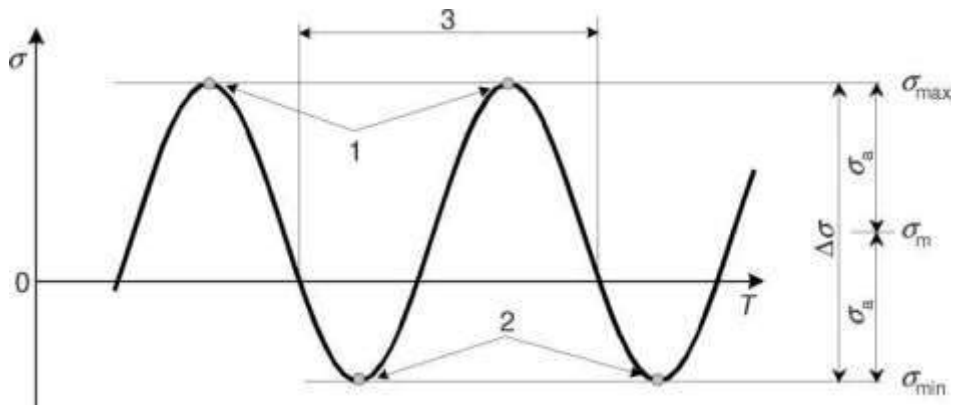
5 Phân tích kết cấu

5.1 Phân tích tổng thể

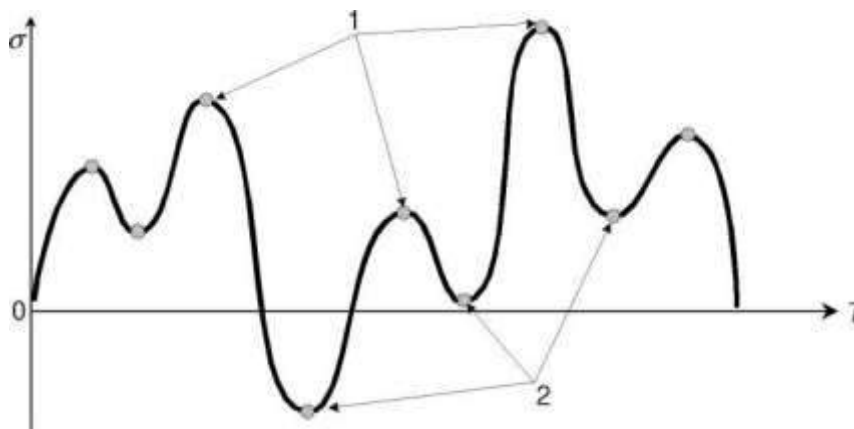
5.1.1 Yêu cầu chung

(1) Cần chọn phương pháp phân tích để đưa ra dự đoán chính xác về ứng xử ứng suất đàn hồi của kết cấu đối với tác động môi cụ thể, sao cho các đỉnh ứng suất cực đại và cực tiểu trong lịch sử ứng suất được xác định, xem Hình 5.1.

CHÚ THÍCH: Một mô hình đàn hồi được sử dụng để đánh giá tĩnh (đối với trạng thái giới hạn cực hạn hoặc giới hạn sử dụng) theo TCVN EN 1990-1-1 có thể không nhất thiết phù hợp để đánh giá mỏi.



a) Biên độ không đổi



b) Biên độ thay đổi

1 - đỉnh ứng suất; 2 - đáy ứng suất; 3 - chu kỳ ứng suất; 0 - điểm ngoặt ứng suất

σ_{max} : ứng suất cực đại; σ_{min} : ứng suất cực tiểu; σ_m : ứng suất trung bình; $\Delta\sigma$: miền ứng suất;

σ_a : biên độ ứng suất

Hình 5.1 - Thuật ngữ liên quan đến lịch sử và chu kỳ ứng suất

(2) Các hiệu ứng động cần được đưa vào tính toán trong lịch sử ứng suất, trừ trường hợp một tác động tương đương đang tác dụng đã kể đến các hiệu ứng đó.

(3) Trường hợp ứng xử đàn hồi bị ảnh hưởng bởi độ cản nhớt thì cần được xác định bằng thí nghiệm.

CHÚ THÍCH Xem Phụ lục C.

(4) Không cho phép phân phối lại nội lực do dẻo giữa các cấu kiện trong các kết cấu siêu tĩnh.

(5) Hiệu ứng tăng cứng của bất kỳ loại vật liệu nào khác được gắn cố định với kết cấu nhôm cần được tính đến trong phân tích đàn hồi.

(6) Các mô hình phân tích tổng thể các kết cấu siêu tĩnh và các khung dạng giàn với các nút cứng hoặc nửa cứng (ví dụ: các mô hình phần tử hữu hạn) cần dựa trên ứng xử vật liệu đàn hồi, trừ

trường hợp dữ liệu về biến dạng được lấy từ các kết cấu nguyên mẫu hoặc các mô hình vật lý với tỷ lệ phù hợp.

CHÚ THÍCH Thuật ngữ phần tử hữu hạn được sử dụng để diễn tả các kỹ thuật phân tích trong đó các thành phần kết cấu và nút được thể hiện bằng cách sắp xếp các thanh, dầm, vỏ dạng màng, phần tử khối hoặc các dạng phần tử khác. Mục đích của phân tích này là tìm trạng thái ứng suất trong đó tương thích về chuyển vị và cân bằng tĩnh (hoặc động) về lực được duy trì.

5.1.2 Sử dụng các phần tử dầm

(1) Cần áp dụng các phần tử dầm để phân tích tổng thể về các kết cấu dầm, khung hoặc lưới với các giới hạn trong (2) đến (7) dưới đây.

(2) Không nên sử dụng các phần tử dầm để phân tích mỗi của các kết cấu dạng tấm được tăng cường của các cấu kiện loại phẳng hoặc vỏ hoặc cho các cấu kiện đúc hoặc rèn dập trừ khi ở dạng lăng trụ đơn giản.

(3) Các đặc trưng độ cứng tiết diện đối với lực dọc trục, uốn, cắt và xoắn của các phần tử dầm cần được tính toán theo lý thuyết đàn hồi tuyến tính với giả thiết tiết diện phẳng. Tuy nhiên cần xem xét sự vênh của tiết diện ngang do xoắn.

(4) Khi sử dụng các phần tử dầm trong các kết cấu có cấu kiện tiết diện hở hoặc rỗng dễ bị cong vênh, chịu tác dụng của lực xoắn, các phần tử cần có tối thiểu 7 bậc tự do bao gồm cả cong vênh. Hoặc bằng cách khác, các phần tử vỏ nên được sử dụng để mô hình tiết diện ngang.

(5) Các đặc trưng tiết diện cho các phần tử dầm liên kết với các giao điểm cấu kiện cần tính đến độ cứng tăng lên do kích thước của vùng nút và sự hiện diện của các bộ phận bổ sung (ví dụ: các thanh nối, tấm nối, v.v.).

(6) Đặc trưng độ cứng của các phần tử dầm được sử dụng để mô hình các vùng nút tại các nút giao dạng góc giữa các cấu kiện hở hoặc rỗng trong đó các tiết diện ngang của chúng không được kéo hoàn toàn qua nút (ví dụ: các nút nối tiết diện ống không có sườn cứng) hoặc trong đó chi tiết xây dựng là nửa cứng (ví dụ: liên kết bản đế dùng bu lông hoặc liên kết dùng góc bản giằng), cần được đánh giá bằng cách sử dụng các phần tử vỏ hoặc bằng cách liên kết các phần tử qua lò xo. Các lò xo cần có độ cứng phù hợp cho từng bậc tự do và độ cứng của chúng cần được xác định bằng thí nghiệm hoặc bằng cách sử dụng các mô hình phần tử vỏ của nút.

(7) Khi các phần tử dầm được sử dụng để mô hình kết cấu có độ lệch tâm giữa các trục cấu kiện tại các nút hoặc khi các tác động và các ngăn cản chuyển vị tác dụng vào các cấu kiện tại vị trí ngoài trục của chúng, cần sử dụng các phần tử liên kết cứng tại các vị trí này để duy trì chính xác trạng thái cân bằng lực tĩnh. Cần sử dụng các lò xo tương tự như trong (6) nếu cần thiết.

5.1.3 Sử dụng phần tử màng, vỏ và phần tử khối

(1) Các phần tử màng chỉ nên được áp dụng cho các phần của kết cấu nơi ứng suất uốn ngoài mặt phẳng không đáng kể.

(2) Các phần tử vỏ có thể được áp dụng cho tất cả các loại kết cấu trừ trường hợp sử dụng các cấu kiện đúc, rèn hoặc gia công có hình dạng phức tạp liên quan đến trường ứng suất 3 chiều, trong trường hợp đó cần sử dụng các phần tử khối.

(3) Khi các phần tử màng hoặc vỏ được sử dụng trong phân tích tổng thể để kể đến các hiệu ứng tập trung ứng suất toàn phần như các trường hợp được liệt kê trong 5.2.2, kích thước lưới chia cần đủ nhỏ trong phần của cấu kiện có chứa vị trí bắt đầu của vết nứt để có thể đánh giá đầy đủ các hiệu ứng này.

CHÚ THÍCH Xem Phụ lục D.

5.2 Loại ứng suất

5.2.1 Yêu cầu chung

(1) Có thể sử dụng ba loại ứng suất khác nhau, đó là:

- a) Ứng suất danh định, xem 5.2.2. Đối với việc xác định ứng suất danh định, xem 5.3.1;
- b) ứng suất danh định điều chỉnh, xem 5.2.3. Đối với việc xác định ứng suất danh định điều chỉnh, xem 5.3.2;
- c) ứng suất điểm nóng, xem 5.2.4 và 5.3.3.

5.2.2 Ứng suất danh định

(1) Cần sử dụng trực tiếp các ứng suất danh định (xem Hình 5.2) để đánh giá các vị trí bắt đầu của vết nứt ở các cấu kiện và nút đơn giản khi áp dụng các điều kiện sau:

- a) các chi tiết xây dựng liên quan đến vị trí bắt đầu của vết nứt được đại diện bởi các danh mục chi tiết có sẵn, hoặc
- b) danh mục chi tiết đã được thiết lập bằng các thí nghiệm trong đó các kết quả đã được thể hiện dưới dạng các ứng suất danh định;

CHÚ THÍCH Các thí nghiệm cần phù hợp với Phụ lục C.

c) các hiệu ứng hình học tổng như được liệt kê trong 5.2.3 không xuất hiện trong vùng lân cận của vị trí bắt đầu của vết nứt.

5.2.3 Ứng suất danh định điều chỉnh

(1) Cần sử dụng các ứng suất danh định điều chỉnh thay cho các ứng suất danh định khi vị trí bắt đầu của vết nứt nằm trong vùng lân cận của một hoặc nhiều hiệu ứng tập trung ứng suất hình học tổng sau đây (xem Hình 5.2) với điều kiện 5.2.1 (a) và (b) vẫn áp dụng:

- a) Thay đổi tổng về hình dạng tiết diện ngang, ví dụ: tại các phần bị cắt thủng (khối tiết diện) hoặc các góc lõm;

- b) thay đổi tổng thể về độ cứng xung quanh tiết diện ngang của cấu kiện tại các nút giao dạng góc không được tăng cứng giữa các tiết diện hở hoặc rỗng;
- c) thay đổi hướng hoặc độ thẳng vượt quá những giá trị được phép trong bảng danh mục chi tiết;
- d) sự trễ cắt trong tấm rộng;

CHÚ THÍCH Xem TCVN ****-1-1, K.1.

- e) sự méo của các cấu kiện rỗng;
- f) hiệu ứng uốn phi tuyến ngoài mặt phẳng trong các tấm phẳng độ mảnh lớn, ví dụ: tiết diện loại 4, trong đó ứng suất tĩnh gần với ứng suất tới hạn đàn hồi, ví dụ: trường kéo trong bản bụng.

CHÚ THÍCH Xem Phụ lục D.

(2) Cần tính đến các hiệu ứng tập trung ứng suất hình học kể trên thông qua hệ số K_{gt} , xem Hình 5.2, được định nghĩa là sự tập trung ứng suất lý thuyết được xác định cho vật liệu đàn hồi tuyến tính bỏ qua tất cả các ảnh hưởng (cục bộ hoặc hình học) đã được kể đến trong đường cong cường độ chịu mỗi $\Delta\sigma - N$ của chi tiết xây dựng được phân loại được xem như một tham chiếu.

5.2.4 Ứng suất điểm nóng

(1) Ứng suất điểm nóng chỉ có thể được sử dụng khi áp dụng các điều kiện sau:

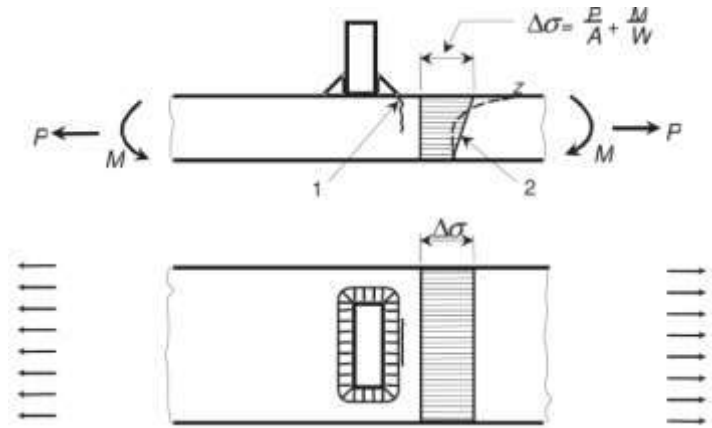
- a) Vị trí bắt đầu của vết nứt là một chân mối hàn trong nút có cấu tạo hình học phức tạp trong đó các ứng suất danh định không được xác định rõ ràng;

CHÚ THÍCH Do ảnh hưởng lớn của vùng chịu ảnh hưởng nhiệt đến cường độ của các cấu kiện nhôm hàn, kinh nghiệm từ các chi tiết kết cấu thép thường không áp dụng được cho nhôm.

- b) một danh mục chi tiết điểm nóng đã được thiết lập bằng các thí nghiệm và kết quả được thể hiện dưới dạng ứng suất điểm nóng cho dạng tác động thích hợp;
- c) ứng suất uốn vỏ được tạo ra trong các nút nửa cứng và được kể đến theo 5.1.2 (6);

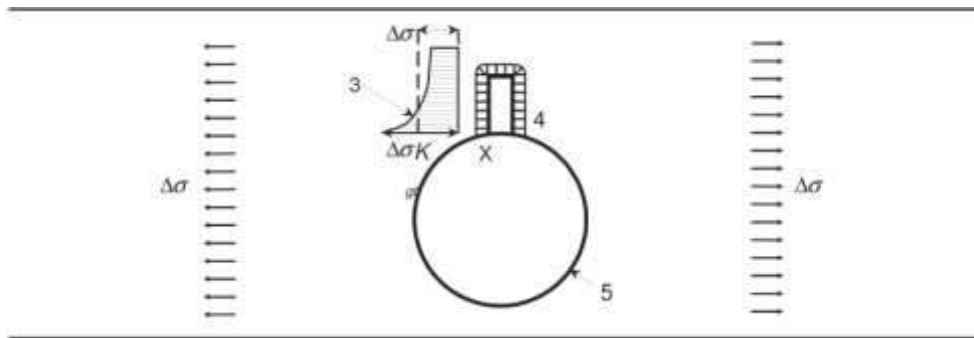
CHÚ THÍCH Xem Phụ lục C, D và K.

- d) để xác định ứng suất điểm nóng, xem 5.3.3 và 6.2.4.



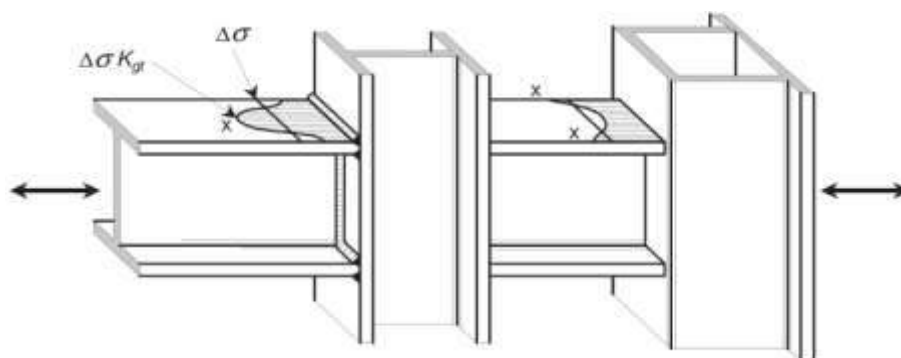
a) Tập trung ứng suất cục bộ tại chân mối hàn;

1- vị trí bắt đầu của vết nứt; 2 - phân phối ứng suất tuyến tính, hệ số ứng suất chân mối hàn tại z không được tính



b) Tập trung ứng suất tổng khi có lỗ mở lớn

$\Delta\sigma$ = miền ứng suất danh định; $\Delta\sigma K_{gt}$ = miền ứng suất danh định điều chỉnh tại vị trí bắt đầu của vết nứt X do lỗ mở; 3 - phân phối ứng suất phi tuyến; 4 - mối hàn; 5 - lỗ mở lớn



c) Điểm cứng trong liên kết;

$\Delta\sigma$ = miền ứng suất danh định; $\Delta\sigma K_{gt}$ = miền ứng suất danh định điều chỉnh tại vị trí bắt đầu của vết nứt X do hiệu ứng tập trung ứng suất hình học

Hình 5.2 - Ví dụ về ứng suất danh định và ứng suất danh định điều chỉnh

5.3 Xác định các ứng suất

5.3.1 Xác định ứng suất danh định

5.3.1.1 Mô hình kết cấu sử dụng các phần tử dầm

(1) Ứng suất dọc trục và ứng suất cắt tại vị trí bắt đầu của vết nứt cần được tính toán từ các hệ quả tác động dọc trục, uốn, cắt và xoắn tại tiết diện được xem xét sử dụng các đặc trưng tiết diện đàn hồi tuyến tính.

(2) Các diện tích tiết diện ngang và mô đun tiết diện cần tính đến bất kỳ yêu cầu cụ thể nào của một chi tiết xây dựng.

5.3.1.2 Mô hình kết cấu sử dụng các phần tử màng, vỏ hoặc phần tử khối

(1) Trong trường hợp phân phối ứng suất dọc trục là tuyến tính trên tiết diện cấu kiện theo cả hai trục, ứng suất tại điểm xuất hiện nứt có thể được sử dụng trực tiếp.

(2) Trong trường hợp phân bố dọc trục là không tuyến tính trên tiết diện cấu kiện về một trong hai trục, các ứng suất dọc theo tiết diện cần được tích phân để có được lực dọc trục và mô men uốn.

CHÚ THÍCH: Trường hợp thứ hai cần được sử dụng cùng với diện tích tiết diện ngang và mô đun tiết diện thích hợp để thu được ứng suất danh định.

5.3.2 Xác định ứng suất danh định điều chỉnh

5.3.2.1 Mô hình kết cấu sử dụng các phần tử dầm

(1) Các ứng suất danh định cần được nhân với các hệ số tập trung ứng suất đàn hồi thích hợp K_{gt} theo vị trí của điểm bắt đầu của vết nứt và loại trường ứng suất.

(2) K_{gt} cần kể đến tất cả các điểm gián đoạn hình học trừ những trường hợp đã được tính đến trong danh mục chi tiết.

(3) K_{gt} cần được xác định theo một trong các phương pháp sau:

a) Các phương pháp tiêu chuẩn cho các hệ số tập trung ứng suất;

CHÚ THÍCH Xem D.2

b) tách kết cấu phụ cho phần kết cấu hình học xung quanh bằng cách sử dụng các phần tử vỏ có kể đến (2) và áp dụng các ứng suất danh định cho các biên;

c) đo các biến dạng đàn hồi trên mô hình vật lý có kết hợp các điểm gián đoạn hình học tổng thể, nhưng loại trừ các đặc điểm đã được kể đến trong danh mục chi tiết (xem (2)).

5.3.2.2 Mô hình kết cấu sử dụng các phần tử màng, vỏ hoặc phần tử khối

(1) Trường hợp ứng suất danh định điều chỉnh được lấy từ phân tích tổng thể trong khu vực của vị trí bắt đầu của vết nứt, nó cần được chọn trên cơ sở sau:

- a) Các loại tập trung ứng suất cục bộ ví dụ như chi tiết xây dựng được phân loại và tiết diện hàn đã được đề cập trong danh mục chi tiết cần được bỏ qua;
- b) lưới chia trong khu vực của vị trí bắt đầu của vết nứt cần đủ mịn để dự đoán trường ứng suất tổng thể xung quanh vị trí xuất hiện nứt một cách chính xác nhưng không kết hợp các hiệu ứng trong (a)

CHÚ THÍCH Xem D.1.

5.3.3 Xác định ứng suất điểm nóng

(1) Ứng suất điểm nóng là ứng suất chính chủ yếu nằm ngang so với chân đường hàn và cần được đánh giá chung bằng phương pháp số hoặc phương pháp thí nghiệm, trừ khi có sẵn các phương pháp tiêu chuẩn.

CHÚ THÍCH Xem D.1.

(2) Đối với các trường hợp đơn giản, như trường hợp trong Hình 5.2 (c), ứng suất điểm nóng có thể được coi là ứng suất danh định điều chỉnh và được tính theo 5.2.3.

(3) Nói chung, đối với các hình dạng kết cấu mà các hệ số tập trung ứng suất tiêu chuẩn không áp dụng được và do đó cần phân tích đặc biệt, ứng suất mỗi ở chân mối hàn cần bỏ qua các hiệu ứng tập trung ứng suất cho do chi tiết xây dựng được phân loại được coi là tham chiếu, nghĩa là các hình học chân mối hàn.

5.3.4 Hướng của ứng suất

(1) Miền ứng suất chính là sự sai khác đại số lớn nhất giữa các ứng suất chính tác dụng trong các mặt phẳng chính lệch nhau không quá 45° .

(2) Nhằm mục đích đánh giá xem một chi tiết xây dựng là vuông góc hay song song với trục của một đường hàn, nếu hướng của ứng suất kéo chính lệch nhỏ hơn 45° so với trục mối hàn, thì coi như là song song với trục mối hàn.

5.4 Miền ứng suất cho các vị trí bắt đầu của vết nứt cụ thể

5.4.1 Vật liệu gốc, mối hàn và liên kết dạng chốt cơ khí

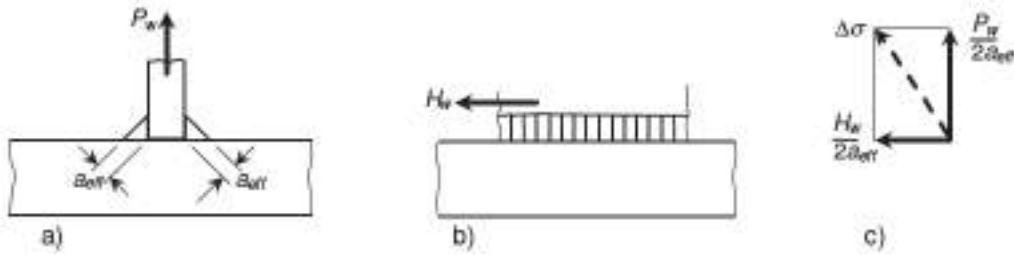
(1) Các vết nứt bắt đầu từ các chân mối hàn, mặt mối hàn, lỗ của chốt, các bề mặt sờn, v.v. và lan truyền qua vật liệu gốc hoặc kim loại hàn cần được đánh giá bằng cách sử dụng miền ứng suất chính danh định trong cấu kiện tại điểm đó (xem Hình 5.3).

(2) Các hiệu ứng tập trung ứng suất cục bộ của tiết diện định hình hàn, lỗ bu lông và đinh tán được tính đến trong dữ liệu độ bền $\Delta\sigma - N$ cho danh mục chi tiết phù hợp.

5.4.2 Mối hàn góc và đối đầu (hàn giáp mép) thấu một phần

(1) Các vết nứt bắt đầu từ gốc (đáy) mối hàn và lan truyền qua chiều cao đường hàn cần được đánh giá bằng cách sử dụng vector tổng $\Delta\sigma$ của các ứng suất trong kim loại hàn dựa trên chiều cao đường hàn hiệu quả, xem Hình 5.3.

CHÚ THÍCH Giá trị cường độ tham chiếu có thể được lấy như trong chi tiết xây dựng 9.2, Bảng J.9.

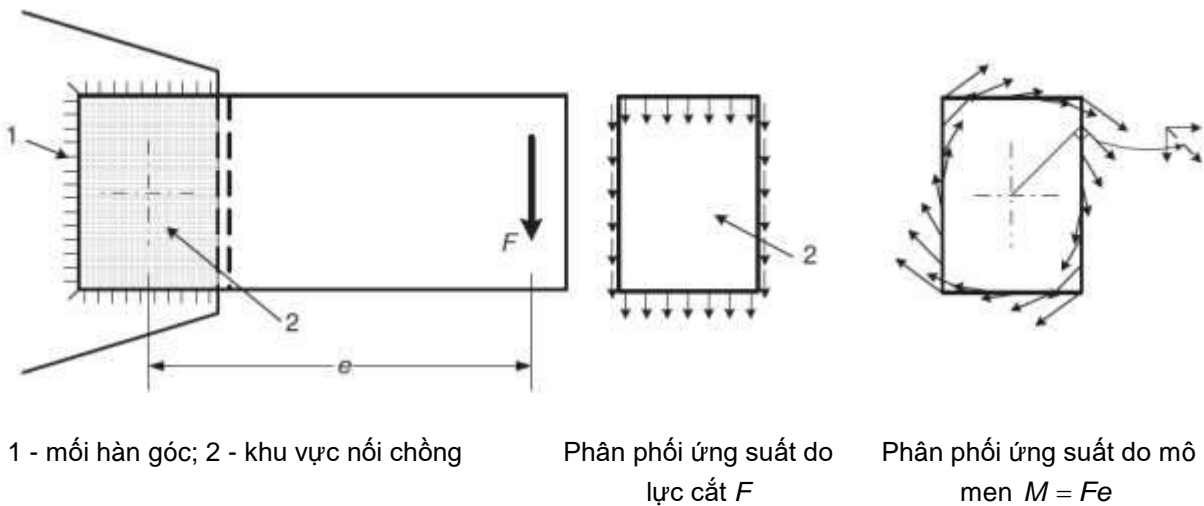


P_w và H_w là các lực trên một đơn vị chiều dài

Hình 5.3 — Ứng suất trong chiều cao đường hàn

(2) Trong các nút nối chùng trong một mặt phẳng, ứng suất trên một đơn vị chiều dài đường hàn có thể được tính toán trên cơ sở diện tích trung bình cho các lực dọc trục và mô đun cực đàn hồi của nhóm mối hàn cho các mô men trong mặt phẳng (xem Hình 5.4).

CHÚ THÍCH Giá trị cường độ tham chiếu có thể được lấy như trong chi tiết xây dựng 9.4, Bảng J.9.



1 - mối hàn góc; 2 - khu vực nối chùng

Phân phối ứng suất do lực cắt F

Phân phối ứng suất do mô men $M = Fe$

Hình 5.4 - Ứng suất trong nút nối chùng

5.5 Liên kết bằng keo dính

(1) Việc đánh giá mỗi cần kể đến phá hoại bề mặt thông qua mặt phẳng bám dính.

CHÚ THÍCH Xem Phụ lục E.

5.6 Chi tiết đúc

(1) Cần sử dụng ứng suất hình học chính. Nếu các phương pháp tiêu chuẩn không có sẵn, có thể cần sử dụng phân tích ứng suất hữu hạn hoặc đo biến dạng trong trường hợp hình dạng phức tạp.

5.7 Phổ ứng suất

(1) Các phương pháp đếm chu kỳ của các miền ứng suất nhằm mục đích xác định phổ ứng suất được đưa ra trong Phụ lục A.

5.8 Tính toán miền ứng suất tương đương cho các mô hình tải trọng môi tiêu chuẩn hóa

5.8.1 Yêu cầu chung

(1) Việc đánh giá mỗi đối với tải trọng môi tiêu chuẩn hóa theo quy định trong TCVN EN 1991 cần được thực hiện theo một trong các phương pháp sau:

- Miền ứng suất danh định cho các chi tiết xây dựng được thể hiện trong thông tin về danh mục chi tiết;
- miền ứng suất danh định điều chỉnh trong đó những thay đổi đột ngột của tiết diện xảy ra gần với vị trí bắt đầu của vết nứt không được đề cập trong thông tin về chi tiết xây dựng;
- miền ứng suất hình học trong đó ứng suất thay đổi lớn xảy ra gần với chân mối hàn.

CHÚ THÍCH Phụ lục quốc gia có thể cung cấp thông tin về việc sử dụng miền ứng suất danh định hoặc miền ứng suất danh định điều chỉnh.

(2) Giá trị thiết kế của miền ứng suất được sử dụng để đánh giá mỗi phải là miền ứng suất $\gamma_{FF}\Delta\sigma_{E,2e}$ tương ứng với số chu kỳ $N_C = 2 \times 10^6$

5.8.2 Giá trị thiết kế của miền ứng suất

(1) Giá trị thiết kế của miền ứng suất danh định $\gamma_{FF}\Delta\sigma_{E,2e}$ cần được xác định như sau:

$$\gamma_{FF}\Delta\sigma_{E,2e} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \dots \lambda_i \times \dots \lambda_n \times \Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k) \text{ cho ứng suất danh định} \quad (5.1)$$

$$\gamma_{FF}\Delta\sigma_{E,2e}^* = K_{gt}\gamma_{FF}\Delta\sigma_{E,2e} \text{ cho ứng suất danh định điều chỉnh} \quad (5.2)$$

trong đó:

$\Delta\sigma(\gamma_{FF}Q_k)$ là miền ứng suất gây ra bởi tải trọng môi quy định trong TCVN EN 1991;

λ_i là các hệ số hư hỏng tương đương phụ thuộc vào tình huống tải trọng và đặc điểm kết cấu cũng như các yếu tố khác;

K_{gt} là hệ số tập trung ứng suất để kể đến độ khuếch đại ứng suất cục bộ liên quan đến hình học của chi tiết xây dựng không có trong đường cong tham chiếu $\Delta\sigma_c - N$, xem 5.3.2.1.

CHÚ THÍCH 1 Các giá trị của λ_j có thể được đưa ra trong phụ lục quốc gia.

CHÚ THÍCH 2 λ_j - Giá trị cho các cấu kiện thép có thể không áp dụng được cho các cấu kiện nhôm.

6 Sức kháng mỗi và danh mục chi tiết

6.1 Danh mục chi tiết

6.1.1 Yêu cầu chung

(1) Việc kiểm tra cường độ chịu mỗi phù hợp được dựa trên các giá trị sức kháng của một số danh mục chi tiết được tiêu chuẩn hóa. Một danh mục chi tiết có thể bao gồm một hoặc nhiều chi tiết xây dựng thường xuyên được sử dụng và được phân loại. Các danh mục chi tiết cần được xác định bởi cường độ chịu mỗi tham chiếu của chúng và giá trị tương ứng cho độ dốc âm của phần chính của quan hệ tuyến tính hóa $\Delta\sigma - N$ và cần tuân thủ các quy định trong 6.2.

6.1.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến danh mục chi tiết

(1) Cường độ chịu mỗi của chi tiết xây dựng cần tính đến các yếu tố sau:

- a) Hướng của ứng suất biến thiên so với chi tiết xây dựng;
- b) vị trí bắt đầu của vết nứt trong chi tiết xây dựng;
- c) sự sắp xếp hình học và tỷ lệ tương đối của chi tiết xây dựng.

(2) Cường độ chịu mỗi phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- a) Hình dạng sản phẩm;
- b) vật liệu (trừ khi được hàn);
- c) phương pháp thi công;
- d) cấp độ chất lượng (trong trường hợp mối nối hàn và chi tiết đúc);
- e) loại liên kết.

6.1.3 Chi tiết xây dựng

(1) Chi tiết xây dựng có thể được chia thành ba nhóm chính sau:

- a) Cấu kiện trơn, cấu kiện hàn và nút liên kết bu lông;
- b) nút keo dính;
- c) chi tiết đúc.

CHÚ THÍCH 1 Một bộ các danh mục chi tiết và chi tiết xây dựng với quan hệ $\Delta\sigma - N$ cho khả năng kháng mỗi của nhóm

a) cấu kiện chịu nhiệt độ môi trường và không yêu cầu bảo vệ bề mặt (xem Bảng 6.2) được nêu trong Phụ lục J. Phụ lục quốc gia có thể chỉ định một bộ khác về các danh mục chi tiết và chi tiết xây dựng cùng với các tiêu chí thống nhất cho các cấu kiện đó, có kể đến các quy định trong 6.1.2 và 6.3. Bộ các danh mục chỉ ra trong Phụ lục J được khuyến nghị.

CHÚ THÍCH 2 Phụ lục quốc gia có thể chỉ định cho các chi tiết xây dựng không được nêu trong Phụ lục J.

CHÚ THÍCH 3 Xem Phụ lục I cho hướng dẫn về chi tiết đúc.

CHÚ THÍCH 4 Xem Phụ lục E cho hướng dẫn về nút keo dính.

6.2 Dữ liệu cường độ chịu mỏi

6.2.1 Chi tiết xây dựng được phân loại

(1) Dạng tổng quát hóa của quan hệ $\Delta\sigma - N$ được chỉ ra trong Hình 6.1, và được vẽ trên thang logarit. Đường cong cường độ chịu mỏi được biểu thị bằng đường trung bình trừ 2 lần độ lệch chuẩn so với dữ liệu thực nghiệm.

(2) Quan hệ thiết kế mỏi đối với độ chịu mỏi trong khoảng giữa 10^5 đến 5×10^6 chu kỳ được xác định theo phương trình

$$N_i = 2 \times 10^6 \left(\frac{\Delta\sigma_c}{\Delta\sigma_i} \frac{1}{\gamma_{FF} \gamma_{Mf}} \right)^{m_i} \quad (6.1)$$

trong đó:

- N_i là số lượng chu kỳ đến phá hoại được dự đoán của một miền ứng suất $\Delta\sigma_i$
- $\Delta\sigma_c$ là giá trị tham chiếu của cường độ chịu mỏi ở 2×10^6 chu kỳ, phụ thuộc vào danh mục chi tiết, trong đó các giá trị tiêu chuẩn hóa được đưa ra trong Bảng 6.1
- $\Delta\sigma_i$ là miền ứng suất không đổi cho các ứng suất chính trong chi tiết xây dựng cho n_i chu kỳ
- m_i là độ dốc âm của đường cong cường độ chịu mỏi $\log \Delta\sigma - \log N$, phụ thuộc vào danh mục chi tiết xây dựng
- γ_{FF} là hệ số riêng kể đến sự bất định trong phổ tải trọng và trong phân tích ứng xử
- γ_{Mf} là hệ số riêng kể đến sự bất định trong vật liệu và thi công.

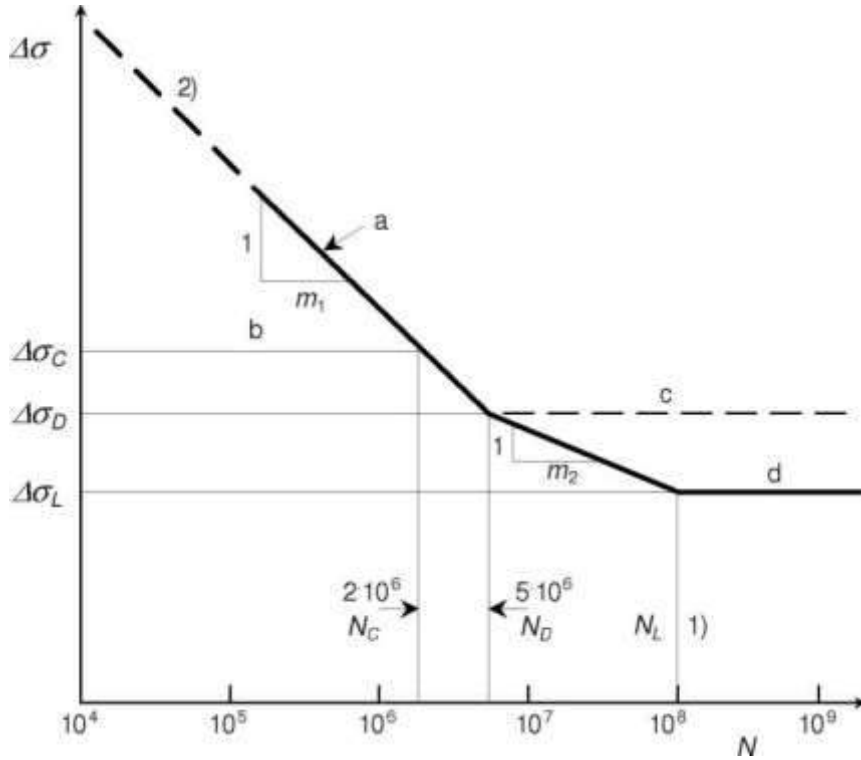
CHÚ THÍCH 1 Đối với các giá trị của γ_{FF} , xem 2.4.

CHÚ THÍCH 2 Giá trị của hệ số riêng γ_{Mf} cho một chi tiết xây dựng cụ thể có thể được xác định trong phụ lục quốc gia. Các giá trị khuyến nghị được đưa ra trong L.4 được dùng khi áp dụng dữ liệu sức kháng của Phụ lục J.

CHÚ THÍCH 3 Đối với giá trị của hệ số riêng γ_{Mf} đối với các nút keo dính, xem Phụ lục E.

Bảng 6.1 — Các giá trị tiêu chuẩn hóa của $\Delta\sigma_c$ (N/mm²)

140, 125, 112, 100, 90, 80, 71, 63, 56, 50, 45, 40, 36, 32, 28, 25, 23, 20, 18, 16, 14, 12
--



a - đường cong cường độ chịu mỏi; b - cường độ chịu mỏi tham chiếu; c - giới hạn mỏi biên độ không đổi; d - giới hạn chặn

Hình 6.1 - Đường cong cường độ chịu mỏi logΔσ-logN

(3) Đối với N_L trong các điều kiện môi trường tiếp xúc nhất định, xem 6.4.

(4) Quan hệ thiết kế mỏi đối với các độ chịu mỏi trong phạm vi giữa 5×10^6 đến 10^8 chu kỳ được xác định bởi phương trình:

$$N_i = 5 \times 10^6 \left(\frac{\Delta\sigma_c}{\Delta\sigma_i} \frac{1}{\gamma_{FF}\gamma_{MF}} \right)^{m_2} \left(\frac{2}{5} \right)^{\frac{m_2}{m_1}} \tag{6.2}$$

(5) Giới hạn mỏi biên độ không đổi, $\Delta\sigma_D$, được xác định tại 5×10^6 chu kỳ (đối với vật liệu trơn thì giả định ở 2×10^6 chu kỳ), dưới giá trị đó các chu kỳ ứng suất biên độ không đổi được coi là không gây hư hỏng. Tuy nhiên, ngay cả khi các chu kỳ không thường vượt quá mức này, chúng sẽ gây ra sự lan truyền, khi vết nứt phát triển, khiến cho các chu kỳ biên độ thấp hơn trở nên nguy hiểm. Vì lý do này, độ dốc âm logarit của các đường cong cơ bản $\Delta\sigma - N$ giữa 5×10^6 và 10^8 chu kỳ cần được đổi thành m_2 cho các điều kiện phổ tải trọng tổng quát, trong đó $m_2 = m_1 + 2$.

CHÚ THÍCH: Việc sử dụng hằng số độ dốc âm $m_2 = m_1 + 2$ có thể là thiên về an toàn cho một số phổ.

(6) Bất kỳ chu kỳ ứng suất nào dưới giới hạn chặn $\Delta\sigma_L$, được giả định ở 10^8 chu kỳ, cần được coi là không gây hư hỏng.

(7) Đối với các miền ứng suất tác dụng ít hơn 10^5 lần, các giá trị sức kháng theo Hình 6.1 có thể là quá an toàn đối với các chi tiết xây dựng nhất định.

CHÚ THÍCH Phụ lục F đưa ra hướng dẫn dành cho thiết kế mỏi cho độ chịu mỏi trong phạm vi dưới 10^5 chu kỳ. Phụ lục quốc gia có thể đưa ra các quy định bổ sung.

(8) Trong phạm vi từ 10^3 đến 10^5 , cần kiểm tra để đảm bảo miền ứng suất thiết kế không dẫn đến ứng suất kéo cực đại vượt quá các giá trị khác của sức kháng thiết kế ở trạng thái giới hạn cực hạn cho chi tiết xây dựng, xem TCVN ****-1-1.

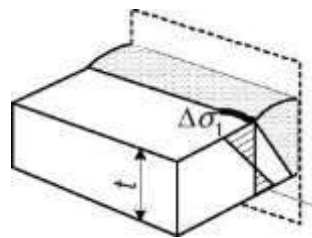
(9) Với mục đích xác định phạm vi hữu hạn của các danh mục chi tiết và để cho phép một danh mục chi tiết được tăng hoặc giảm theo một bước nhảy không đổi về giá trị hình học, một phạm vi tiêu chuẩn của giá trị của $\Delta\sigma_c$ được đưa ra trong Bảng 6.1. Việc tăng (hoặc giảm) một danh mục chi tiết có nghĩa là chọn giá trị lớn hơn (hoặc nhỏ hơn) tiếp theo của $\Delta\sigma_c$ trong khi không thay đổi m_1 và m_2 . Điều này không áp dụng cho các nút liên kết bằng keo dính.

(10) Các danh mục chi tiết áp dụng cho tất cả các giá trị của ứng suất trung bình, trừ khi có quy định khác.

CHÚ THÍCH Xem Phụ lục G về hướng dẫn về các giá trị cường độ chịu mỏi tăng cường cho các giá trị độ bền chịu nén hoặc độ bền chịu kéo thấp.

(11) Đối với các cấu kiện phẳng dưới ứng suất uốn trong đó $\Delta\sigma_1$ và $\Delta\sigma_2$ (xem Hình 6.2) trái dấu, giá trị ứng suất mỏi tương ứng cho các loại chi tiết nhất định có thể được tăng thêm một hoặc hai danh mục chi tiết theo Bảng 6.1 cho $t \leq 15mm$.

CHÚ THÍCH Phụ lục quốc gia có thể đưa ra loại chi tiết và phạm vi chiều dày được phép tăng, cũng như chỉ số danh mục. Chỉ số danh mục được khuyến nghị tăng không vượt quá 2.



Hình 6.2 - Cấu kiện phẳng dưới ứng suất uốn

6.2.2 Chi tiết chưa được phân loại

(1) Chi tiết không được đề cập đầy đủ trong một danh mục chi tiết nhất định cần được đánh giá bằng cách tham chiếu đến các dữ liệu được công bố nếu có. Hoặc bằng cách khác, có thể thực hiện các thí nghiệm chứng nhận mỏi.

CHÚ THÍCH: Các thí nghiệm mỏi cần được thực hiện theo Phụ lục C.

6.2.3 Nút keo dính

(1) Cường độ chịu mỏi của các nút keo dính cần dựa trên dữ liệu thí nghiệm cụ thể cho từng ứng dụng, kể đến các điều kiện môi trường tiếp xúc có liên quan.

CHÚ THÍCH: Đề thiết kế các nút keo dính, xem Phụ lục E.

6.2.4 Xác định giá trị cường độ điểm nóng tham chiếu

(1) Ứng suất điểm nóng tính toán phụ thuộc vào phương pháp thiết kế điểm nóng được áp dụng, và các giá trị thiết kế cho cường độ điểm nóng tham chiếu cần tương quan với quy trình thiết kế được sử dụng.

CHÚ THÍCH Phụ lục K đề cập đến một phương pháp cho chi tiết điểm nóng tham chiếu. Phụ lục này có thể được sử dụng kết hợp với Phụ lục J để xác định các giá trị độ bền điểm nóng tham chiếu.

6.3 Ảnh hưởng của ứng suất trung bình

6.3.1 Yêu cầu chung

(1) Dữ liệu cường độ chịu mỗi được đưa ra trong các bảng danh mục chi tiết đề cập đến các điều kiện về ứng suất trung bình là chịu kéo lớn. Trong trường hợp ứng suất trung bình là nén hoặc có giá trị chịu kéo thấp, tuổi thọ mỗi có thể được tăng lên trong các điều kiện nhất định.

CHÚ THÍCH Xem Phụ lục G để được hướng dẫn thêm.

6.3.2 Vật liệu trơn và nút liên kết bằng chốt cơ khí

(1) Nếu ảnh hưởng của ứng suất dư chịu kéo và ứng suất do sai sót căn chỉnh được tính vào ứng suất tác dụng, có thể áp dụng một hệ số tăng bền mỗi.

CHÚ THÍCH Xem Phụ lục G.

6.3.3 Nút hàn

(1) Không có quy định nào được cho phép đối với ứng suất trung bình trong các mối hàn ngoại trừ trong các trường hợp sau:

- a) Trường hợp các thí nghiệm đã được thực hiện đại diện cho trạng thái ứng suất thực cuối cùng (bao gồm cả ứng suất dư và ứng suất do sai sót căn chỉnh) trong loại nút và chứng minh sự gia tăng đồng nhất về cường độ chịu mỗi với việc giảm ứng suất trung bình;
- b) khi sử dụng các kỹ thuật cải tiến đã được chứng minh là dẫn đến ứng suất nén dư và khi ứng suất tác dụng không lớn đến mức các ứng suất nén dư sẽ giảm đi khi chảy dẻo trong quá trình sử dụng.

CHÚ THÍCH Xem Phụ lục G.

6.3.4 Nút keo dính

(1) Không có quy định nào được cho phép đối với ảnh hưởng của ứng suất trung bình mà không được chứng minh bằng các thí nghiệm.

6.3.5 Miền độ chịu mỗi thấp

(1) Đối với một số chi tiết xây dựng nhất định, cường độ chịu mỗi cao hơn có thể được sử dụng cho hệ số R âm đối với $N < 10^5$ chu kỳ.

CHÚ THÍCH Xem Phụ lục G.

6.3.6 Đếm chu kỳ để tính toán hệ số R

1) Phương pháp để đạt được các ứng suất cực đại, cực tiểu và trung bình cho các chu kỳ riêng lẻ trong một phổ khi sử dụng phương pháp đếm hồ chứa cần được thực hiện như nêu trong Phụ lục A, Hình A.2.

6.4 Ảnh hưởng của điều kiện môi trường tiếp xúc

(1) Đối với một số tổ hợp nhất định của loại hợp kim và điều kiện môi trường tiếp xúc, chỉ số danh mục chi tiết được cung cấp cho một chi tiết xây dựng cần được giảm xuống. Không nên áp dụng dữ liệu cường độ chịu mỗi được đưa ra trong Tiêu chuẩn này trong trường hợp nhiệt độ môi trường lớn hơn $65^{\circ}C$ hoặc lớn hơn $30^{\circ}C$ trong môi trường biển, trừ khi được cung cấp một lớp chống ăn mòn hiệu quả.

CHÚ THÍCH Bảng 6.2 đưa ra các danh mục chi tiết được nêu trong Phụ lục G số danh mục chi tiết, theo đó chúng cần được giảm theo các điều kiện môi trường tiếp xúc và loại hợp kim.

Bảng 6.2 Chỉ số các danh mục chi tiết mà $\Delta\sigma_c$ cần giảm theo điều kiện môi trường tiếp xúc và loại hợp kim

Vật liệu			Điều kiện môi trường tiếp xúc							
Seri hợp kim ¹⁾	Thành phần cơ bản	Cấp bảo vệ (xem TCVN ****-1-1)	Nông thôn	Công nghiệp Đô thị		Biển			Ngập nước	
				Trung bình	Khắc nghiệt	Phi công nghiệp	Trung bình	Khắc nghiệt ²⁾	Nước ngọt	Nước mặn ²⁾
3xxx	AlMn	A	0	0	(P) ¹⁾	0	0	0	0	0
5xxx	AlMg	A	0	0	(P) ¹⁾	0	0	0	0	0
5xxx	AlMgMn	A	0	0	(P) ¹⁾	0	0	0	0	1
6xxx	AlMgSi	B	0	0	(P) ¹⁾	0	0	1	0	2
7xxx	AlZnMg	C	0	0	(P) ¹⁾	0	0	2	1	3

¹⁾ (P) rất phụ thuộc vào điều kiện tiếp xúc. Có thể cần yêu cầu có lớp bảo vệ được thường xuyên bảo trì để tránh nguy cơ môi trường tiếp xúc địa phương có thể gây bất lợi đặc biệt cho việc xuất hiện vết nứt.

²⁾ Giá trị của N_D cần được tăng từ 5×10^6 lên 10^7 chu kỳ.

CHÚ THÍCH Không cần hạ chỉ số đối với các danh mục chi tiết $< 25 N/mm^2$.

6.5 Các kỹ thuật cải thiện

(1) Các phương pháp cải thiện cường độ chịu mỏi của một số chi tiết xây dựng hàn có thể được sử dụng.

CHÚ THÍCH Các kỹ thuật cải thiện thường tốn kém khi áp dụng và mang đến những khó khăn về kiểm soát chất lượng. Không nên dựa vào các kỹ thuật này cho các mục đích thiết kế chung, trừ khi mỗi là đặc biệt quan trọng đối với tính kinh tế chung của kết cấu, trong trường hợp đó cần tìm kiếm lời khuyên từ chuyên gia. Các phương pháp này thường được sử dụng hơn khi khắc phục các thiếu sót của thiết kế hiện có. Xem Phụ lục H.

Phụ lục A (quy định)

Cơ sở để tính toán cường độ chịu tải

A.1 Yêu cầu chung

A.1.1 Ảnh hưởng của tải đến thiết kế

- (1) Các kết cấu chịu tải trọng sử dụng thường xuyên biến động có thể dễ bị hỏng do tải và phải được kiểm tra trạng thái giới hạn đó.
- (2) Mức độ tuân thủ các tiêu chí trạng thái giới hạn cực hạn hoặc giới hạn sử dụng được đưa ra trong TCVN ****-1-1 không được sử dụng làm thước đo nguy cơ phá hoại tải (xem A.1.3).
- (3) Mức độ tải có khả năng chi phối thiết kế cần được thiết lập ở giai đoạn thiết kế cơ sở. Để có đủ độ chính xác trong dự đoán về sự an toàn chống lại phá hoại tải, cần:
 - a) Đưa ra dự đoán chính xác về trình tự đầy đủ của tải trọng sử dụng trong suốt tuổi thọ thiết kế;
 - b) đánh giá một cách đầy đủ và chính xác ứng xử đàn hồi của kết cấu theo tải trọng dự đoán;
 - c) thực hiện thiết kế chi tiết xây dựng, quy định các phương pháp chế tạo và mức độ kiểm soát chất lượng phù hợp. Những vấn đề này có thể có ảnh hưởng lớn đến cường độ chịu tải và có thể cần được kiểm soát chính xác hơn so với các kết cấu được thiết kế cho các trạng thái giới hạn khác. Để biết thông tin về các yêu cầu cho thi công, xem EN 1090-3.

A.1.2 Cơ chế phá hoại

- (1) Cần giả định rằng phá hoại tải thường bắt đầu ở điểm chịu ứng suất cao (do thay đổi hình học đột ngột, ứng suất dư chịu kéo hoặc sự gián đoạn đột ngột có hình dạng giống vết nứt). Các vết nứt do tải sẽ kéo dài dần theo tải trọng của sự thay đổi ứng suất theo chu kỳ. Chúng thường ổn định dưới tải không đổi. Phá hoại xảy ra nếu tiết diện ngang còn lại không đủ để mang tải tác dụng lớn nhất.
- (2) Cần giả định rằng các vết nứt do tải lan truyền ở các góc xấp xỉ vuông theo hướng của miền ứng suất chính lớn nhất. Tốc độ lan truyền tăng theo cấp số mũ. Vì lý do này, sự phát triển vết nứt thường chậm trong giai đoạn đầu và các vết nứt do tải có xu hướng không rõ ràng trong phần lớn tuổi thọ kết cấu. Điều này có thể làm phát sinh các vấn đề về phát hiện hư hỏng trong sử dụng.

A.1.3 Các vị trí vết nứt có thể bắt đầu do tải

- (1) Các vị trí bắt đầu của vết nứt do tải sau đây tương ứng với các chi tiết xây dựng cụ thể cần được xem xét:
 - a) chân và góc (đáy) của mối hàn thâu;
 - b) góc được gia công;
 - c) lỗ bị đục hoặc khoan;

- d) các cạnh bị cắt hoặc xẻ;
- e) các bề mặt dưới áp lực tiếp xúc cao (mài mòn);
- f) chân ren của chốt.

(2) Trong thực tế cũng có thể xảy ra trường hợp các vết nứt do mỏi xuất hiện do các nguyên nhân không xác định. Các mục sau đây cần được xem xét khi có liên quan:

- a) Sự gián đoạn vật liệu hoặc khuyết tật hàn;
- b) Vết khía hoặc vết xước do hư hỏng cơ học;
- c) Vết rỉ ăn mòn.

A.1.4 Các điều kiện đối với sự nhạy với mỏi

(1) Để đánh giá khả năng dễ bị mỏi, cần lưu ý những điều sau:

- a) Tỷ lệ tải trọng động so với tĩnh cao: Các kết cấu di chuyển hoặc nâng, chẳng hạn như phương tiện giao thông đường bộ hoặc đường biển, cầu, v.v ... có nhiều khả năng dễ gặp sự cố mỏi hơn so với các kết cấu cố định, trừ khi các công trình này chủ yếu chịu tải trọng di chuyển, giống như trong trường hợp của cầu;
- b) các tải tác dụng một cách thường xuyên: Việc này dẫn đến một số lượng lớn các chu kỳ trong vòng đời thiết kế. Các kết cấu thanh mảnh hoặc các cấu kiện có tần số cơ bản thấp đặc biệt dễ bị cộng hưởng và do đó khuếch đại ứng suất động, ngay cả khi ứng suất thiết kế tĩnh là thấp. Các kết cấu chủ yếu chịu tải dạng chất lưu như gió và các kết cấu đỡ máy móc cần được kiểm tra kỹ đối với các hiệu ứng cộng hưởng;
- c) sử dụng mối hàn: Một số chi tiết hàn hay được sử dụng có cường độ chịu mỏi thấp. Điều này không chỉ áp dụng cho các nút giữa các cấu kiện, mà còn cho bất kỳ phần nào được gắn với cấu kiện chịu tải, cho dù liên kết này có được coi là "kết cấu" hay không;
- d) độ phức tạp của chi tiết nút: Các nút phức tạp thường dẫn đến tập trung ứng suất cao do sự thay đổi cục bộ về độ cứng của đường truyền tải. Mặc dù việc này thường có thể ít ảnh hưởng đến khả năng chịu lực tĩnh cực hạn của nút, chúng có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến khả năng kháng mỏi. Nếu mỏi chiếm ưu thế, hình dạng tiết diện ngang của cấu kiện cần được chọn để đảm bảo độ trơn tru và đơn giản của thiết kế nút, để có thể tính toán các ứng suất và có thể áp dụng các tiêu chuẩn về chế tạo và kiểm tra phù hợp;
- e) trong các điều kiện tiếp xúc với nhiệt và hóa chất nhất định, cường độ chịu mỏi có thể giảm nếu bề mặt kim loại không được bảo vệ.

A.2 Thiết kế tuổi thọ an toàn

A.2.1 Điều kiện tiên quyết để thiết kế tuổi thọ an toàn

- (1) Khi dự đoán về lịch sử sử dụng của kết cấu, cần có sẵn thông tin về trình tự và tần suất của tải trọng. Hoặc bằng cách khác, cần có sẵn thông tin về lịch sử ứng suất cho ứng xử ứng suất tại tất cả các vị trí vết nứt có thể bắt đầu.

- (2) Cần có sẵn thông tin về các đường cong cường độ chịu mỗi đối với các đặc trưng cường độ chịu mỗi tại tất cả các vị trí vết nứt có thể bắt đầu.
- (3) Tất cả các vị trí vết nứt có thể bắt đầu do mỗi tại nơi có dao động ứng suất cao và/hoặc tập trung ứng suất nguy hiểm cần được kiểm tra.
- (4) Các tiêu chuẩn chất lượng được sử dụng trong sản xuất các bộ phận có chứa các vị trí vết nứt có thể bắt đầu cần phù hợp với chi tiết xây dựng được sử dụng.
- (5) Quy trình cơ bản như sau (xem Hình A.1):
- a) xác định dự đoán giới hạn trên của trình tự tải trọng sử dụng cho tuổi thọ thiết kế của kết cấu (xem 2.3);
 - b) dự đoán kết quả lịch sử ứng suất tại vị trí vết nứt có thể bắt đầu mà đang được kiểm tra (xem A.2.3);
 - c) khi sử dụng ứng suất danh định, điều chỉnh lịch sử ứng suất trong bất kỳ khu vực nào có tập trung ứng suất hình học mà chưa được kể đến trong danh mục chi tiết, bằng cách áp dụng một hệ số tập trung ứng suất thích hợp (xem 5.3.2);
 - d) giảm lịch sử ứng suất xuống thành một số chu kỳ tương đương (n_i) của các miền ứng suất khác nhau $\Delta\sigma_i$ bằng cách sử dụng một kỹ thuật đếm chu kỳ (xem A.2.3);
 - e) phân loại các chu kỳ theo thứ tự giảm dần của miền $\Delta\sigma_i$ để tạo thành phổ miền ứng suất, trong đó $i = 1, 2, 3$ v.v. cho dải thứ nhất, thứ hai, thứ ba trong phổ (xem A.2.3);
 - f) xếp loại chi tiết xây dựng theo một bộ các danh mục chi tiết nhất định. Đối với danh mục chi tiết phù hợp và quan hệ $\Delta\sigma - N$ tương ứng, xác định độ chịu mỗi cho phép (N_i) cho miền ứng suất thiết kế ($\Delta\sigma_i$);
 - g) tính giá trị hư hỏng tổng $D_{L,d}$ gây ra bởi tất cả các chu kỳ dựa trên tích lũy hư hỏng tuyến tính trong đó

$$D_{L,d} = \sum \frac{n_i}{N_i} \quad (A.1)$$

- h) tính toán tuổi thọ an toàn T_s , trong đó

$$T_s = \frac{T_L}{D_{L,d}} \quad (A.2)$$

trong đó tuổi thọ thiết kế T_L có cùng đơn vị với T_s ,

- i) thực hiện một hoặc nhiều các bước sau nếu T_s nhỏ hơn T_L :
 - thiết kế lại kết cấu hoặc cấu kiện để giảm mức độ ứng suất;
 - thay đổi chi tiết xây dựng thành loại có danh mục cao hơn;
 - sử dụng phương pháp thiết kế khả năng chịu hư hỏng nếu thích hợp (xem A.3).

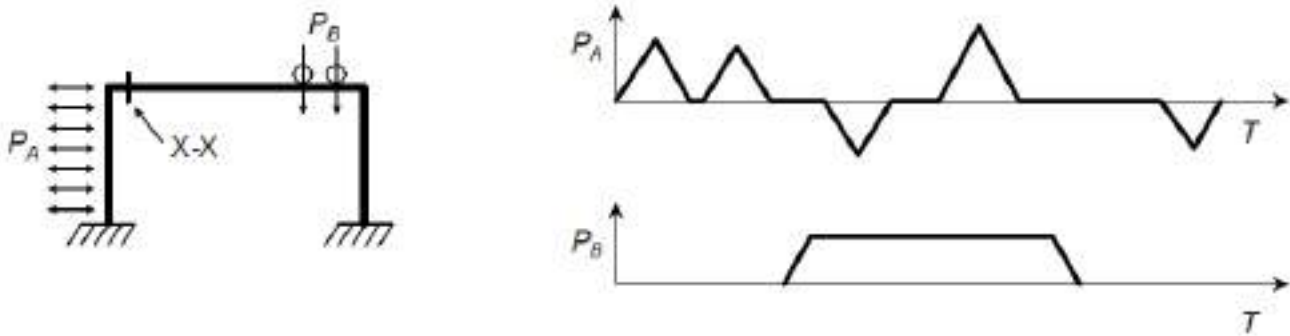
A.2.2 Đếm chu kỳ

(1) Đếm chu kỳ là một quy trình để chia nhỏ một lịch sử ứng suất phức tạp thành một phổ chu kỳ thuận tiện theo miền ứng suất $\Delta\sigma$, số chu kỳ n và hệ số R nếu cần.

(2) Đối với các lịch sử ứng suất ngắn trong đó các sự kiện tác động đơn giản được lặp lại nhiều lần, nên sử dụng phương pháp Reservoir (hồ chứa). Phương pháp này rất dễ hình dung và sử dụng đơn giản (xem Hình A.2). Trong trường hợp phải sử dụng các lịch sử ứng suất dài, chẳng hạn như lịch sử thu được từ việc đo biến dạng trong các kết cấu thực (xem Phụ lục C), nên sử dụng phương pháp Rain-Flow (dòng chảy). Cả hai phương pháp đều phù hợp cho tính toán bằng máy tính.

A.2.3 Xác định phổ ứng suất

(1) Việc liệt kê các chu kỳ theo thứ tự giảm dần của miền ứng suất $\Delta\sigma$ sẽ giúp thu được phổ ứng suất. Để dễ tính toán, có thể cần đơn giản hóa một phổ phức tạp thành ít dải hơn. Một phương pháp thiên về an toàn là nhóm các dải lại với nhau thành các nhóm lớn hơn có cùng tổng số chu kỳ, nhưng có miền ứng suất bằng với dải cao nhất trong nhóm. Một cách chính xác hơn, tính toán giá trị trung bình có trọng số của tất cả các dải trong một nhóm bằng cách sử dụng lũy thừa m , trong đó m là độ dốc âm của đường cong $\Delta\sigma - N$ có khả năng lớn nhất được sử dụng (xem Hình A.3). Việc sử dụng một giá trị trung bình số học sẽ luôn không thiên về an toàn.

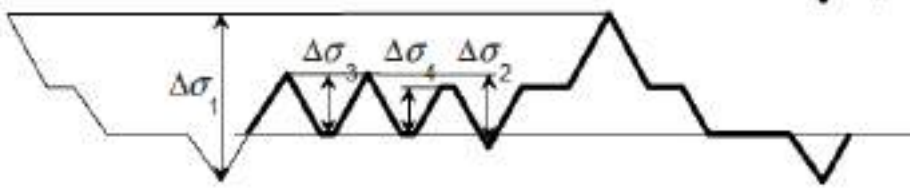


a) Hệ kết cấu, chi tiết xây dựng X-X và tải trọng
 b) Chu kỳ tải điển hình (lặp lại n lần trong thiết kế). T = thời gian

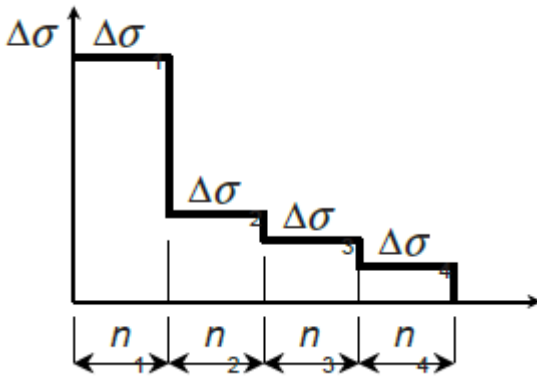


c) Lịch sử ứng suất ở chi tiết X-X

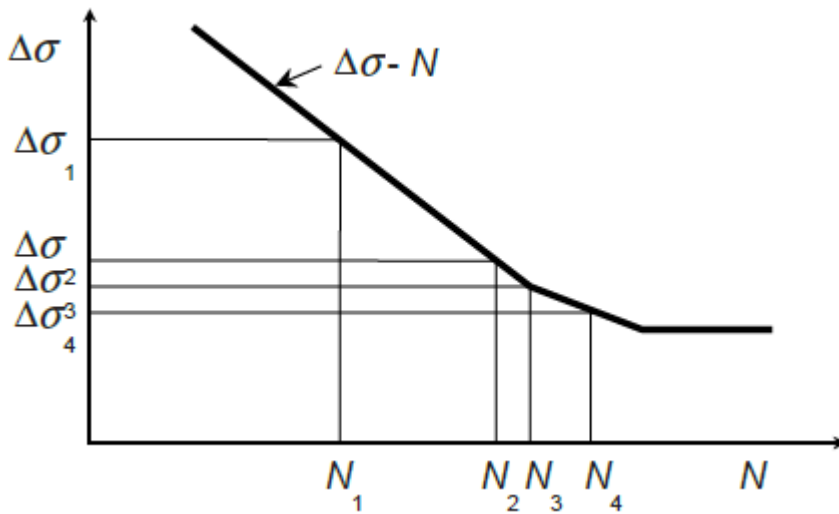
Hình A.1 - Quy trình đánh giá mỏi



d) Đếm chu kỳ, phương pháp hồ chứa



e) Phổ miền ứng suất

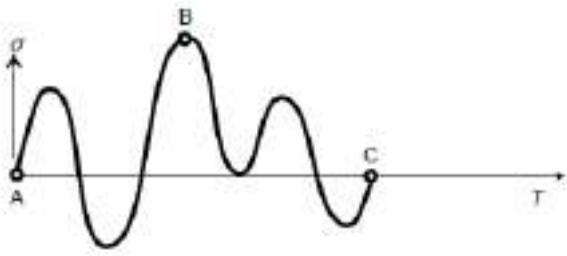


f) N_i = chu kỳ đến phá hoại ở mức miền ứng suất $\Delta\sigma_i$

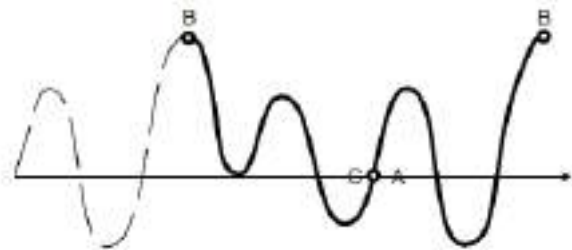
đường thiết kế $\log \Delta\sigma - \log N$ cho chi tiết xây dựng X-X

g) Phép tổng hư hỏng, luật Palmgren-Miner $\sum \left(\frac{n_i}{N_i} \right) = \frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \dots + \frac{n_n}{N_n} = D$

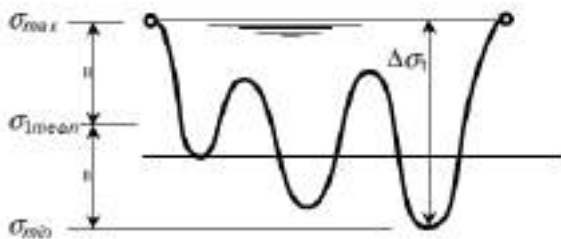
Hình A.1 - Quy trình đánh giá mỏi (tiếp)



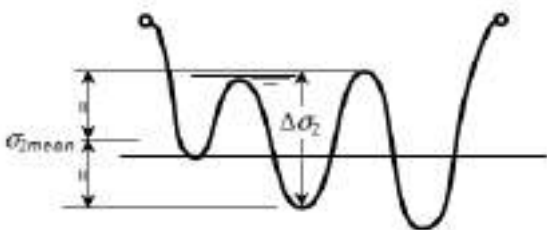
Bước 1. Xác định lịch sử ứng suất cho sự kiện tải trọng. Xác định đỉnh B



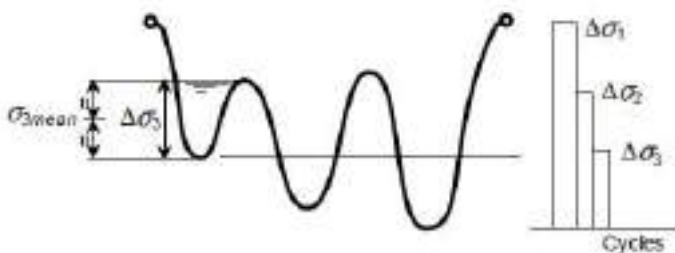
Bước 2. Di chuyển lịch sử ứng suất ở bên trái của đỉnh B sang phải



Bước 3. Đổ đầy "hồ chứa" bằng "nước". Độ sâu lớn nhất là chu kỳ chính

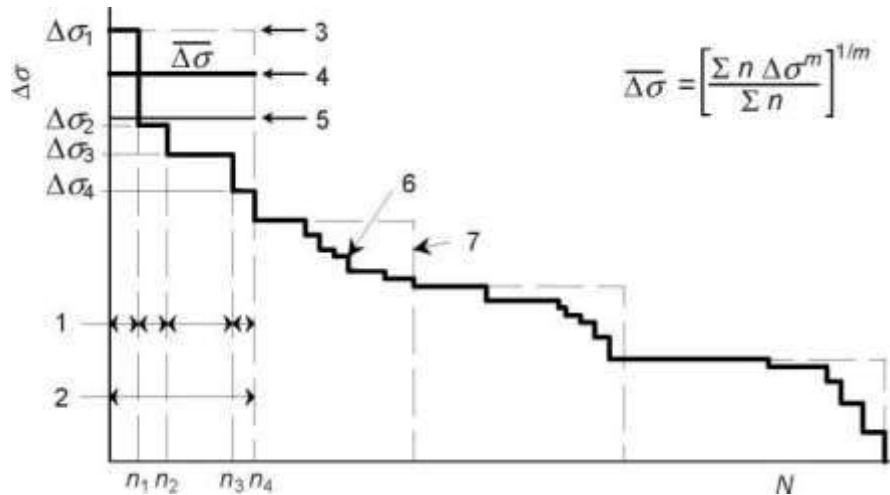


Bước 4. Xả nước ở độ sâu lớn nhất. Tìm độ sâu tối đa mới. Đây là chu kỳ lớn thứ hai



Từ Bước 5 trở đi. Lặp lại cho đến khi hết "nước". Tổng của tất cả các chu kỳ là phổ ứng suất cho lịch sử trên

Hình A.2 - Phương pháp đếm chu kỳ hồ chứa



1 – các dải gốc; 2 - dải đơn giản hóa; $\Delta\sigma$ miền ứng suất; N tần số tích lũy (bất kỳ số chu kỳ); 3 - đỉnh (thiên về an toàn); 4 - trung bình có trọng số (chính xác nhất); 5 - trung bình số học (không thiên về an toàn); 6 - phổ ghi được; 7 - phổ đơn giản cho thiết kế

Hình A.3 - Phổ miền ứng suất đơn giản hóa

A.3 Thiết kế khả năng chịu hư hỏng

A.3.1 Điều kiện tiên quyết cho thiết kế khả năng chịu hư hỏng

- 1) Thiết kế khả năng chịu hư hỏng chỉ nên được sử dụng khi áp dụng các điều kiện sau:
 - a) các vị trí bắt đầu của vết nứt do mỏi cần ở trên hoặc gần bề mặt có thể dễ dàng tiếp cận trong sử dụng;
 - b) các phương pháp kiểm tra thực tế cần có sẵn, có khả năng phát hiện các vết nứt và đo mức độ của chúng trước khi chúng đạt đến kích thước nguy hiểm gây phá hoại. Xem 1.7.3;
 - c) cần áp dụng quy trình trong A.3.2 để xác định tần suất kiểm tra tối thiểu và kích thước vết nứt tối đa cho phép trước khi cần thiết phải sửa chữa;

CHÚ THÍCH: Một phương pháp xác định tần suất kiểm tra thay thế được đưa ra trong L.2 và L.3 để sử dụng khi áp dụng dữ liệu sức kháng của Phụ lục J.

- d) hướng dẫn bảo trì cần chỉ định thông tin được liệt kê trong 1.7.3 cho từng vị trí vết nứt có thể bắt đầu.

A.3.2 Xác định kế hoạch kiểm tra đối với thiết kế khả năng chịu hư hỏng

- (1) Tại mỗi vị trí có nguy cơ xuất hiện vết nứt nếu tuổi thọ an toàn T_s tính theo công thức (A.2) nhỏ hơn tuổi thọ thiết kế T_L , cần tính khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra T_i
- (2) Hướng dẫn bảo trì cần xác định rằng lần kiểm tra đầu tiên của mỗi vị trí vết nứt có thể bắt đầu cần được thực hiện trước khi hết tuổi thọ an toàn (T_s).

(3) Hướng dẫn bảo trì cần chỉ định rằng các lần kiểm tra tiếp theo sẽ diễn ra định kỳ theo chu kỳ T_i trong đó

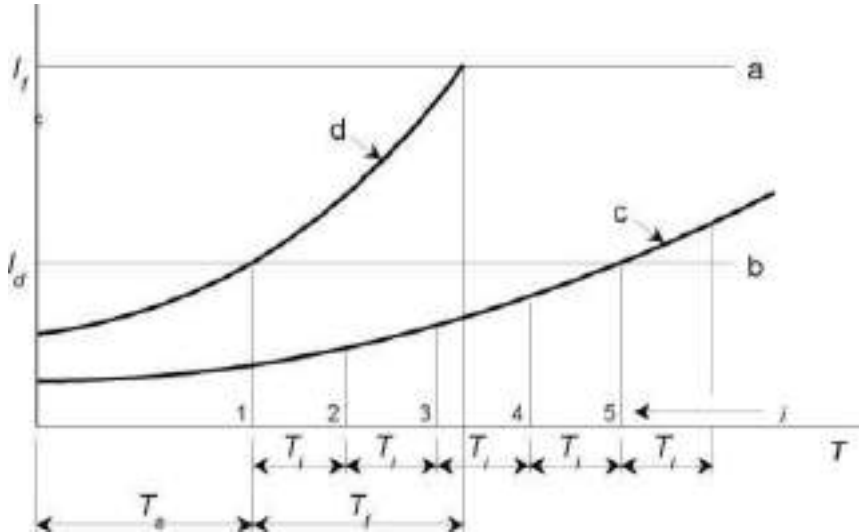
$$T_i \leq 0,5T_f \tag{A.3}$$

Trong đó T_f là thời gian tính toán cho một vết nứt, bắt đầu xuất hiện tại vị trí được đánh giá, để phát triển từ một chiều dài bề mặt có thể phát hiện l_d đến chiều dài tới hạn phá hoại l_f (xem Hình A.4).

CHÚ THÍCH Chiều dài tiếp xúc môi trường tối thiểu giả định của vết nứt bề mặt cần kể đến khả năng tiếp cận, vị trí, tình trạng bề mặt có thể xảy ra và phương pháp kiểm tra. Trừ khi thí nghiệm cụ thể được thực hiện để chứng minh rằng có thể phát hiện các độ dài ngắn hơn với xác suất vượt quá 90%, giá trị giả định của l_d không được nhỏ hơn giá trị khuyến nghị trong Bảng A.1 khi chiều dài toàn bộ vết nứt có thể được tiếp cận để kiểm tra.

(4) Trong trường hợp bất kỳ phần kết cấu hoặc phi kết cấu cố định nào khác ngăn chặn sự tiếp cận hoàn toàn tới vết nứt, độ dài của vết nứt bị che khuất cần được thêm vào giá trị phù hợp trong Bảng A.1 để xác định giá trị l_d cho tính toán.

(5) Khi sử dụng kết cấu xây dựng có chiều dày lớn và vị trí bắt đầu của vết nứt là bề mặt không thể tiếp cận, (ví dụ: góc (đáy) của mối hàn đối đầu một mặt trong cấu kiện hình ống), có thể cần lập kế hoạch kiểm tra sử dụng thí nghiệm siêu âm để phát hiện và đo các vết nứt trước khi chúng chạm tới bề mặt có thể tiếp cận. Một quy trình như vậy không nên được tiến hành mà không có thí nghiệm và đánh giá trước.



a - chiều dài tới hạn gây phá hoại; b - chiều dài tối thiểu giả định có thể phát hiện; c - đường cong phát triển thực tế; d - đường cong phát triển nhanh nhất giả định, xem Phụ lục B cho giới hạn trên; i - số lần kiểm tra; T_i - khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra, T_s - khoảng thời gian đến lúc vết nứt có thể phát hiện; T_f - khoảng thời gian cho sự phát triển vết nứt từ chiều dài vết nứt có thể phát hiện đến chiều dài vết nứt tới hạn

Hình A.4 - Kế hoạch kiểm tra thiết kế khả năng chịu hư hỏng

Bảng A.4. Giá trị an toàn khuyến nghị của chiều dài vết nứt bề mặt có thể phát hiện l_d tính bằng mm.

Phương pháp kiểm tra	Vị trí vết nứt		
	Bề mặt nhẵn mịn	Bề mặt nhám, mặt mối hàn	Góc nhọn, chân mối hàn
Trực quan, với sự trợ giúp của thiết bị phóng đại	20	30	50
Thí nghiệm thăm thấu chất lỏng	5	10	15
Chú thích Các giá trị ở trên giả thiết khả năng tiếp cận gần, ánh sáng tốt và loại bỏ các lớp phủ bề mặt			

(6) Giá trị của l_f cần đảm bảo tiết diện thực (có kể đến hình dạng có thể xảy ra của vết nứt có dạng xuyên qua chiều dày) có thể chịu được lực kéo tĩnh tối đa dưới tải trọng được nhân hệ số, được tính theo TCVN ****-1-1, mà không gây ra sự lan truyền không ổn định của vết nứt.

(7) T_f cần được dự đoán bằng phương pháp tính toán và/hoặc bằng thí nghiệm như sau, với giả thiết tải trọng được nhân hệ số (xem 2.4):

a) Phương pháp tính toán cần dựa trên các nguyên tắc cơ học phá hủy (xem Phụ lục B). Cần sử dụng giới hạn trên của quan hệ phát triển nứt, được định nghĩa là giá trị trung bình cộng với hai lần độ lệch chuẩn. Hoặc bằng cách khác, dữ liệu phát triển nứt cụ thể có thể được lấy từ các mẫu thí nghiệm tiêu chuẩn sử dụng cùng vật liệu như ở đường lan truyền vết nứt. Trong trường hợp đó, tốc độ phát triển nứt cần được nhân với hệ số thí nghiệm độ mỗi F (xem Bảng C.1);

b) khi sự phát triển nứt thu được từ các thí nghiệm kết cấu hoặc bộ phận nhằm mô phỏng đúng các vật liệu sử dụng, thông số hình học và phương pháp sản xuất, cần áp dụng mô hình lực tác dụng tương ứng cho mẫu thử (xem Phụ lục C);

c) tốc độ phát triển nứt được ghi lại giữa các độ dài vết nứt l_d và l_f cần được xác định bằng hệ số thí nghiệm độ mỗi F (xem Bảng C.1).

(8) Hướng dẫn bảo trì cần chỉ định các biện pháp cần thực hiện trong trường hợp phát hiện ra vết nứt do mỗi trong quá trình kiểm tra bảo dưỡng thường xuyên, như sau:

a) Nếu chiều dài vết nứt đo được nhỏ hơn l_d thì không cần thực hiện biện pháp khắc phục;

b) nếu chiều dài vết nứt đo được bằng hoặc vượt quá l_d , cấu kiện cần được đánh giá dựa trên cơ sở “sự phù hợp với mục đích” để xác định thời gian kết cấu còn có thể được phép hoạt động một cách an toàn mà không cần sửa chữa hoặc thay thế. Trong trường hợp được tiếp tục xem xét hoạt động, cần xem xét việc tăng tần suất kiểm tra tại vị trí nghi ngờ;

c) nếu chiều dài vết nứt đo được vượt quá l_f , cần dừng việc sử dụng kết cấu ngay lập tức.

(9) Sử dụng hướng dẫn bổ sung được đưa ra trong Phụ lục L khi áp dụng dữ liệu sức kháng của Phụ lục J.

Phụ lục B
(tham khảo)

Hướng dẫn đánh giá sự phát triển vết nứt bằng cơ học phá hủy

B.1 Phạm vi

(1) Mục tiêu của phụ lục này là cung cấp thông tin về việc sử dụng lý thuyết cơ học phá hủy để đánh giá sự phát triển của vết nứt do mỏi từ sự gián đoạn trong mặt phẳng một cách đột ngột. Mục đích sử dụng chính là trong đánh giá về:

- Các khuyết tật đã biết (bao gồm các vết nứt do mỏi được tìm thấy trong khi sử dụng);
- các khuyết tật giả định (bao gồm việc xem xét nút ban đầu hoặc các giới hạn của việc phát hiện hư hỏng bởi thí nghiệm không phá hủy);
- dung sai cho khuyết tật (bao gồm cả sự phù hợp cho mục đích đánh giá của các khuyết tật do chế tạo cho các yêu cầu sử dụng đặc biệt).

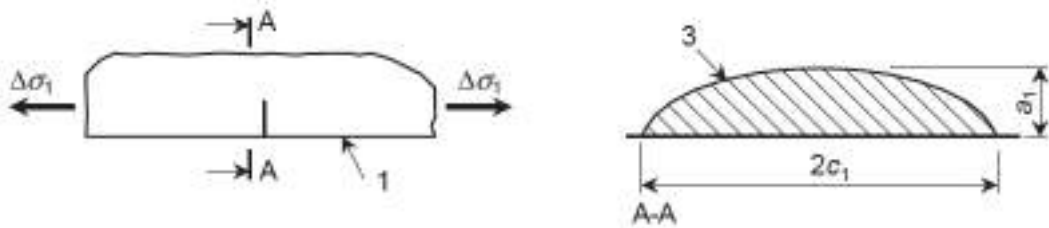
(2) Phương pháp này đề cập đến sự phát triển nứt do mỏi vuông góc với hướng ứng suất kéo chính (Dạng 1).

B.2 Các nguyên tắc

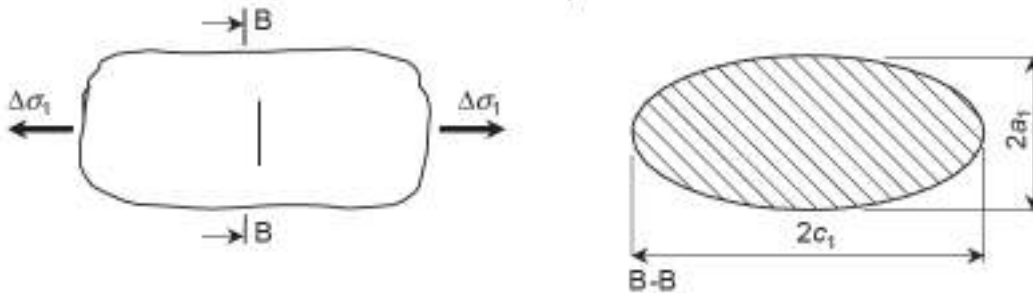
B.2.1 Kích thước khuyết tật

(1) Sự lan truyền mỏi được cho là bắt đầu từ một khuyết tật có sẵn ở trong mặt phẳng với đầu nhọn của vết nứt và có hướng vuông góc với hướng của miền ứng suất kéo chính $\Delta\sigma$ tại điểm đó.

(2) Kích thước của các khuyết tật có sẵn được thể hiện trong Hình B.1 phụ thuộc vào việc chúng là vết đứt ở bề mặt hay ngập hoàn toàn trong vật liệu.



- a) Khuyết tật đứt ở bề mặt
 b) 1 - bề mặt tự do; 2 – khuyết tật



- b) Khuyết tật ngập trong vật liệu

Hình B.1 – Khuyết tật có sẵn trong mặt phẳng

B.2.2 Quan hệ phát triển nứt

(1) Dưới tác động của miền ứng suất theo chu kỳ $\Delta\sigma$, đầu vết nứt sẽ di chuyển vào trong vật liệu theo luật lan truyền vết nứt. Theo hướng 'a', tốc độ lan truyền được đưa ra bởi:

$$\frac{da}{dN} = A(\Delta\sigma a^{0.5} y)^m \tag{B.1}$$

trong đó:

- A là hằng số vật liệu về tốc độ phát triển nứt do mỏi (FCGR)
- m là tốc độ phát triển nứt theo hàm số mũ
- y là hệ số hình học của vết nứt phụ thuộc vào hình dạng vết nứt, hướng và kích thước biên bề mặt.

CHÚ THÍCH Đơn vị cho các hệ số cường độ ứng suất ΔK là $Nmm^{-2} m^{0.5} [MPa m^{0.5}]$ và đối với tốc độ phát triển nứt da / dN là [m/chu kỳ]. Dữ liệu trong B.3 chỉ có giá trị cho các đơn vị này.

(2) Có thể được viết lại dưới dạng sau

$$\frac{da}{dN} = A\Delta K^m \tag{B.2}$$

Trong đó ΔK là miền cường độ ứng suất và bằng $\Delta\sigma a^{0.5} y$.

(3) Sau sự tác dụng của N chu kỳ của miền ứng suất $\Delta\sigma$, vết nứt sẽ phát triển từ kích thước a_1 sang a_2 theo tích phân sau:

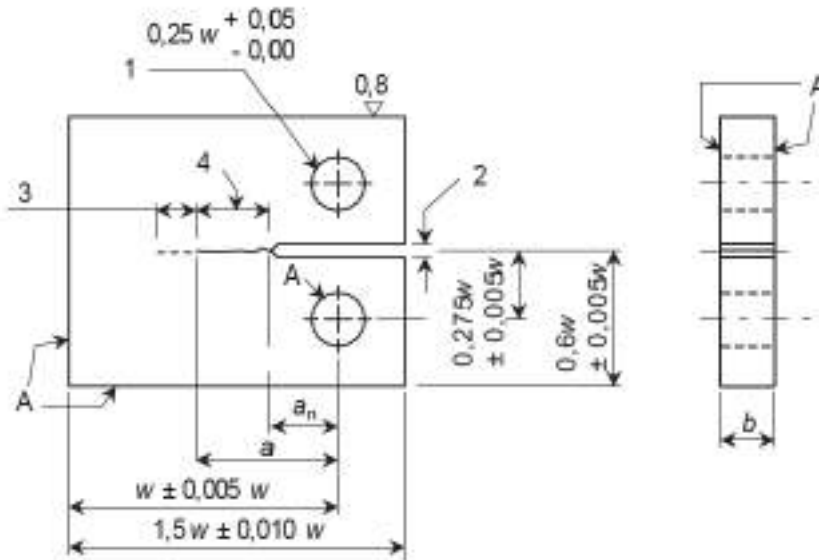
$$N = \int_{a_1}^{a_2} \frac{da}{A\Delta K^m} \tag{B.3}$$

(4) Đối với trường hợp chung của A , ΔK và m phụ thuộc vào a .

B.3 Dữ liệu phát triển vết nứt A và m

(1) A và m thu được từ các phép đo sự phát triển nứt trên các mẫu thử tiêu chuẩn có rãnh khía được định hướng theo hướng LT, TL hoặc ST (ví dụ, xem Hình B.2) bằng các phương pháp thí nghiệm tiêu chuẩn hóa. Thiết kế của mẫu thử cần đảm bảo có sẵn một giải pháp xác định chính xác hệ số cường độ ứng suất (K) (là quan hệ giữa tác động và kích thước vết nứt 'a').

CHÚ THÍCH Để biết thêm thông tin về các phương pháp thí nghiệm tiêu chuẩn hóa, xem Tài liệu tham khảo B.1.



1 - đường kính lỗ; 2 - khoảng cách mở của khe; 3 - độ gia tăng; 4 - vế nứt trước mỗi

Chiều dày khuyến nghị $w / 20 \leq b \leq w / 4$

Hình B.2 - Mẫu điển hình cho việc xác định phát triển vết nứt (ví dụ từ tài liệu tham khảo B.3)

(2) Các thí nghiệm của mẫu thử được thực hiện dưới tác động tuần hoàn do máy tính kiểm soát ở tỷ lệ cường độ ứng suất tác dụng không đổi $R = K_{min} / K_{max}$, với các điều kiện thí nghiệm là R không đổi hoặc K_{max} không đổi và đo chính xác sự phát triển của vết nứt từ rãnh khía.

CHÚ THÍCH Để biết thêm thông tin về các điều kiện thí nghiệm, xem Tài liệu tham khảo B.2.

(3) Nếu các giá trị của chiều dài vết nứt thu được là rời rạc, một đường cong mịn sẽ được làm khớp với dữ liệu bằng phương pháp được chỉ định trong tiêu chuẩn thí nghiệm. Tốc độ phát triển nứt,

da / dN , tại một chiều dài vết nứt nhất định sau đó được tính bằng độ dốc của đường cong tại giá trị đó.

(4) Giá trị tương ứng của miền hệ số cường độ ứng suất ΔK thu được bằng cách sử dụng phương pháp K thích hợp cho mẫu thử kết hợp với phạm vi của tác động. Các kết quả da / dN so với ΔK được vẽ bằng cách sử dụng thang logarit.

(5) Cho mục đích sử dụng chung, các đường cong phát triển nứt có thể được yêu cầu cho các giá trị R khác nhau. Hình B.3 trình bày một bộ đường cong điển hình da / dN so với ΔK cho hợp kim nhôm đúc EN AW-6005A T6. Trong Hình B.3(a) điều kiện thí nghiệm là tỷ lệ cường độ ứng suất không đổi K_{min} / K_{max} và trong Hình B.3(b) kết quả của thí nghiệm ở hằng số $K_{max} = 10 \text{ Nmm}^{-2} \text{ m}^{0,5}$ được kết hợp với các nhánh thiên về an toàn của các đường cong từ Hình B.3(a). Sự kết hợp giữa kết quả của dữ liệu R không đổi và dữ liệu K không đổi là một phép xấp xỉ kỹ thuật thiên về an toàn và có thể được sử dụng để dự đoán tuổi thọ mỏi trong trường hợp ứng suất dư chịu kéo lớn hoặc đánh giá vết nứt ngắn do mỏi. Các giá trị của m và A trong Hình B.3 được đưa ra trong Bảng B.1(a) và (b).

(6) Trong hình B.4(a) hằng số R -FCGR của hợp kim nhôm rèn dập với $R=0,1$ được vẽ và trong hình B.4(b), dữ liệu tương ứng cho hằng số $R=0,8$ được thể hiện. Hình B.5 cho thấy tập hợp các đường cong R -FCGR không đổi của ba hợp kim đúc trọng lực tại $R=0,1$ và $R=0,8$. Hình B.6 biểu thị dữ liệu kết hợp của hằng số R và hằng số K_{max} - các thí nghiệm về hợp kim nhôm rèn dập cho $R=0,1$ và $R=0,8$. Các giá trị của m và A của các đường bao FCGR giới hạn trên được hiển thị trong Hình B.4 đến B.6 được đưa ra tương ứng trong Bảng B.2 đến B.4.

CHÚ THÍCH Để biết thêm dữ liệu da / dN so với ΔK , xem Tài liệu tham khảo B.3 và B.4.

(7) Các điều kiện tiếp xúc môi trường ăn mòn có thể ảnh hưởng đến A và m . Dữ liệu thí nghiệm thu được trong các điều kiện độ ẩm môi trường thông thường là đủ để đáp ứng hầu hết các điều kiện khí quyển bình thường.

B.4 Hàm hình học y

(1) Hàm hình học y phụ thuộc vào dạng hình học của vết nứt (hình dạng và kích thước), các kích thước biên của bề mặt vật liệu xung quanh và hình thái ứng suất trong khu vực của đường nứt.

(2) Thông tin này có thể được lấy từ các phân tích phần tử hữu hạn của chi tiết xây dựng bằng cách sử dụng các phần tử mép đầu vết nứt. Cường độ ứng suất cho các độ dài vết nứt khác nhau được tính bằng quy trình tích phân J . Hoặc bằng cách khác, nó có thể được tính từ trường chuyển vị hoặc trường ứng suất xung quanh mép đầu vết nứt, hoặc tổng năng lượng biến dạng đàn hồi.

(3) Các phương pháp được công bố cho các dạng hình học hay được sử dụng (vật liệu trơn và nứt hàn) là một nguồn thay thế của các giá trị y . Dữ liệu tiêu chuẩn thường được đưa ra dưới dạng Y với $Y = y\pi^{-0,5}$. Một ví dụ điển hình cho vết nứt xuyên tới bề mặt trong tấm phẳng được hiển thị trong Hình B.7(a). Nếu vết nứt nằm ở chân mối hàn trên bề mặt tấm thì có thể điều chỉnh thêm cho hiệu ứng tập trung ứng suất cục bộ bằng cách sử dụng hệ số khuếch đại M_K (xem Hình B.7(b)).

CHÚ THÍCH Để biết thêm thông tin về các phương pháp y được công bố, xem Tài liệu tham khảo B.1 và B.5.

(4) Tích của Y cho tấm phẳng và M_K cho chân mối hàn đưa ra sự thay đổi của y khi vết nứt phát triển xuyên qua chiều dày của vật liệu (xem Hình B.7(c)).

B.5 Tích phân của phát triển nứt

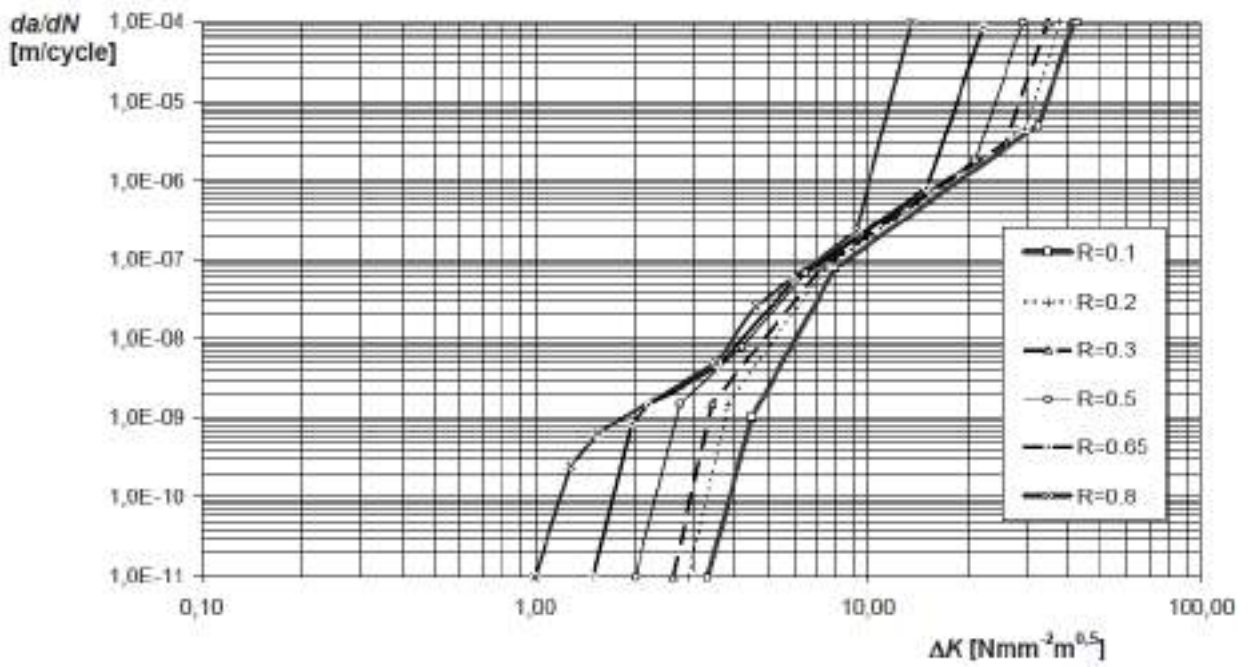
(1) Đối với trường hợp chung của một lịch sử ứng suất biên độ thay đổi, cần xác định một phổ ứng suất (xem 2.2.1). Trong thực tế, phổ hoàn chỉnh cần được áp dụng trong ít nhất 10 chuỗi giống hệt nhau với cùng miền ứng suất và hệ số R , nhưng với một phần mười số chu kỳ. Khối với miền ứng suất lớn nhất cần được áp dụng đầu tiên trong mỗi chuỗi (xem Hình A.3). Số gia phát triển nứt được tính bằng cách sử dụng đa giác phát triển nứt cho hệ số R thích hợp, cho mỗi khối với chu kỳ ứng suất biên độ không đổi.

(2) Trong vùng của mối hàn, trừ khi biết trước dạng ứng suất dư, cần sử dụng một hệ số R cao ($R=0,8$) hoặc một đường cong phát triển nứt với K_{max} không đổi.

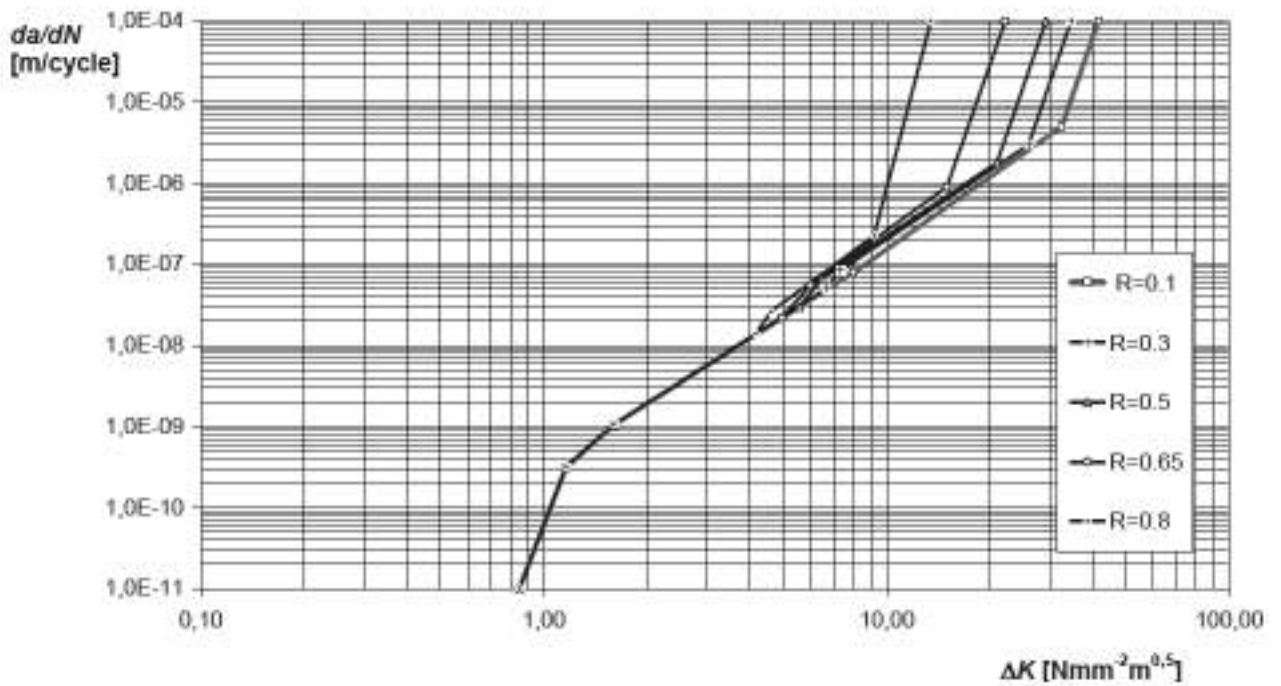
(3) Độ dài vết nứt 'a' được tích phân trên cơ sở này cho đến khi đạt được kích thước vết nứt tối đa a_2 và các số sẽ được tính toán.

B.6 Đánh giá kích thước vết nứt tối đa a_2

(1) Việc này thường sẽ được xác định trên cơ sở xé dẻo tiết diện thực dưới tác động kéo tối đa với hệ số riêng thích hợp, xem TCVN ****-1-1.



a) $R = K_{min} / K_{max} = constant$



b) $K_{max} = 10 \text{ Nmm}^{-2} \text{ m}^{0.5}$

Hình B.3 - Đường cong phát triển nứt do mỏi điển hình cho hợp kim nhôm EN AW-6005A T6
LT

Bảng B.1 (a) Dữ liệu tốc độ phát triển nứt do mỏi của EN AW-6005A T6 LT,

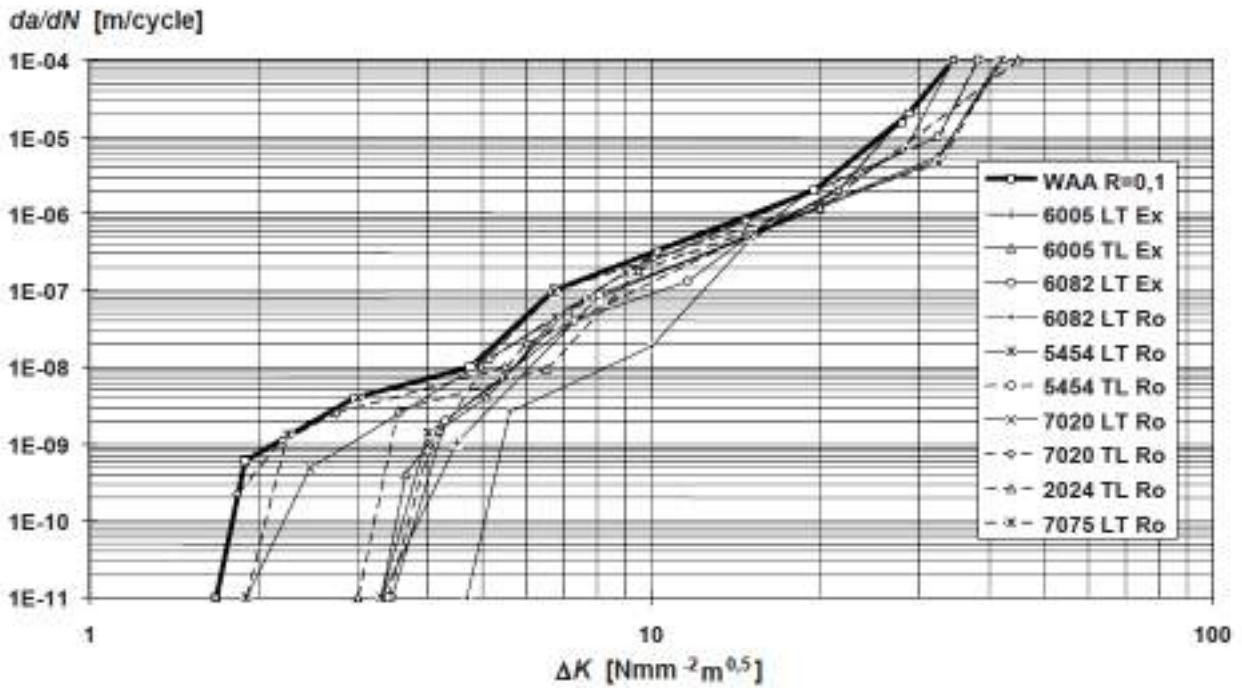
$$R = K_{min} / K_{max} = constant$$

Hệ số R	Cường độ ứng suất ΔK [$Nmm^{-2}m^{0,5}$]	m	A	Hệ số R	Cường độ ứng suất ΔK [$Nmm^{-2}m^{0,5}$]	m	A
0,100	3,30	15,00	1,65789E-19	0,500	2,00	16,29	1,24322E-16
	4,50	7,52	1,29310E-14		2,72	3,85	3,17444E-11
	8,00	2,96	1,67380E-10		4,20	4,87	7,41477E-12
	32,4	12,0	4,10031E-24		6,50	2,81	3,50674E-10
	41,61	12,0	4,10031E-24		21,00	12,23	1,21158E-22
	60,00	12,0	4,10031E-24		29,17	12,23	1,21158E-22
0,200	2,90	18,53	2,67965E-20	0,650	1,50	16,93	1,04285E-14
	3,80	5,87	5,94979E-13		1,95	4,43	4,41861E-11
	7,50	2,93	2,22754E-10		2,20	2,39	2,20681E-10
	29,60	12,43	2,25338E-24		3,55	4,77	1,06838E-11
	37,98	12,43	2,25338E-24		6,00	3,05	2,32639E-10
	55,00	12,43	2,25338E-24		15,00	12,00	6,08450E-21
0,300	2,60	18,67	1,77471E-19	0,800	1,00	13,03	9,99999E-12
	3,40	5,24	2,47080E-12		1,28	4,99	7,28970E-11
	7,35	2,82	3,06087E-10		1,55	2,50	2,16851E-11
	26,00	12,40	8,41151E-24		3,50	6,03	2,61124E-12
	34,49	12,40	8,41151E-24		4,60	3,12	2,22506E-10
	50,00	12,40	8,41151E-24		9,20	15,93	9,83032E-23
				13,48	15,93	9,83032E-23	

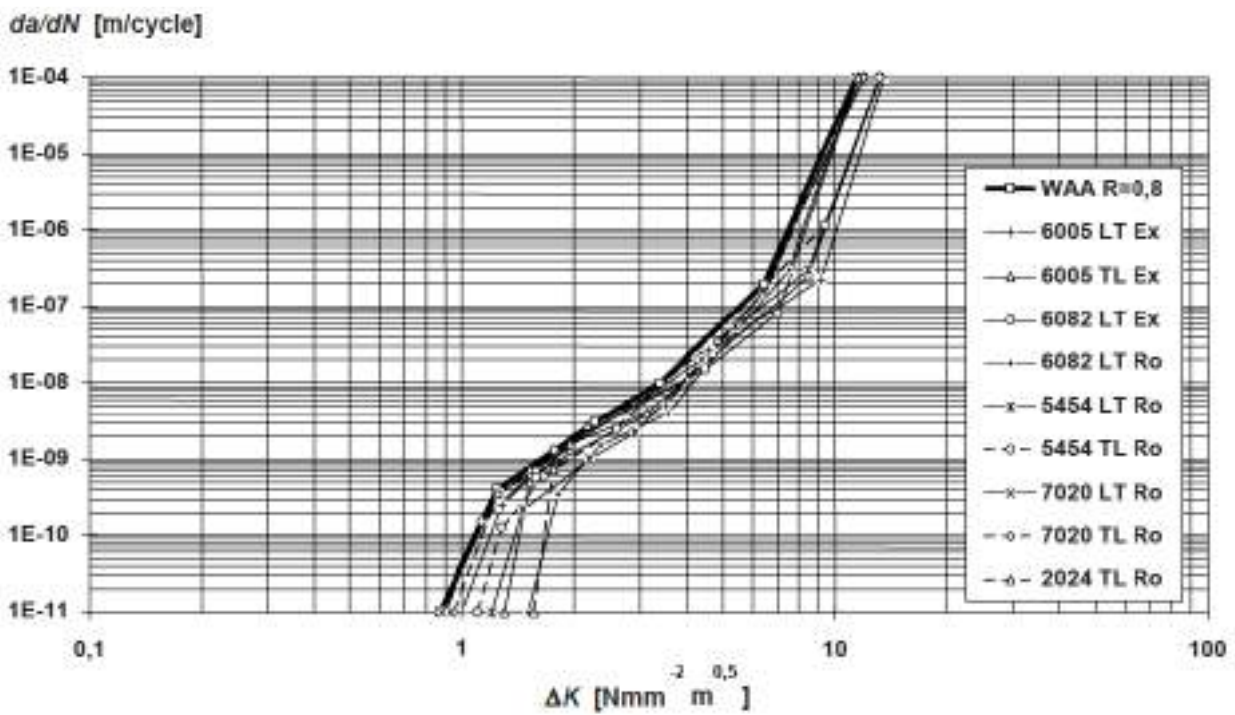
Bảng B.1 (b) - Dữ liệu tốc độ phát triển nứt do mỏi cho EN AW-6005A-T6 LT,

$$K_{max} = 10 \text{ Nmm}^{-2} \text{ m}^{0,5} = \text{constant}$$

Hệ số R	Cường độ ứng suất ΔK [$\text{Nmm}^{-2} \text{ m}^{0,5}$]	m	A	Hệ số R	Cường độ ứng suất ΔK [$\text{Nmm}^{-2} \text{ m}^{0,5}$]	M	A
0,100	0,85	11,09	6,06810E-11	0,500	0,85	11,09	6,06910E-11
	1,16	3,74	1,80712E-10		1,16	3,74	1,80712E-10
	1,60	2,69	2,96984E-10		1,60	2,70	2,95817E-10
	8,00	2,96	1,67380E-10		5,55	5,09	4,92250E-12
	32,40	12,0	4,10322E-24		6,50	2,81	3,50674E-10
	41,61	12,0	4,10322E-24		21,00	12,20	1,20951E-22
					29,17	12,20	1,20951E-22
0,300	0,85	11,09	6,06910E-11	0,650	0,85	11,09	6,06910E-11
	1,16	3,74	1,80712E-10		1,16	3,74	1,80712E-10
	1,60	2,71	2,93585E-10		1,60	2,69	2,96037E-10
	6,70	5,52	1,41317E-12		4,95	4,76	1,08127E-11
	7,35	2,82	3,06087E-10		6,00	3,05	2,32639E-10
	26,00	12,40	8,42100E-24		15,00	12,04	6,08100E-21
	34,49	12,40	8,42100E-24		22,18	12,04	6,08100E-21
			0,800	0,85	11,09	6,06910E-11	
				1,16	3,74	1,80712E-10	
				1,60	2,72	2,92718E-10	
				4,15	6,01	2,68983E-10	
				4,60	3,12	2,22506E-10	
				9,20	15,93	9,81913E-23	
				13,48	15,93	9,81913E-23	



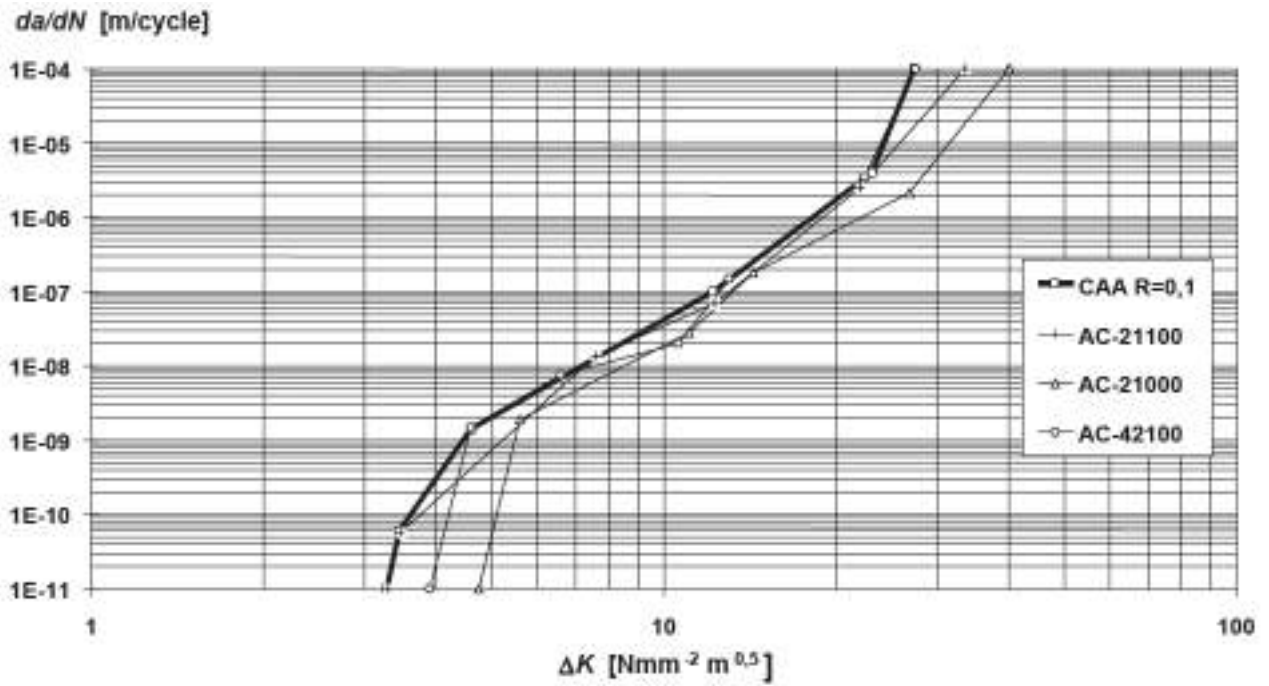
a) $R=0,1$



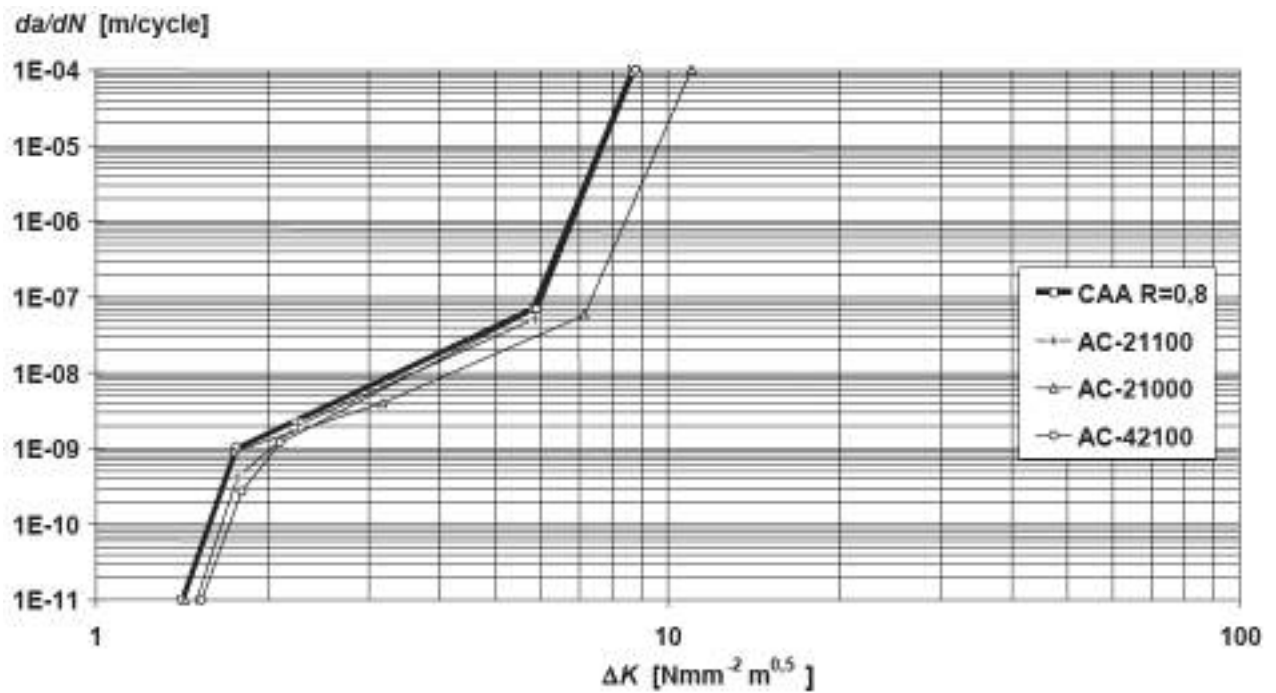
b) $R=0,8$

Hình B.4 - Đường cong tốc độ phát triển nứt do mỏi điển hình cho các hợp kim rèn dập khác nhau

CHÚ THÍCH Hợp kim 2024 TL Ro và 7075 LT Ro không được khuyến nghị cho nhà và các công trình kỹ thuật dân dụng. Chúng được đưa ra ở đây để so sánh.



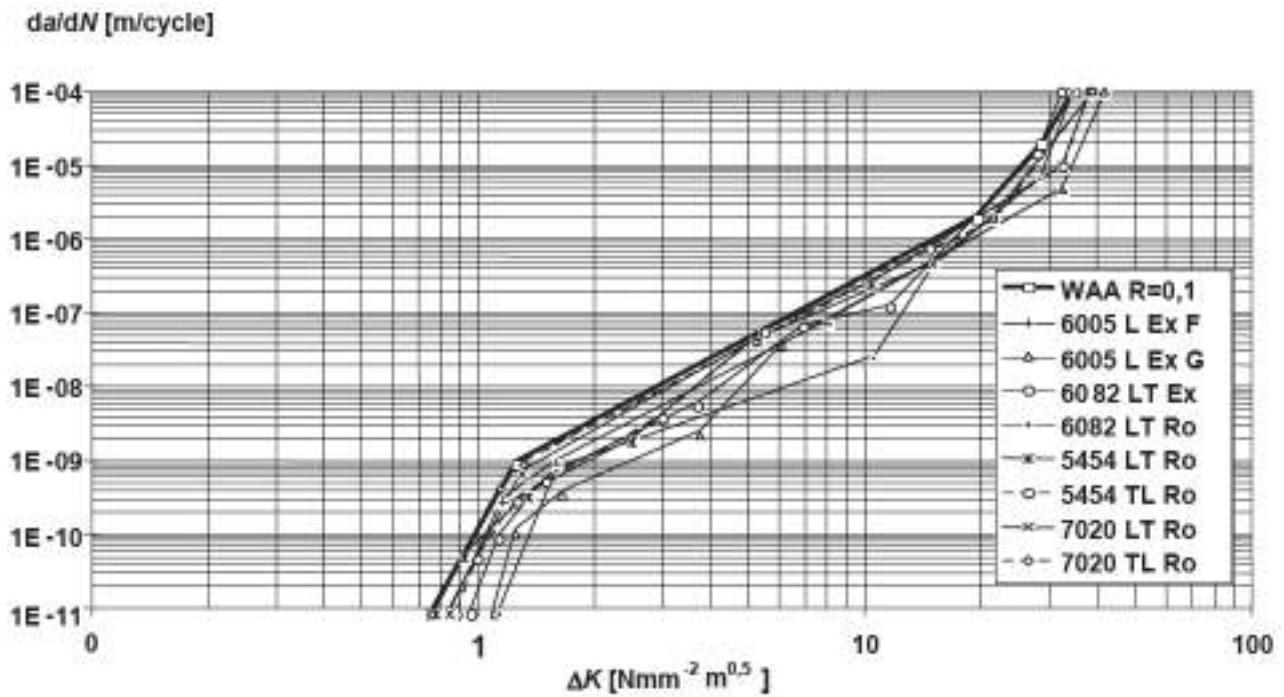
a) $R = 0,1$



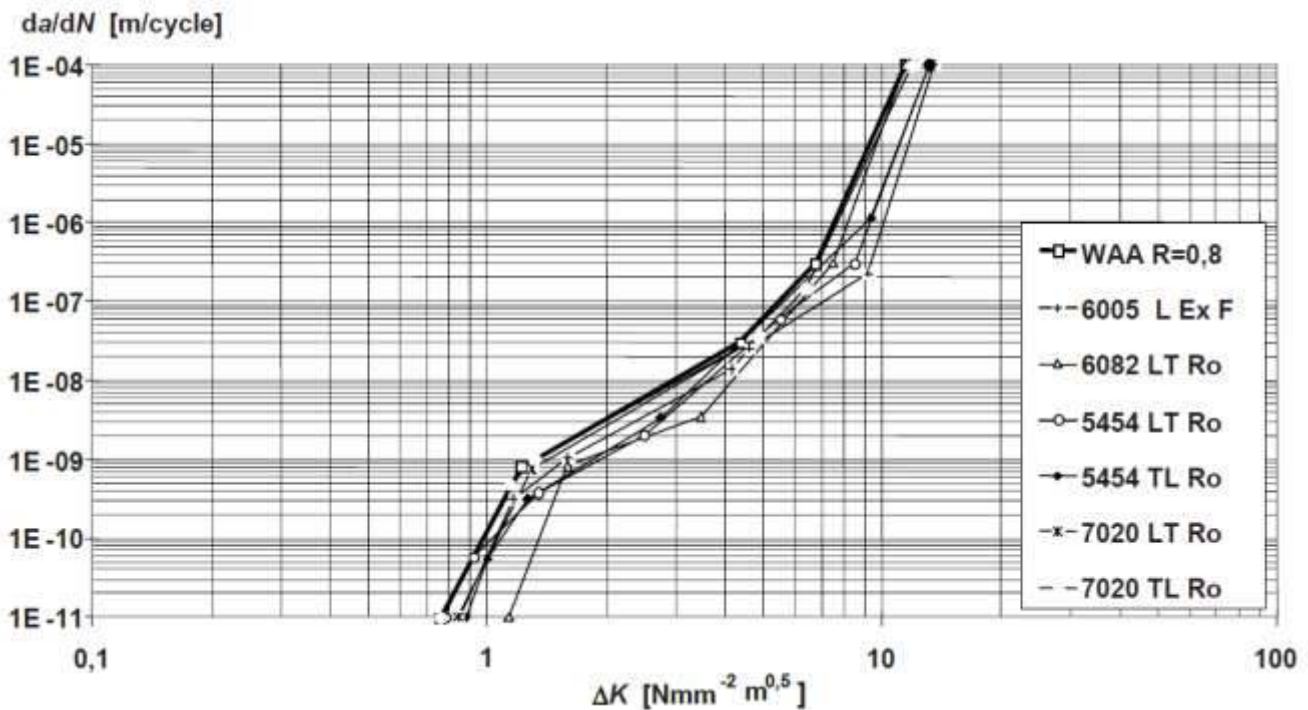
b) $R = 0,8$

Hình B.5 - Đường cong phát triển nứt do mỏi điển hình cho các hợp kim đúc khác nhau

CHÚ THÍCH Hợp kim AC-21100 và AC-211000 không được khuyến nghị cho nhà và các công trình kỹ thuật dân dụng. Chúng được đưa ra ở đây để so sánh.



a) $R = 0,1$; $K_{max} = 10 \text{ Nmm}^{-2} \text{ m}^{0,5}$



b) $R = 0,8$; $K_{max} = 10 \text{ Nmm}^{-2} \text{ m}^{0,5}$

Hình B.6 - Đường cong phát triển nứt do môi điển hình cho các hợp kim rèn dập khác nhau

Bảng B.2 - Dữ liệu tốc độ phát triển nứt do mỏi cho hợp kim rèn dập, $R = K_{min} / K_{max} = constant$

Hệ số R	Cường độ ứng suất ΔK [$Nmm^{-2}m^{0,5}$]	m	A
a) 0,100	1,68	34,8	1,47182E-19
	1,89	4,23	4,06474E-11
	2,96	1,94	4,88644E-10
	4,75	6,69	2,95135E-13
	6,70	2,80	4,82538E-10
	19,51	5,96	4,12350E-14
	28,70	8,74	3,57541E-18
b) 0,800	34,50	8,74	3,57541E-18
	0,87	10,43	4,27579E-11
	1,24	3,33	1,95935E-10
	2,27	2,98	2,60324E-10
	3,40	4,69	3,24644E-11
	6,44	10,8	3,73040E-16
	11,45	10,8	3,73040E-16

CHÚ THÍCH Các giá trị này là các đường bao giới hạn trên xác định từ các đường cong trong Hình B.4 (a) và (b).

Bảng B.3 - Tốc độ phát triển nứt do mỏi cho hợp kim đúc $R = K_{min} / K_{max} = constant$

Hệ số R	Cường độ ứng suất ΔK [$Nmm^{-2}m^{0,5}$]	m	A
a) 0,100	3,28	35,46	5,10219E-30
	3,45	11,01	7,18429E-17
	4,60	4,37	1,82159E-12
	12,18	5,78	5,37156E-14
	23,07	19,12	3,47503E-32
	27,30	19,12	3,47503E-32
b) 0,800	1,42	21,24	6,08486E-15
	1,76	3,55	1,34235E-10
	5,82	18,1	1,05480E-21
	8,70	18,1	1,05480E-21

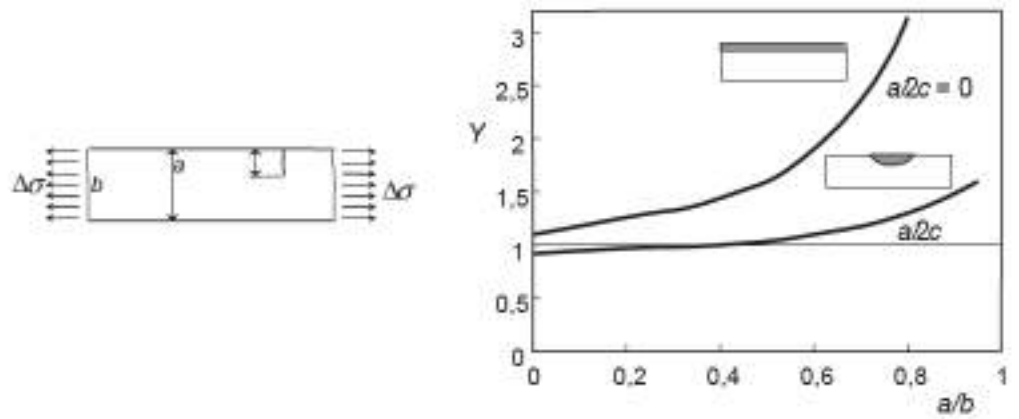
CHÚ THÍCH Các giá trị này là các đường bao giới hạn trên xác định từ các đường cong trong Hình B.5 (a) và (b).

Bảng B.4 - Dữ liệu tốc độ phát triển nứt do mỏi cho hợp kim rèn dập,

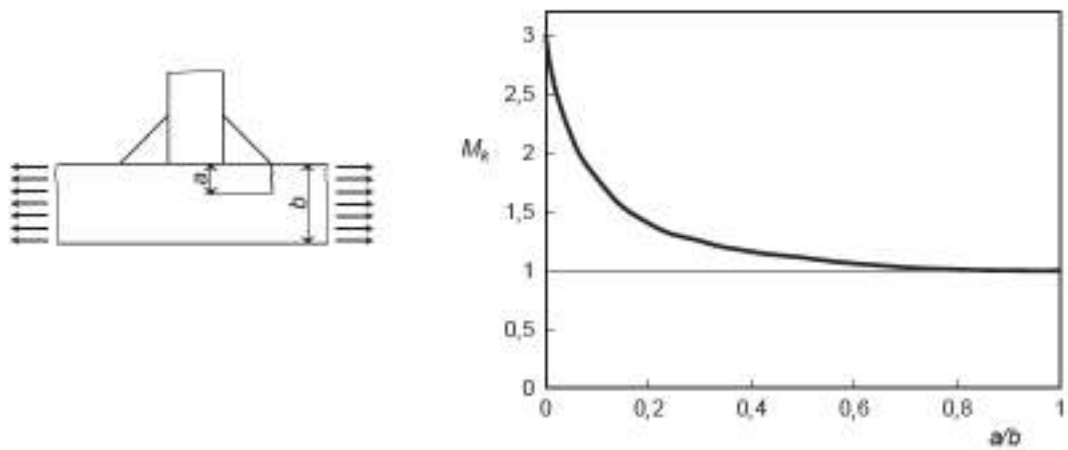
$$K_{max}=10 Nmm^{-2} m^{0,5}=constant$$

Hệ số R	Cường độ ứng suất ΔK [$Nmm^{-2} m^{0,5}$]	m	A
0,100	0,76	9,13	1,21148E-10
	1,26	2,77	5,26618E-10
	19,50	5,95	4,18975E-14
	28,71	8,79	3,07173E-18
	34,48	8,79	3,07173E-18
0,800	0,76	9,27	1,27475E-10
	1,22	2,84	4,56026E-10
	4,37	5,28	1,24266E-11
	6,76	11,02	2,12818E-16
	11,45	11,02	2,12818E-16

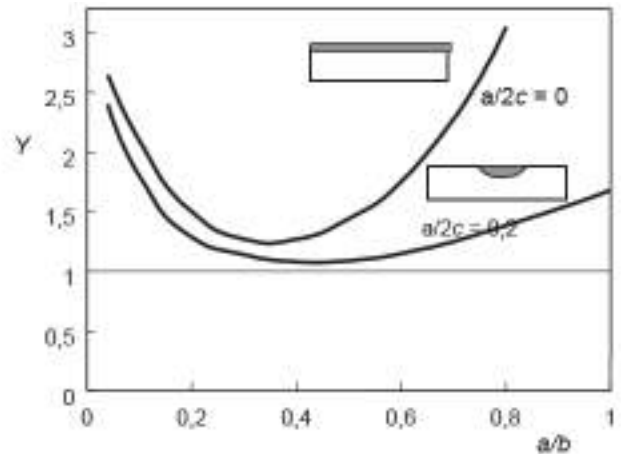
CHÚ THÍCH Các giá trị này là các đường bao giới hạn trên xác định từ các đường cong trong Hình B.6 (a) và (b).



a) Giá trị Y cho tấm phẳng; $a / b =$ tỷ lệ chiều sâu vết nứt



b) Giá trị M_k cho tập chung ứng suất tại chân mối hàn



c) Giá trị Y cho nứt hàn

Hình B.7- Sử dụng các phương pháp điển hình cho dạng hình học tiêu chuẩn cho các giá trị Y và M_k

Phụ lục C (tham khảo)

Thí nghiệm cho thiết kế mới

C.1 Yêu cầu chung

(1) Trong trường hợp không đủ dữ liệu để kiểm tra một cách hoàn chỉnh kết cấu bằng các tính toán theo 2.2.1 hoặc 2.2.2, cần cung cấp bằng chứng bổ sung từ một chương trình thí nghiệm cụ thể. Trong trường hợp này, dữ liệu thí nghiệm có thể được yêu cầu bởi một hoặc nhiều lý do sau:

a) Lịch sử hoặc phổ tải trọng tác dụng cho một hoặc nhiều tải là không có sẵn và nằm ngoài các phương pháp tính toán kết cấu thông thường (xem 2.3.1 và 2.3.2). Điều này đặc biệt áp dụng cho các kết cấu chịu tải di chuyển, thủy lực hoặc khí động học khi hiệu ứng động hoặc cộng hưởng có thể xảy ra;

b) hình dạng của kết cấu phức tạp đến mức không thể ước lượng được các lực cấu kiện hoặc các trường ứng suất cục bộ bằng các phương pháp tính toán thông thường (xem 5.2 và 5.4);

c) các vật liệu, chi tiết kích thước hoặc phương pháp sản xuất của các cấu kiện hoặc nút khác với các dữ liệu được đưa ra trong bảng danh mục chi tiết;

d) cần có dữ liệu phát triển nứt để kiểm tra thiết kế khả năng chịu hư hỏng.

(2) Thí nghiệm có thể được thực hiện trên các nguyên mẫu hoàn chỉnh, trên các kết cấu tương đương với kết cấu được chế tạo hoặc trên các bộ phận cấu thành của chúng. Loại thông tin được lấy từ thí nghiệm cần tính đến mức độ mà tải trọng, vật liệu, chi tiết xây dựng và phương pháp sản xuất của kết cấu hoặc các bộ phận được thí nghiệm có thể phản ánh kết cấu được xây dựng thực tế.

(3) Dữ liệu thí nghiệm chỉ nên được sử dụng thay cho dữ liệu tiêu chuẩn nếu nó được lấy và áp dụng bằng các quy trình được kiểm soát.

C.2 Xác định dữ liệu tải trọng tác động

C.2.1 Kết cấu cố định chịu tác động cơ học

(1) Bao gồm các kết cấu như cầu, dầm cầu trục và hệ đỡ máy móc. Các kết cấu tương tự hiện hữu chịu cùng một nguồn tải có thể được sử dụng để thu thập biên độ, pha và tần số của các tải trọng tác dụng.

(2) Các đầu đo biến dạng, chuyển vị hoặc gia tốc gắn cố định vào các bộ phận được chọn và đã được hiệu chỉnh theo tải trọng tác dụng đã biết sẽ ghi lại được hình thái lực trong một khoảng thời gian làm việc điển hình của kết cấu, sử dụng thiết bị thu thập dữ liệu analog hoặc kỹ thuật số. Các cấu kiện cần được chọn để đảm bảo các thành phần tải chính có thể được suy ra một cách độc lập bằng cách sử dụng các hệ số ảnh hưởng thu được từ các tải hiệu chỉnh.

(3) Hoặc bằng cách khác, có thể gắn các đầu đo lực tại các mặt tiếp giáp giữa tải trọng tác dụng và kết cấu và thu nhận số liệu liên tục bằng cách sử dụng cùng một thiết bị.

(4) Khối lượng, độ cứng và độ suy giảm logarit của kết cấu thí nghiệm cần nằm trong khoảng sai khác 30% so với thiết kế cuối cùng và tần số cơ bản của các dạng dao động làm tăng dao động biến dạng lớn nhất cần nằm trong khoảng sai khác 10%. Nếu không thì ứng xử tải trọng cần được kiểm tra sau đó trên một kết cấu được xây dựng theo thiết kế cuối cùng.

(5) Thành phần tần số của phổ tải trọng thu được từ thời gian làm việc cần nhân với tỷ lệ giữa tuổi thọ thiết kế với thời gian làm việc để có được phổ thiết kế cuối cùng. Quy định cho sự phát triển về cường độ hoặc tần suất, hoặc ngoại suy thống kê từ thời gian đo đến tuổi thọ thiết kế cũng cần được thực hiện theo yêu cầu.

C.2.2 Kết cấu cố định chịu các tác động do điều kiện môi trường tiếp xúc

(1) Bao gồm các kết cấu như trụ, ống khói và các kết cấu nổi ngoài khơi. Các phương pháp xác định phổ tải trọng về cơ bản giống như trong C.2.1 ngoại trừ thời gian làm việc thường sẽ cần dài hơn do nhu cầu thu được phổ đại diện cho các tải trọng điều kiện môi trường tiếp xúc như tác động do gió và sóng. Các hư hỏng mỗi có xu hướng bị giới hạn trong một dải cụ thể trong phổ tải trọng tổng thể do ảnh hưởng của cộng hưởng do dòng chảy chất lưu gây ra. Điều này có xu hướng rất cụ thể về hướng, tần số và độ cản nhớt. Vì lý do này cần có độ chính xác cao hơn trong việc mô phỏng cả về thuộc tính kết cấu (khối lượng, độ cứng và độ cản nhớt) và đặc trưng khí động học (đặc trưng hình học tiết diện ngang).

(2) Khuyến nghị rằng tải trọng thu được cần được kiểm tra lại trên một kết cấu dựa trên thiết kế cuối cùng nếu dữ liệu tải trọng gốc được lấy từ các kết cấu có tần số cơ bản hoặc độ cản nhớt sai lệch hơn 10% hoặc nếu hình dạng tiết diện ngang không giống nhau.

(3) Phổ thiết kế cuối cùng có thể thu được về hướng, cường độ và tần suất tải, được điều chỉnh một cách phù hợp bằng cách so sánh dữ liệu tải trọng trong giai đoạn thu thập dữ liệu với hồ sơ khí tượng thu được trong một tuổi thọ thiết kế điển hình của kết cấu.

C.2.3 Kết cấu di chuyển

(1) Bao gồm các kết cấu như cầu di động và các kết cấu khác đặt trên bánh xe, phương tiện giao thông và các kết cấu nổi. Trong các loại kết cấu này, đặc trưng hình học của bề mặt di chuyển cần được xác định đầy đủ về hình dạng và biên độ của sự nhấp nhô cũng như tần số, vì điều này sẽ có ảnh hưởng đáng kể đến tải trọng động lên kết cấu.

(2) Các hiệu ứng tải khác như tải chất và dỡ hàng hóa có thể được đo bằng các nguyên tắc được nêu trong C.2.1.

(3) Các bề mặt di chuyển như đường thử được xây dựng cho mục đích thí nghiệm có thể được sử dụng để thu được lịch sử tải trọng cho các thiết kế nguyên mẫu. Dữ liệu tải trọng từ các kết cấu trước đây cần được sử dụng một cách thận trọng, vì những khác biệt nhỏ, đặc biệt là ví dụ như trong thiết kế rơmoóc, có thể thay đổi đáng kể các ứng xử động lực. Khuyến cáo rằng cần kiểm tra tải trọng tác dụng cho thiết kế cuối cùng nếu không sử dụng thí nghiệm mô phỏng thực (xem C.3).

C.3 Xác định dữ liệu ứng suất

C.3.1 Dữ liệu thí nghiệm bộ phận

(1) Trường hợp các cấu kiện đơn giản có các thành phần lực chính trong cấu kiện có thể được tính toán hoặc đo dễ dàng, việc thí nghiệm các bộ phận có chứa nút hoặc chi tiết xây dựng cần được tính toán là phù hợp.

(2) Một mẫu thử phù hợp có kích thước giống hệt với kích thước được sử dụng trong thiết kế cuối cùng cần được đo theo cách đánh giá ứng suất hình học đơn giản hóa (xem Phụ lục D) bằng một phương pháp thuận tiện như phiến đo biến dạng bằng điện trở, mô hình dải nhiễu hoặc kỹ thuật đàn hồi nhiệt. Các đầu của bộ phận cần đủ xa khu vực cục bộ nghiên cứu để các hiệu ứng cục bộ tại điểm tác dụng của tải trọng không ảnh hưởng đến phân phối ứng suất tại điểm đó. Các thành phần lực và ứng suất thay đổi trong khu vực được nghiên cứu cần giống hệt như trong kết cấu hoàn chỉnh.

(3) Các hệ số ảnh hưởng có thể thu được từ các tải trọng tác dụng tĩnh mà cho phép xác định hình thái ứng suất cho bất kỳ tổ hợp mong muốn của thành phần tải trọng. Nếu cần, các hệ số có thể được lấy từ mẫu thí nghiệm thu nhỏ, với điều kiện toàn bộ bộ phận được thu nhỏ đều nhau.

C.3.2 Dữ liệu thí nghiệm kết cấu

(1) Trong một số loại kết cấu nhất định như kết cấu vữa, tính liên tục của vật liệu kết cấu có thể làm cho việc cô lập các bộ phận với các lực tác dụng đơn giản trở nên không khả thi. Trong trường hợp này, dữ liệu ứng suất cần được lấy từ nguyên mẫu hoặc các kết cấu sản phẩm.

(2) Có thể sử dụng các phương pháp đo lường tương tự như đối với thí nghiệm bộ phận. Đối với hầu hết các trường hợp chung, khuyến nghị tải trọng tĩnh được tác dụng như các thành phần độc lập để có thể tổ hợp các ứng suất sử dụng các hệ số ảnh hưởng riêng rẽ cho điểm được xem xét. Tải trọng cần đi qua một chu kỳ thử trước khi thu thập dữ liệu hệ số ảnh hưởng.

C.3.3 Kiểm tra lịch sử ứng suất

(1) Có thể sử dụng phương pháp tương tự như được mô tả trong C.3.2 để kiểm tra lịch sử ứng suất tại một điểm trong quá trình thí nghiệm nguyên mẫu dưới một tải cụ thể. Trong trường hợp này, nên sử dụng thiết bị thu thập dữ liệu như được sử dụng trong C.2.1 để ghi lại toàn bộ lịch sử ứng suất hoặc để thực hiện thao tác đếm chu kỳ. Việc đếm chu kỳ có thể được sử dụng để dự đoán tuổi thọ nếu đã chọn được đường cong $\Delta\sigma - N$ thích hợp.

(2) Một lựa chọn khác có thể được sử dụng trong trường hợp không chắc chắn về lịch sử tải trọng là giữ cho thiết bị đếm chu kỳ gắn cố định với kết cấu trong khi sử dụng.

C.4 Xác định dữ liệu độ chịu mỏi

C.4.1 Thí nghiệm bộ phận

(1) Nếu đã biết được phổ lực hoặc dữ liệu lịch sử ứng suất, thí nghiệm bộ phận có thể được thực hiện để kiểm tra thiết kế của các bộ phận quan trọng của kết cấu. Bộ phận được kiểm tra cần được

sản xuất chính xác cùng kích thước và quy trình như dự định sẽ được sử dụng trong thiết kế cuối cùng. Tất cả những khía cạnh này cần được ghi lại đầy đủ trước khi tiến hành sản xuất các bộ phận để thí nghiệm. Ngoài ra bất kỳ phương pháp kiểm tra không phá hủy và các tiêu chí chấp nhận cần được ghi lại, cùng với báo cáo kiểm tra về chất lượng của các nút được thí nghiệm.

(2) Các mẫu hoặc bộ phận thí nghiệm cần được chất tải theo cách tương tự như được mô tả trong C.2.1. Phiến đo biến dạng, đặc biệt là trong trường hợp thí nghiệm các bộ phận, cần được sử dụng để kiểm tra rằng các dao động ứng suất là đạt yêu cầu. Vị trí của phiến đo biến dạng cần đảm bảo chúng ghi được chính xác thông số ứng suất. Nếu đo ứng suất danh định, phiến đo cần cách bất kỳ chân mối hàn nào ít nhất 10 mm. Trường hợp ứng suất thay đổi có độ dốc lớn, cần sử dụng ba phiến đo để có thể thực hiện phép nội suy.

(3) Việc xác định dữ liệu độ chịu mỗi thiết kế từ các thí nghiệm cần tuân theo các quy trình đánh giá thống kê tương tự như đã được sử dụng để thiết lập các giá trị thiết kế cường độ chịu mỗi trong 6.2. Thông thường việc này cần có một đánh giá thống kê, dựa trên ước tính trung bình và độ lệch chuẩn, với giả thiết phân phối chuẩn, của logarit chu kỳ tuổi thọ được quan sát (biến phụ thuộc) cho các logarit giá trị ứng suất đã cho (biến độc lập) hoặc tương ứng là phân tích hồi quy $\log\Delta\sigma - \log N$ tuyến tính cho các miền tuổi thọ khác nhau, xem Hình 6.1. Do đó, một đường hồi quy trung bình hoặc một đường hồi quy đặc trưng cho một xác suất sống sót cụ thể (thường là khoảng 97,7% hoặc ở 2 độ lệch chuẩn so với giá trị trung bình) sẽ được thiết lập. Đối với mục đích thiết kế, đường hồi quy đặc trưng được giả định song song với đường hồi quy trung bình. Đường hồi quy đặc trưng, được xác định như trên, không được lớn hơn 80% giá trị cường độ trung bình tương ứng. Điều này cho phép các mức độ thay đổi rộng hơn trong sản xuất so với thường được dự kiến trong một tập hợp các mẫu thí nghiệm mỗi.

(4) Cần lưu ý rằng quy trình đơn giản hóa nêu trên cho việc xác định các tham số hồi quy thường được áp dụng mặc dù nó có thể không đáng tin cậy trong trường hợp số lượng mẫu nhỏ. Các quy trình trong C.4.3 đưa ra hướng dẫn cho các hệ số hiệu chỉnh tương ứng.

(5) Đối với thiết kế khả năng chịu hư hỏng, cần ghi lại sự phát triển nứt do mỏi tương ứng với số chu kỳ.

(6) Ngoài ra, nếu biết lịch sử ứng suất thiết kế và có sẵn phương tiện thí nghiệm với biên độ thay đổi, mẫu thí nghiệm có thể được kiểm tra theo lịch sử ứng suất không có hệ số an toàn tải trọng.

C.4.2 Thí nghiệm kết cấu thực

(1) Thí nghiệm kết cấu thực có thể được thực hiện trong các điều kiện sử dụng thực tế hoặc trong một cơ sở thí nghiệm có tải thí nghiệm trên các bộ phận được tác dụng bởi kích thủy lực hoặc các phương pháp kiểm soát khác.

(2) Tải trọng tác dụng không được vượt quá tải danh định.

(3) Trường hợp tải sử dụng thay đổi một cách ngẫu nhiên giữa các giới hạn thì chúng cần được đại diện bằng một loạt tải tương đương với sự đồng ý giữa nhà cung cấp và người mua.

(4) Ngoài ra, tải thí nghiệm cần sử dụng tải không có hệ số vượt tải.

(5) Việc áp dụng tải cho mẫu cần tái tạo chính xác các điều kiện tác dụng dự kiến cho kết cấu hoặc bộ phận trong quá trình sử dụng.

(6) Thí nghiệm cần tiếp tục cho đến khi xảy ra đứt hoặc cho đến khi mẫu không còn khả năng chịu toàn bộ tải thí nghiệm do hư hỏng kéo dài.

(7) Số lần tác dụng của (các) tải thí nghiệm gây phá hoại cần được đếm và ghi lại chính xác cùng với việc quan sát quá trình phát triển của vết nứt.

C.4.3 Tiêu chí chấp nhận

(1) Tiêu chí chấp nhận phụ thuộc vào việc yêu cầu kết cấu theo phương pháp tuổi thọ an toàn, xem các điều (2) đến (7), hoặc theo phương pháp khả năng chịu hư hỏng, xem điều (11).

(2) Đối với tiêu chí chấp nhận của thiết kế tuổi thọ an toàn, tuổi thọ đến phá hoại được xác định bằng thí nghiệm, được điều chỉnh để tính đến số lượng kết quả thí nghiệm khả dụng, không được nhỏ hơn tuổi thọ thiết kế (được xác định trong A.2.1) như sau:

$$T_L = \frac{T_m}{F} \tag{C.1}$$

Trong đó:

- T_L là tuổi thọ thiết kế (tính theo chu kỳ)
- T_m là tuổi thọ trung bình đến phá hoại được xác định bằng thí nghiệm (tính theo chu kỳ)
- F là hệ số thí nghiệm mỗi phụ thuộc vào số lượng kết quả thí nghiệm khả dụng, như được định nghĩa trong Bảng C.1.

(3) Khi dự đoán các giá trị của hệ số F , các nguyên tắc và giả thiết thống kê chung sau đây được áp dụng. Một giá trị thống kê đặc trưng thu được bằng biểu thức

$$\chi_c = \mu - K\sigma \tag{C.2}$$

trong đó K phụ thuộc vào phân phối xác suất và xác suất sống sót cần thiết cho một phân phối thống kê với giá trị trung bình μ và độ lệch chuẩn σ . Trong thực tế chỉ những dự đoán cho giá trị trung bình và độ lệch chuẩn, nghĩa là tương ứng với x_m và s , có thể được tính cho một số lượng n mẫu. Theo đó các hệ số hiệu chỉnh biểu thị các khoảng tin cậy của cả giá trị trung bình và phương sai (hoặc độ lệch chuẩn) cần được áp dụng. Do đó, quan hệ ở biểu thức (C.2) có thể được thể hiện như sau

$$x_c = x_m - k.s \tag{C.3}$$

Trong đó:

- $k = k_1 k_2 + k_3$
- k_1 giá trị lý thuyết của phân phối thuộc về một xác suất sống sót cụ thể
- k_2 sự hiệu chỉnh cho khoảng tin cậy của độ lệch chuẩn

k_3 sự hiệu chỉnh cho khoảng tin cậy của giá trị trung bình

k_2 và k_3 phụ thuộc vào độ lệch chuẩn s , số lượng mẫu n và mức quy định của sự tin cậy.

Trong trường hợp chung

$$k = k_1 k_2 + k_3 = z_{(1-\alpha/2)} \sqrt{\frac{n}{\chi_{(\alpha/2, n-1)}^2}} + \frac{t_{(1-\alpha/2, n-1)}}{\sqrt{n}} \quad (C.4)$$

Trong đó:

n là số lượng mẫu

α là mức độ tin cậy hoặc giá trị xác suất (trong trường hợp phân phối chuẩn)

$z_{(1-\alpha/2)}$ là giá trị của phân phối xác suất chuẩn với xác suất sống sót cho trước $(1-\alpha/2)$, tương ứng với xác suất hai phía là $(1-\alpha)$

$\chi_{(\alpha/2, n-1)}^2$ là giá trị của phân phối xác suất Chi-bình phương cho khoảng tin cậy cho trước là $\alpha/2$ và $n-1$ bậc tự do

$t_{(1-\alpha/2, n-1)}$ là giá trị của phân phối xác suất t cho một xác suất cho trước $(1-\alpha/2)$, tương ứng với một xác suất hai phía là $(1-\alpha)$ và $n-1$ bậc tự do.

Đối với mục đích của các quy tắc này, các giả thiết sau đây được sử dụng:

- Giá trị độ lệch chuẩn là biết trước theo kinh nghiệm, tức là dựa trên một số lượng mẫu đủ lớn
- kích thước mẫu, điều này cho phép $k_2 = 1$;
- có sẵn kiến thức phù hợp về phân phối cơ bản hoặc không có sai lệch đáng kể so với phân phối chuẩn và;
- khi hiệu chỉnh cho khoảng tin cậy đối với giá trị trung bình, phân phối t có thể được thay thế bằng phân phối chuẩn.

(4) Trong trường hợp chung khi có nhiều hơn các mẫu được thí nghiệm đến phá hoại, biểu thức (C.3) sẽ trở thành

$$k = k_1 + k_3 = z_{(1-\alpha/2)} + \frac{z_{(1-\alpha/2)}}{\sqrt{n}} \quad (C.5)$$

(5) Trong trường hợp có nhiều mẫu thí nghiệm đồng thời cho đến khi mẫu đầu tiên bị phá hoại và để dự đoán k , giả thiết rằng:

- Kết quả tuổi thọ của mẫu đầu tiên - liên quan đến T_L từ biểu thức (C.1) - sẽ nằm ở giới hạn trên của phân phối tương ứng;
- tuổi thọ yêu cầu hoặc tuổi thọ thiết kế - liên quan đến T_m từ biểu thức (C.1) - sẽ nằm ở giới hạn dưới của phân phối.

Giới hạn dưới sẽ được lấy từ $x_m - k_1 s$, với k_1 theo biểu thức (C.4), Giới hạn trên sẽ được xác định tương ứng từ $x_m + k_4 s$. Giá trị thích hợp của k_4 được tính từ giả thiết rằng nếu xác suất sống sót của một mẫu, phá hoại ở tuổi thọ tương ứng, là P , thì xác suất sống sót của n mẫu ở cùng cấp độ sẽ là P^n . Để thiên về an toàn, một giá trị đủ thấp của $P^n = c$ sẽ được xác định, và k_4 được tính từ phân phối chuẩn với xác suất $c^{1/n}$ cho các n giá trị tương ứng.

Hệ số k sau đó được tính từ

$$k = k_1 + k_2 = Z_{(1-\alpha/2)} + Z_p \tag{C.6}$$

(6) Từ biểu thức (C.1), thu được biểu thức sau đây:

$$\log T_L = \log T_m - \log F \tag{C.7}$$

so sánh biểu thức trên với biểu thức (C.2) thu được

$$\log F = k s \text{ hoặc} \tag{C.8}$$

$$F = 10^{ks} \tag{C.9}$$

và F lấy từ Bảng C.1.

(7) Giá trị của độ lệch chuẩn cần được ước tính. Kinh nghiệm từ trước với các trường hợp kết cấu tương tự cung cấp các giá trị đáng tin cậy hơn. Dữ liệu có sẵn (Tài liệu tham khảo C.1 và C.2) cho các loại chi tiết xây dựng kết cấu nhôm hàn khác nhau cung cấp một dải các giá trị độ lệch chuẩn khác nhau $s_{\log \Delta r}$. Các giá trị này có thể được biến đổi bởi đường hồi quy trung bình tương ứng có độ dốc $m = 4$ để trở thành các giá trị $s_{\log N}$ cho miền tuổi thọ cho tới giới hạn mỗi biên độ không đổi 5×10^6 chu kỳ. Đối với tuổi thọ lên đến 10^8 chu kỳ, sẽ phù hợp nếu sử dụng các giá trị phân tán lớn hơn theo độ dốc $m + 2$. Cần có những xem xét đặc biệt nếu vượt quá giới hạn này.

(8) Các giá trị F được tính toán trên cơ sở các quan hệ thống kê ở trên và được đưa ra trong Bảng C.1.

(9) Các giá trị trong Bảng C.1 dựa trên xác suất sống sót là 95% và mức độ tin cậy là 0,95 cho phân phối chuẩn và một giá trị độ lệch chuẩn $s_{\log N} = 0,18$. Trong trường hợp mẫu đầu tiên phá hoại, một xác suất sống sót $P^n = 5\%$ được giả thiết.

(10) Tiêu chí cho việc nhân hệ số cho tuổi thọ đo được và tiêu chí chấp nhận sẽ thay đổi từ điều kiện sử dụng này sang điều kiện sử dụng khác và cần được chấp thuận bởi các kỹ sư chịu trách nhiệm xét duyệt.

(11) Việc phê duyệt thiết kế khả năng chịu hư hỏng phụ thuộc vào tuổi thọ của một vết nứt đạt đến kích thước có thể được phát hiện bằng một phương pháp kiểm tra khả thi trong quá trình sử dụng. Nó cũng phụ thuộc vào tốc độ phát triển của vết nứt, các xem xét về chiều dài vết nứt cực hạn, và những tác động đối với sự an toàn còn lại của kết cấu cũng như chi phí sửa chữa.

Bảng C.1 - Hệ số thí nghiệm độ mỏi F

Kết quả thí nghiệm	Số lượng mẫu n											
	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	30	100
Tất cả các mẫu giống hệt nhau được thí nghiệm đến phá hoại.	3,91	3,20	2,93	2,78	2,68	2,61	2,52	2,45	2,36	2,30	2,24	2,12
Tất cả các mẫu giống hệt nhau được thí nghiệm đồng thời. Mẫu đầu tiên phá hoại.	3,91	2,71	2,27	2,03	1,88	1,77	1,61	1,51	1,36	1,26	1,15	0,91

C.5 Dữ liệu phát triển vết nứt

Hướng dẫn về việc xác định dữ liệu phát triển vết nứt được nêu trong Phụ lục B.

C.6 Báo cáo

(1) Khi kết thúc bất kỳ thí nghiệm nào được thực hiện theo Phụ lục này, chứng nhận thí nghiệm cần chứa các thông tin sau:

- a) Tên và địa chỉ của phòng thí nghiệm;
- b) tài liệu tham khảo công nhận của cơ sở thí nghiệm (khi thích hợp);
- c) ngày thí nghiệm;
- d) tên của người chịu trách nhiệm thí nghiệm;
- e) mô tả mẫu được thử, trên phương tiện:
 - 1) tham chiếu đến số sê-ri khi thích hợp; hoặc là
 - 2) tham chiếu đến số (các) bản vẽ khi thích hợp; hoặc là
 - 3) mô tả với bản phác thảo hoặc sơ đồ; hoặc là
 - 4) hình ảnh;
- f) mô tả các hệ thống tải trọng tác dụng bao gồm các tham chiếu đến các Tiêu chuẩn Châu Âu khác khi thích hợp;
- g) ghi chép về việc tác dụng tải trọng và các phản ứng đo được đối với tải, tức là độ võng, biến dạng, tuổi thọ;
- h) tóm tắt về tải trọng và biến dạng và ứng suất tại các thời điểm nghiệm thu quan trọng;
- i) ghi chép về độ chịu mỏi và dạng phá hoại;
- j) ghi chép về các vị trí quan sát bằng cách tham chiếu đến e) 2) đến e) 4) ở trên;

- k) ghi chú về bất kỳ ứng xử nào quan sát được liên quan đến sự an toàn hoặc giới hạn sử dụng của đối tượng được thí nghiệm, ví dụ bản chất và vị trí của vết nứt trong thí nghiệm mỗi;
- l) ghi chép về các điều kiện môi trường tiếp xúc tại thời điểm thí nghiệm khi có liên quan;
- m) xác nhận của cơ quan kiểm định cho tất cả các thiết bị đo được sử dụng;
- n) quy định về mục đích hoặc mục tiêu của thí nghiệm;
- o) xác nhận việc tuân thủ hoặc không tuân thủ các tiêu chí chấp nhận có liên quan khi thích hợp;
- p) ghi chép về tên và chức danh của những người chịu trách nhiệm thí nghiệm và phát hành báo cáo;
- q) số hiệu báo cáo và ngày phát hành.

Phụ lục D (tham khảo)

Phân tích ứng suất

D.1 Sử dụng các phần tử hữu hạn cho phân tích môi

D.1.1 Các loại phần tử

D.1.1.1 Phần tử dầm

(1) Các phần tử dầm chủ yếu được sử dụng để phân tích ứng suất danh định trong khung và các kết cấu tương tự. Một phần tử dầm thông thường dùng cho phân tích các khung ba chiều có 6 bậc tự do ở mỗi đầu nút: ba chuyển vị và ba góc xoay. Phần tử này có thể mô tả chính xác ứng xử xoắn chỉ trong trường hợp tiết diện ngang không dễ bị vênh, hoặc sự vênh có thể xảy ra tự do mà không bị ngăn cản. Không thể phân tích ứng suất vênh khi phân tích các kết cấu thành mỏng hở.

(2) Thông thường, các phần tử dầm được liên kết cứng với nhau tại các điểm nút. Ngoài ra, có thể sử dụng nút khớp. Tuy nhiên, trong nhiều kết cấu các nút là nửa cứng. Ngoài ra, trong các nút tiết diện ống độ cứng được phân bố không đều, gây ra các mô men uốn bổ sung. Các tính năng kết cấu như vậy đòi hỏi mô hình phức tạp hơn so với việc sử dụng các nút cứng hoặc khớp.

D.1.1.2 Các phần tử màng

(1) Các phần tử màng được dùng để mô hình hóa các kết cấu tấm với tác động nằm trong mặt phẳng. Chúng không thể xử lý ứng suất uốn vò. Các phần tử tam giác và hình chữ nhật phù hợp cho việc giải quyết trường ứng suất màng danh định trong các kết cấu lớn dạng tấm có sườn cứng.

D.1.1.3 Các phần tử vỏ mỏng

(1) Các chương trình phần tử hữu hạn chứa nhiều loại phần tử vỏ mỏng khác nhau. Chúng bao gồm các phần tử phẳng, các phần tử một đường cong và phần tử hai đường cong. Các trường biến dạng thường được xây dựng dưới dạng tuyến tính (phần tử 4-nút) hoặc parabol (phần tử 8 nút). Nói chung, các phần tử vỏ mỏng phù hợp để giải quyết ứng suất kết cấu đàn hồi theo lý thuyết vỏ. Ứng suất tại mặt trung bình bằng ứng suất màng, và ứng suất tại mặt trên và mặt dưới là cộng tác dụng của ứng suất màng và ứng suất uốn vò.

(2) Các phần tử vỏ mỏng chỉ có thể mô hình mặt trung bình của các tấm. Chiều dày vật liệu thực tế được đưa ra như là một đặc trưng duy nhất của các phần tử. Ngoài ra còn có các vỏ mỏng với chiều dày thay đổi, rất hữu ích ví dụ cho mô hình kết cấu dúc. Hạn chế quan trọng nhất với các phần tử vỏ mỏng là chúng không thể mô hình hóa độ cứng thực sự và phân phối ứng suất bên trong, và trong vùng lân cận của vùng hàn của các vỏ giao nhau.

D.1.1.4 Các phần tử vỏ dày

(1) Một số phần mềm phần tử hữu hạn cũng bao gồm phần tử vỏ dày. Chúng cho phép kể đến biến dạng cắt vuông góc của vỏ theo hướng chiều dày. Các phần tử vỏ dày làm việc tốt hơn các phần tử vỏ mỏng trong các trường hợp ví dụ như các chi tiết xây dựng trong đó khoảng cách giữa các vị trí vỏ giao nhau liền kề là nhỏ, làm tăng đáng kể ứng suất cắt.

D.1.1.5 Các phần tử biến dạng phẳng

(1) Đôi khi rất hữu ích khi nghiên cứu các trường ứng suất cục bộ xung quanh các rãnh khía với mô hình 2 chiều cục bộ. Một tiết diện ngang có chiều dày đơn vị sau đó có thể được mô hình thành kết cấu hai chiều bằng các phần tử biến dạng phẳng.

D.1.2 Hướng dẫn thêm về việc sử dụng các phần tử hữu hạn

(1) Cần sử dụng các phần tử khối để mô hình hóa các kết cấu với các trường ứng suất và biến dạng ba chiều. Các phần tử 20 nút đẳng tham số dạng cong thường là phù hợp nhất. Trong các cấu kiện hàn, chúng đôi khi cần thiết để mô hình vùng giao nhau của các tấm hoặc vỏ.

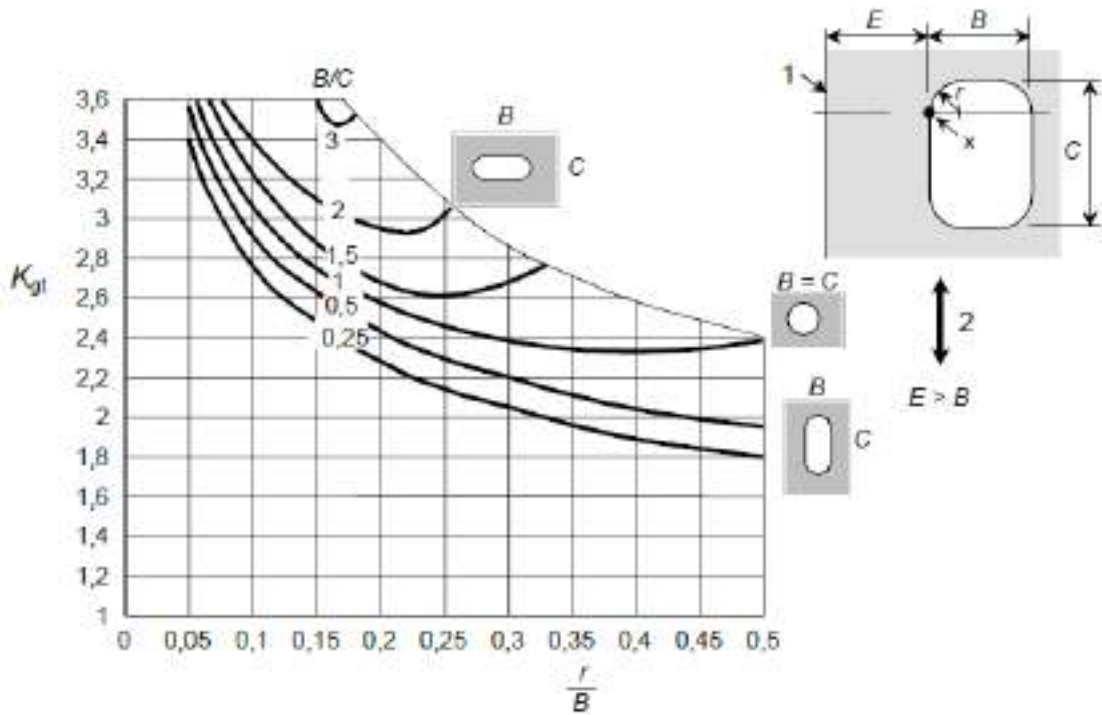
(2) Các phần tử khối với công thức chuyển vị tuyến tính không được khuyến nghị do không đủ độ hội tụ khi tăng độ mịn lưới chia.

(3) Các phần tử khối tứ diện bậc hai 10 nút rất hiệu quả cho việc tạo lưới tự động chia và có khả năng hội tụ tốt.

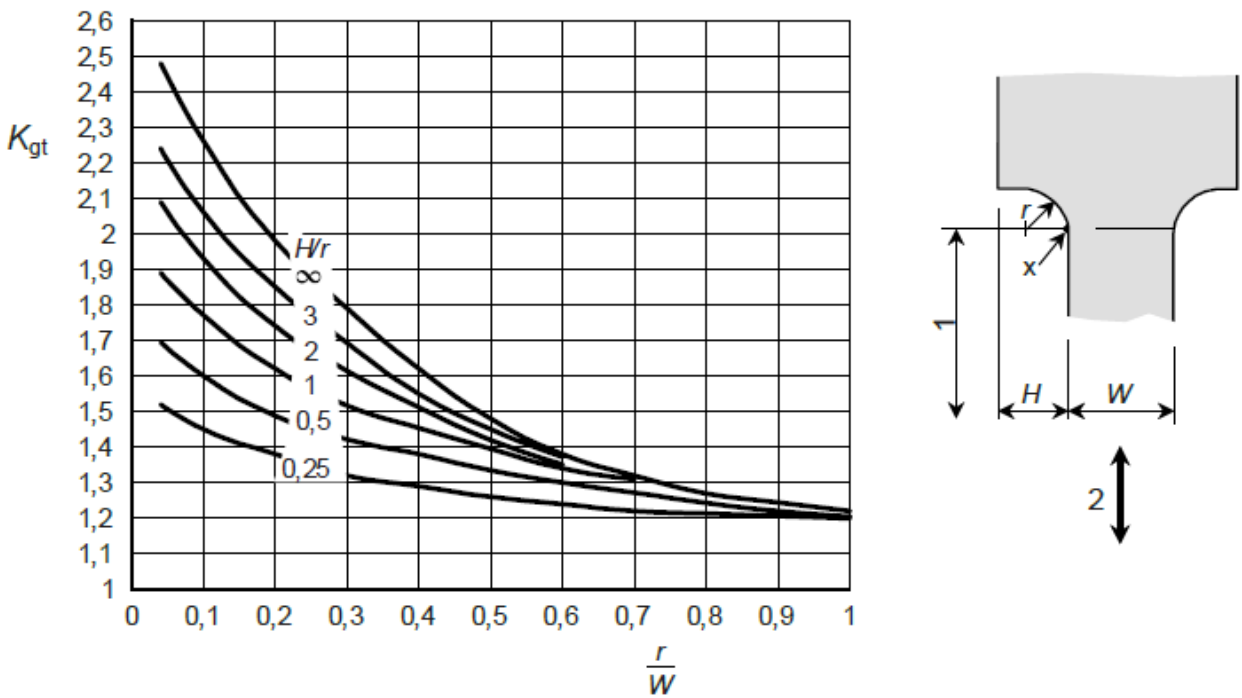
D.2 Các hệ số tập trung ứng suất

(1) Có thể thu được các giá trị của các hệ số tập trung ứng suất và các hệ số rãnh khía cho các dạng hình học thông thường từ các dữ liệu được công bố (xem Tài liệu tham khảo D.1 và D.2).

(2) Các giá trị tiêu biểu của K_{gt} cho các góc tròn trong tấm phẳng được đưa ra trong Hình D.1.



a) Hệ số tập trung ứng suất mỗi K đối với lỗ mở không gia cường dựa trên ứng suất thực tại X
 1 - cạnh tự do; 2 - giao động ứng suất



b) Hệ số tập trung ứng suất mỗi K cho các góc lõm dựa trên ứng suất thực tại X
 1 - chiều dài phần thẳng $> 2r$, 2 - biến động ứng suất

Hình D.1 - Các hệ số tập trung ứng suất điển hình từ các góc tròn trong tấm phẳng

D.3 Giới hạn của mối gây ra bởi oằn cục bộ lặp đi lặp lại

(1) Cần hạn chế độ mảnh của các phần tử tấm để tránh hiện tượng oằn cục bộ lặp đi lặp lại có thể dẫn đến mối tại hoặc liền kề với các liên kết ở biên.

(2) Có thể bỏ qua oằn cục bộ lặp lại quá mức nếu đáp ứng tiêu chí sau:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma}\sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1\tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau}\sigma_E}\right)^2} \leq 1,1 \quad (D.1)$$

Trong đó:

$\sigma_{x,Ed,ser}$, $\tau_{x,Ed,ser}$ là các ứng suất cho tổ hợp tải trọng thường gặp.

k_{σ} , k_{τ} là các hệ số oằn đàn hồi tuyến tính với giả thiết các cạnh của phần tử tấm có liên kết khớp.

$$\sigma_E = 0,904E(t_w / b_w)^2$$

t_w , b_w là các chiều dày và chiều cao của ô bản bụng.

CHÚ THÍCH Thuật ngữ thờ bản bụng có thể gặp trong các tài liệu, có ý nghĩa tương tự như oằn cục bộ lặp đi lặp lại.

Phụ lục E (tham khảo)

Nút keo dính

(1) Thiết kế các nút keo dính cần xem xét các điều sau:

- Hiệu ứng bong tróc cần được giảm đến mức tối thiểu;
- cần giảm thiểu tập trung ứng suất;
- các biến dạng trong kim loại gốc cần được giữ dưới mức chảy dẻo;
- biến đổi hóa học hoặc a nốt hóa bề mặt giúp cải thiện độ bám dính so với tẩy nhờn hoặc mài mòn cơ học;
- các điều kiện tiếp xúc môi trường khắc nghiệt thường làm giảm tuổi thọ mỗi.

(2) Đối với các mối nối chồng phá hoại trong mặt phẳng bám dính, miền ứng suất cắt hiệu quả $\Delta\tau$ cần dựa trên lực trên mỗi đơn vị chiều rộng của nút chia cho chiều dài hiệu quả nối chồng L_{adh} , trong đó:

L_{adh} = chiều dài nối chồng L khi $L \leq 15 \text{ mm}$

$L_{adh} = 15 \text{ mm}$ khi $L > 15 \text{ mm}$

(3) Cường độ chịu mỏi tham chiếu của nút nối chồng đôi liên kết bằng keo dính bị phá hoại trong đường keo được xác định bởi phương trình:

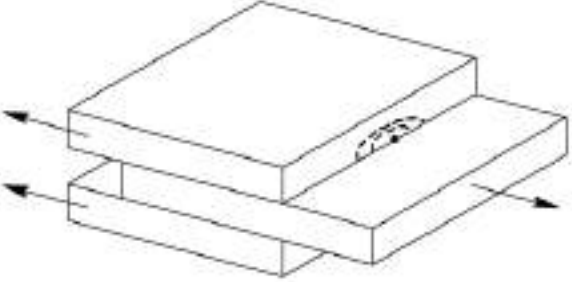
$$\Delta\tau_{C,adh} = k_{C,adh} \cdot f_{v,adh} \quad (E.1)$$

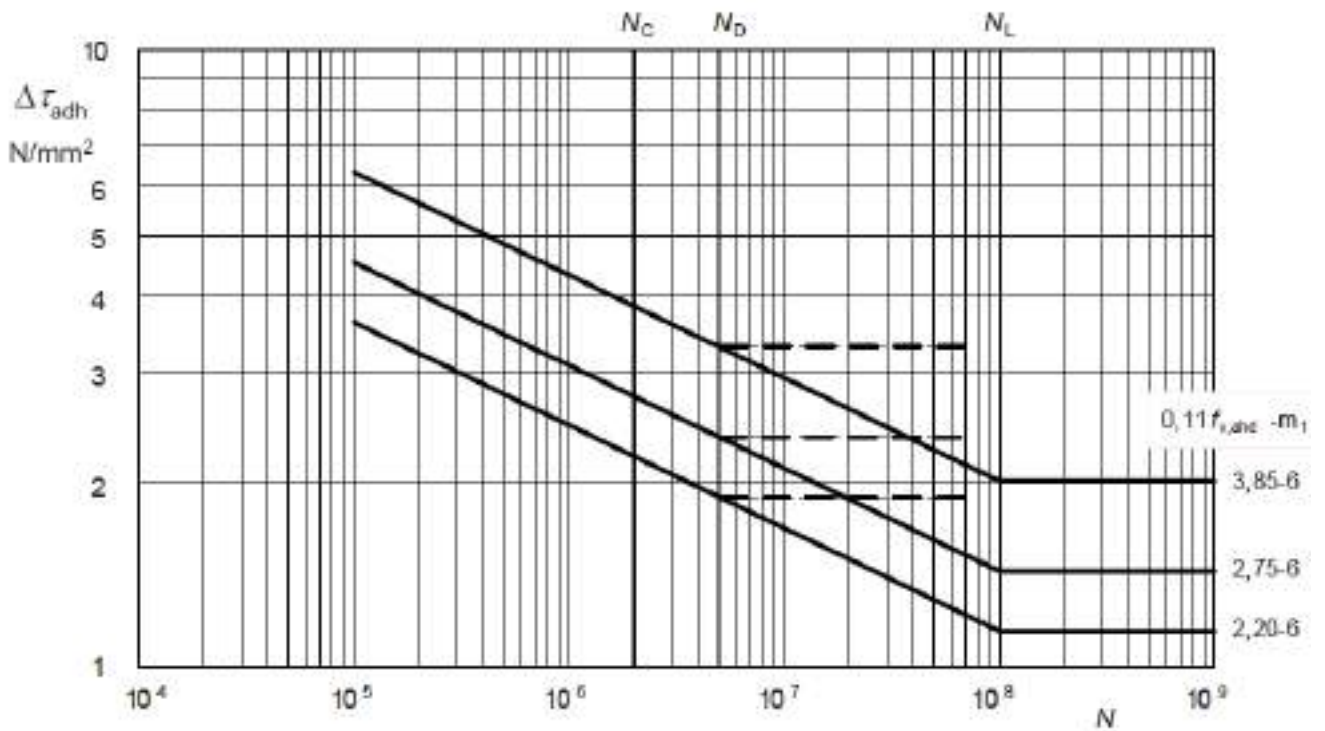
Trong đó:

$k_{C,adh}$ là giá trị của hệ số cường độ chịu mỏi nút keo dính k_{adh} tại $N_C = 2 \times 10^6$ chu kỳ

$f_{v,adh}$ là cường độ chịu cắt đặc trưng của keo dính thu được từ thí nghiệm cắt nối chồng tĩnh tiêu chuẩn (xem TCVN ****-1-1)

Bảng E.1 - Nút keo dính

Danh mục chi tiết	Hình dạng sản phẩm Chi tiết xây dựng Vị trí bắt đầu của vết nứt	Phân tích ứng suất	Yêu cầu thi công
$0,11 f_{v,adh}$ $m_1 = 6$ $m_2 = 6$	<p>Sản phẩm cán, ép đều và rèn dập Epoxy đơn và hai thành phần Nút nối chồng, chiều dày của phần mỏng hơn ≤ 8 mm</p>  <p>Trong đường keo ở mép trước</p>	<p>Ứng suất vuông góc với mép trước Đỉnh ứng suất tại mép trước, độ lệch tâm của đường tải trong các nút nối chồng hai phía đối xứng</p>	<p>Chỉ gia công bằng dao phay tốc độ cao Chuẩn bị bề mặt: tẩy nhờn hoặc dùng lớp phủ cromat hóa Lắp ráp: chiều dày đường keo nằm trong dung sai quy định cho thí nghiệm độ bền cắt</p>



Đường cong độ bền cắt do mỏi: 3,85-6 một thành phần, được bảo dưỡng nhiệt, epoxit biến tính, $f_{v,adh} = 35 N/mm^2$

Đường cong độ bền cắt do mỏi: 2,75-6 hai thành phần, được bảo dưỡng nguội, epoxit biến tính, $f_{v,adh} = 25 N/mm^2$

Đường cong độ bền cắt do mỏi: 2,20-6 hai thành phần, được bảo dưỡng nguội, acrylic biến tính, $f_{v,adh} = 20 N/mm^2$

Hình E.1 - Đường cong $\Delta\tau_{adh} - N$ cho các nút liên kết bằng keo dính

Bảng E.2 – Giá trị cho $k_{adh} (= \Delta\tau / f_{v,adh})$ đối với nút keo dính

Danh mục chi tiết ($N = 2 \times 10^6$)		$N = 10^5$	$N_D = 5 \times 10^6$	$N_L = 10^8$
$\Delta\tau_{C,adh} / f_{v,adh}$	m_1	$\Delta\tau / f_{v,adh}$	$\Delta\tau_D / f_{v,adh}$	$\Delta\tau_L / f_{v,adh}$
0,11	6	0,181	0,094	0,065

(4) Quan hệ thiết kế mỏi đối với những độ chịu mỏi trong khoảng từ 10^5 đến 5×10^6 chu kỳ hoặc trong phạm vi giữa 5×10^6 đến 10^8 chu kỳ được xác định tương ứng như trong 6.2.1 (2) và 6.2.1 (4) trong tiêu chuẩn này.

(5) Các giá trị cường độ thiết kế cho các nút keo dính cần áp dụng một hệ số riêng γ_{Mf} cho các giá trị cường độ đã cho ở trên.

CHÚ THÍCH: Hệ số riêng γ_{Mf} cho các loại chi tiết xây dựng cụ thể có thể được xác định trong Phụ lục quốc gia. Giá trị $\gamma_{Mf} = 3,0$ được khuyến nghị.

(6) Thí nghiệm trong các điều kiện đại diện về hình học, tay nghề và điều kiện môi trường tiếp xúc được khuyến nghị cho các điều kiện sử dụng quan trọng.

(7) Dữ liệu môi cho các nút liên kết bằng keo dính chỉ áp dụng trong phạm vi nhiệt độ -20°C và $+60^{\circ}\text{C}$.

CHÚ THÍCH: Giới hạn nhiệt độ đã cho dựa trên dữ liệu thí nghiệm có sẵn. Các giá trị khác có thể được xác định bởi Phụ lục quốc gia, nếu chúng được chứng minh bằng thí nghiệm theo Phụ lục C.

(8) Không có quy định nào được phép thực hiện cho ảnh hưởng của ứng suất trung bình mà không được chứng minh bằng thí nghiệm (xem Phụ lục C).

Phụ lục F (tham khảo)

Miền mỗi chu kỳ thấp

F.1 Giới thiệu

(1) Khi hư hỏng đáng kể xảy ra bởi các miền ứng suất cao được áp dụng dưới 10^5 lần, các đường cong $\Delta\sigma - N$ được đưa ra trong 6.2 cho các chi tiết xây dựng nhất định và các hệ số R có thể là thiên về an toàn một cách không cần thiết. Để có một dự đoán tuổi thọ chính xác hơn, có thể sử dụng dữ liệu dưới đây.

F.2 Sửa đổi cho đường cong $\Delta\sigma - N$

(1) Đối với độ chịu mỏi trong khoảng 10^3 và 10^5 chu kỳ, đường cong thiết kế mỏi có thể được xác định như sau:

$$N_i = \left(\frac{\Delta\sigma_C}{\Delta\sigma_i} \frac{1}{\gamma_{FF}\gamma_{MF}} \right)^{m_0} \cdot 20^{\frac{m_0}{m_1}} \cdot 10^5 \quad (F.1)$$

Trong đó:

- N_i là số chu kỳ đến phá hoại được tính toán của miền ứng suất $\Delta\sigma_i$
- $\Delta\sigma_C$ là giá trị tham chiếu của cường độ chịu mỏi tại 2×10^6 chu kỳ phụ thuộc vào danh mục chi tiết
- $\Delta\sigma_i$ là miền ứng suất cho các ứng suất chính tại chi tiết xây dựng và không đổi cho tất cả các chu kỳ
- m_0 là độ dốc âm logarit của đường cong $\Delta\sigma - N$ trong phạm vi 10^3 và 10^5 chu kỳ, phụ thuộc vào danh mục chi tiết, hợp kim và giá trị R
- m_1 là độ dốc âm logarit của đường cong $\Delta\sigma - N$, phụ thuộc vào danh mục chi tiết
- γ_{FF} là hệ số riêng kể đến sự bất định trong phổ tải trọng và phân tích ứng xử (xem 2.4);
- γ_{MF} là hệ số riêng kể đến sự bất định trong vật liệu và thi công (xem 6.2.1(2)).

F.3 Dữ liệu thí nghiệm

(1) Bảng F.1 đưa ra các giá trị m_0 cho các chi tiết xây dựng được lựa chọn trong các sản phẩm hợp kim rèn dập nhất định được lấy từ dữ liệu thí nghiệm.

CHÚ THÍCH 1 Cho các hệ số R giữa $R = -1$ và $R = 0$, có thể sử dụng phép nội suy tuyến tính của giá trị nghịch đảo m_0 .

CHÚ THÍCH 2 Giá trị R có thể chỉ dựa trên các ứng suất tác dụng mà không kể đến các ứng suất dư.

Bảng F.1 – Các giá trị của m_0

Loại chi tiết	Bảng danh mục chi tiết	Hợp kim	Hình dạng sản phẩm	m_0	
				$R = -1$	$R \geq 0$
1.1	J.1	7020	Tấm, bản và ép đùn đơn giản	5,0	m_1
1.2		seri 6000 ¹⁾	Tấm, bản và ép đùn đơn giản	4,0	m_1
1.3		7020	Ép đùn tạo hình	4,0	m_1
1.4		seri 6000 ¹⁾	Ép đùn tạo hình	4,0	m_1
7.6	J.7 và J.9	TCVN ****-1-1, Bảng 3.1a ¹⁾		3,0	m_1
9.1				3,0	m_1
9.2				3,0	m_1
9.3				3,0	m_1
9.4				3,0	m_1
15.1	J.15	7020	TCVN ****-1-1, Bảng 3.1a	3,3	m_1
15.2		7020		3,3	m_1
¹⁾ Ngoại lệ - xem 3(1)					

Phụ lục G (tham khảo)

Ảnh hưởng của hệ số R

G.1 Tăng cường cho cường độ chịu môi

(1) Đối với các giá trị tỷ lệ ứng suất tác dụng nhỏ hơn $R = +0,5$, cường độ chịu môi tham chiếu tăng cường $\Delta\sigma_{C(R)}$ có thể được sử dụng thay cho $\Delta\sigma_C$ như sau:

$$\Delta\sigma_{C(R)} = f(R)\Delta\sigma_C \quad (\text{G.1})$$

Trong đó:

$f(R)$ là hệ số tăng cường phụ thuộc vào hệ số R và loại cấu kiện và chi tiết xây dựng, như được nêu trong G.2. dưới đây.

CHÚ THÍCH: Các ống được chuốt và các tiết diện được tạo hình (gấp; cán) có thể có các ứng suất dư (không đáng kể), và do đó có thể không cho phép việc tăng cường cho cường độ chịu môi như theo Phụ lục này.

G.2 Các trường hợp tăng cường

G.2.1 Trường hợp 1

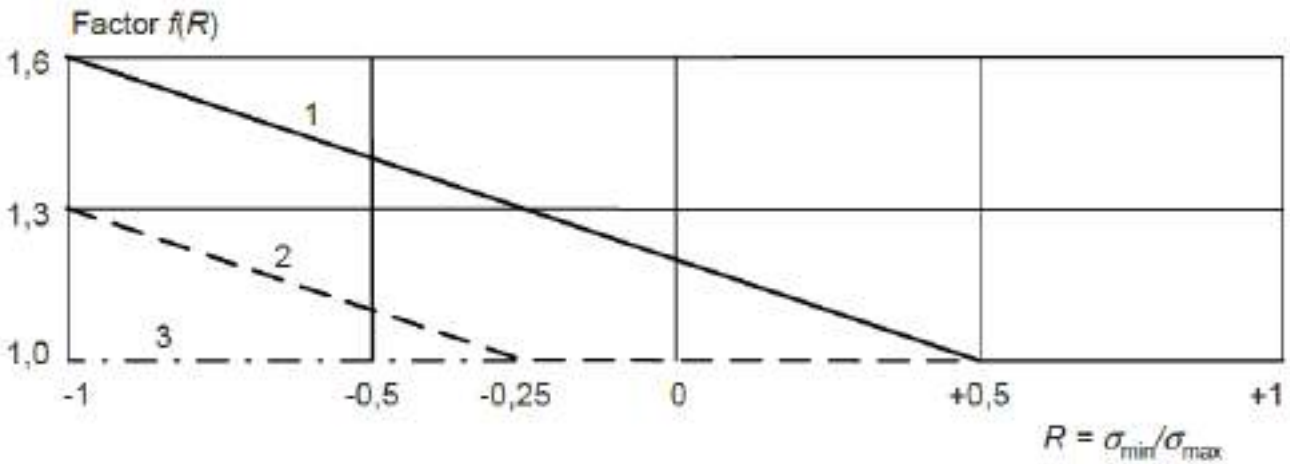
- (1) Áp dụng cho các vị trí bắt đầu của vết nứt trong vật liệu gốc và các sản phẩm rèn đập trong các cấu kiện kết cấu xa liên kết.
- (2) Cần có quy định cho bất kỳ tác động trước hoặc sai sót căn chỉnh bên cạnh các ứng suất tác dụng.
- (3) Các giá trị của hệ số tăng cường $f(R)$ được cho bởi

$$f(R) = 1,2 - 0,4R \quad (\text{G.2})$$

xem thêm Bảng G.1 và Hình G.1.

Bảng G.1 – Các giá trị của $f(R)$ cho Trường hợp 1

R	$f(R)$
≤ -1	1,6
> -1 $< +0,5$	$1,2 - 0,4R$
$\geq +0,5$	1,0



1 - vùng hoàn toàn không có ứng suất; 2 - vùng không có ứng suất một phần; 3 - vùng có ứng suất dư

Hình G.1 - Hệ số tăng cường độ bền $f(R)$ ở chu kỳ 2×10^2

G.2.2 Trường hợp 2

(1) Áp dụng cho các vị trí bắt đầu của vết nứt liên quan đến các liên kết hàn hoặc liên kết chốt cơ khí trong các cấu kiện kết cấu đơn giản, trong đó các ứng suất dư σ_{res} đã được thiết lập, có kể đến bất kỳ tác động trước hoặc sai sót căn chỉnh.

(2) Hệ số R hiệu quả R_{eff} cần được dự đoán như sau:

$$R_{eff} = \frac{2\sigma_{res} - \Delta\sigma}{2\sigma_{res} + \Delta\sigma} \tag{G.3}$$

Trong đó:

$\Delta\sigma$ là miền ứng suất tác dụng.

(3) Các giá trị của $f(R)$ được cho bởi

$$f(R) = 0,9 - 0,4R \tag{G.4}$$

xem thêm Bảng G.2 và Hình G.1.

Bảng G.2 - Giá trị của $f(R)$ cho Trường hợp 2

R_{eff}	$f(R)$
≤ -1	1,3
> -1	0,9 - 0,4R
$< -0,25$	
$\geq -0,25$	1,0

G.2.3 Trường hợp 3

- (1) Áp dụng gần các liên kết hàn và cho các tổ hợp kết cấu phức tạp, nơi mà việc kiểm soát ứng suất dư là không thể thực hiện.
- (2) Trong trường hợp này $f(R)$ cần được lấy bằng 1 cho tất cả các hệ số R (xem thêm Hình G.1).

Phụ lục H
(tham khảo)

Tăng cường cho cường độ chịu mỏi của mối hàn

H.1 Yêu cầu chung

(1) Độ bền của nút liên kết hàn có thể được tăng cường trong trường hợp vết nứt do mỏi bắt đầu ở chân mối hàn. Các phương pháp tăng cường này thường được sử dụng tại các mối hàn chịu ứng suất cao nhất hoặc để cải thiện các mối hàn có độ bền thấp.

(2) Các phương pháp sau đây được xem xét:

- Gia công hoặc mài;
- bảo bằng khí trơ vonfram (TIG) hoặc plasma;
- làm cứng bề mặt (bằng cách phun, đập bằng kim hoặc búa).

(3) Trong trường hợp sử dụng các kỹ thuật tăng cường cụ thể, có thể thu được một sự cải thiện độ bền lên đến 30% ở vùng tuổi thọ chịu mỏi giữa và dài được đo bằng miền ứng suất. Sự tăng cường độ bền cao nhất đạt được bằng cách kết hợp hai phương pháp như gia công (hoặc mài) và làm cứng bề mặt bằng đập búa khi đó có thể đạt được sự cải thiện gấp đôi ở mỗi phương pháp.

(4) Đối với tất cả các phương pháp, cần xem xét các khía cạnh sau đây:

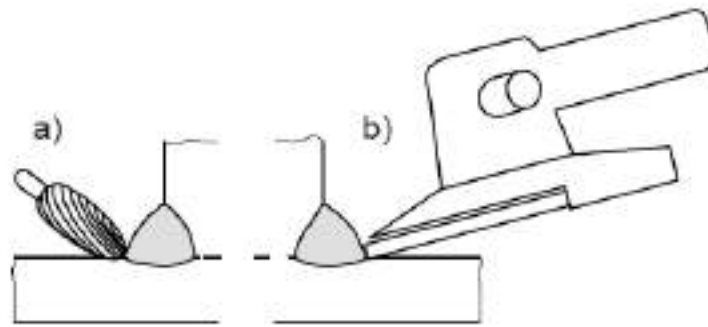
- a) Cần có một quy trình thực hiện phù hợp;
- b) Trước khi áp dụng các biện pháp tăng cường độ bền, cần đảm bảo rằng không có vết nứt bề mặt xuất hiện tại các vị trí nguy hiểm.
- c) Việc này cần được thực hiện bằng cách sử dụng thuốc nhuộm thẩm thấu hoặc các phương pháp thí nghiệm không phá hủy phù hợp khác;
- d) Trong vùng tuổi thọ ngắn, nơi các ứng suất cục bộ vượt quá cường độ chảy, thời gian bắt đầu xuất hiện vết nứt là nhỏ (không kể trường hợp rãnh khía) và do đó sự tăng cường độ bền là nhỏ. Vì vậy, sẽ không có tăng cường độ bền trong thiết kế ở 10^5 chu kỳ. (Do đó, đường cong $\Delta\sigma - N$ được xoay với các giá trị không đổi tại 10^5);
- e) Các vị trí tiềm năng đứt do mỏi khác với vị trí được tăng cường độ bền cần được xem xét, ví dụ: nếu khu vực chân mối hàn được tăng cường, các vị trí như chiều cao đường hàn hoặc vết nứt bên trong (thâm nhập một phần) có thể trở thành yếu tố giới hạn về độ bền;
- f) Tuổi thọ mỏi và tính hữu ích của các phương pháp tăng cường cần được xem xét;
- g) Sự tăng cường độ bền thường bị mất trong điều kiện ăn mòn tự do trong nước. Các phương pháp liên quan đến ứng suất dư chịu nén (làm cứng bề mặt) thường ít nhạy cảm hơn. Do đó, cần có lớp bảo vệ chống ăn mòn nếu muốn đạt được sự tăng cường cho cường độ chịu mỏi.

(5) Các giá trị thiết kế cho các mối hàn được tăng cường cần được thiết lập bằng thí nghiệm, xem Phụ lục C.

H.2 Gia công hoặc mài

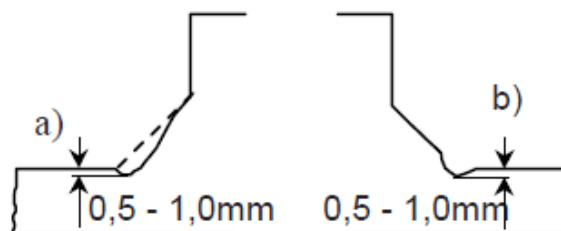
(1) Có thể thực hiện việc gia công bằng máy cắt sử dụng đĩa quay tốc độ cao và có lợi thế là tạo ra một định nghĩa bán kính chính xác hơn, để lại các dấu song song với hướng ứng suất và tạo sự tiếp cận tới các góc. Hoặc bằng cách khác, một máy mài đĩa có thể được sử dụng nếu có thể tiếp cận được, xem Hình H.1. Trong cả hai trường hợp, bán kính đầu hoặc cạnh của vết cắt cần được chọn chính xác.

(2) Để đảm bảo loại bỏ các xâm nhập, v.v ... việc gia công bằng đĩa cần được mở rộng đến độ sâu tối thiểu 0,5 mm bên dưới đáy của bất kỳ vết cháy chân mối hàn có thể nhìn thấy, v.v., nhưng không được vượt quá 2 mm hoặc 5% chiều dày tấm, lấy theo giá trị nhỏ hơn, xem hình H.2. Việc giảm không đáng kể chiều dày tấm và việc tăng tương ứng trong ứng suất danh định là không đáng kể đối với chiều dày từ 10 mm trở lên. Trong trường hợp mối hàn nhiều đường, ít nhất hai chân mối hàn cần được xử lý. Cũng cần chú ý để đảm bảo duy trì kích thước chiều cao đường hàn cần thiết.



a) gia công bằng đĩa quay; b) sử dụng đĩa mài

Hình H.1 - Kỹ thuật gia công / mài



a) Tiết diện đầy đủ; b) chân mối hàn

Hình H.2 Tiết diện hình học

H.3 Bào bằng TIG hoặc plasma

(1) Trong khi hàn khí trơ vonfram (TIG) chỉ thiết thực cho các kết cấu được làm từ các tấm dày 4 mm trở xuống, có thể được sử dụng phương pháp này để cải thiện cường độ chịu mỏi trong trường hợp chân mối hàn là vị trí nguy hiểm. Khi khu vực chân mối hàn hiện hữu được làm nóng chảy lại, các vị

trí lẫn xỉ và các chỗ cháy chân có thể được loại bỏ và bán kính chân mối hàn có thể được tăng lên làm giảm hệ số tập trung ứng suất cục bộ.

(2) Cần sử dụng thiết bị bào TIG tiêu chuẩn sao cho không sử dụng thêm bất kỳ vật liệu làm đầy nào. Phương pháp bào TIG bị ảnh hưởng bởi tay nghề của người vận hành và điều quan trọng là cần có bề mặt sạch để tránh lỗ rỗng. Cần chuẩn bị quy trình chi tiết.

(3) Việc tăng cường độ bền cần được kiểm tra bằng các thí nghiệm.

H.4 Làm cứng bề mặt

(1) Các phương pháp này thường đem lại lợi ích lớn nhất khi có ứng suất dư chịu nén. Các phương pháp phổ biến nhất là làm cứng bề mặt bởi đập bằng búa, đập bằng kim, và bằng cách phun. Làm cứng bề mặt là quá trình xử lý nguội trong đó tác động của một công cụ làm biến dạng dẻo bề mặt. Các vật liệu xung quanh (đàn hồi) sẽ nén vùng thể tích bị biến dạng. Tải trọng sử dụng gây nén lớn có thể làm giảm mức độ ứng suất dư và cần được tính đến khi áp dụng phổ tác động ngẫu nhiên.

(2) Cần chuẩn bị các quy trình cho tất cả các phương pháp làm cứng bề mặt: Passes, biến dạng chân mối hàn và độ lõm cho đập bằng búa và dây bó; cường độ, phạm vi, và biến dạng dải Almen cho làm cứng bằng cách phun.

Phụ lục I (tham khảo)

Chi tiết đúc

I.1 Yêu cầu chung

(1) Có thể sử dụng dữ liệu sau đây cho chi tiết đúc với điều kiện là các quy tắc tính toán ứng suất trong TCVN ****-1-1 mục 3.2.3.1 và Phụ lục C.3.4 được tuân theo.

(2) Có thể sử dụng các quy tắc thiết kế trong TCVN ****-1-3 đối với chi tiết đúc dưới tải trọng mỏi, đối với các hợp kim được đưa ra trong TCVN ****-1-1, Bảng 3.3, nếu các yêu cầu bổ sung trong I.3 được thỏa mãn.

I.2 Dữ liệu cường độ chịu mỏi

I.2.1 Chi tiết đúc trơn

(1) Phụ thuộc vào yêu cầu mức độ chất lượng, xem I.3, có thể áp dụng các giá trị số cho $\Delta\sigma$ của Bảng I.1.

Bảng I.1 - Giá trị số của $\Delta\sigma$ (N/mm²) cho vật liệu trơn

Danh mục chi tiết ($N_C = 2 \times 10^6$)		$N = 10^5$	$N_D = 2 \times 10^6$	$N_L = 10^8$
$\Delta\sigma_C$	$m_1 = m_2$	$\Delta\sigma$	$\Delta\sigma_D$	$\Delta\sigma_L$
71 ¹⁾	7	108,9	71	40,6
50	7	76,7	50	28,6
40	7	61,4	40	22,9
32	7	49,1	32	18,3
25	7	38,4	25	14,3
¹⁾ xem CHÚ THÍCH trong I.3				

I.2.2 Vật liệu được hàn

(1) Giá trị cường độ chịu mỏi đối với chi tiết đúc được hàn không được đề cập trong TCVN ****-1-3.

CHÚ THÍCH Giá trị cường độ chịu mỏi đối với liên kết hàn của chi tiết đúc có thể được xác định trong Phụ lục quốc gia.

I.2.3 Chi tiết đúc được nối cơ khí

I.2.3.1 Nút liên kết bu lông

(1) Có thể áp dụng các giá trị số cho $\Delta\sigma$ trong Bảng I.2 cho các bu lông thuộc loại A: Loại ép mặt, xem TCVN ****-1-1.

Bảng I.2 - Giá trị số của $\Delta\sigma$ (N/mm^2) cho các nút liên kết bằng bu lông

Danh mục chi tiết ($N_C = 2 \times 10^6$) cho vật liệu trơn	Danh mục chi tiết tương ứng ($N_C = 2 \times 10^6$) cho nút liên kết bằng bu lông		$N = 10^5$	$N_D = 5 \times 10^6$	$N_L = 10^8$
	$\Delta\sigma_C$	$m_1 = m_2$			
71	45	4	95,2	35,8	16,9
50	40	4	84,6	31,8	15,0
40	25	4	52,9	19,9	9,4
32	20	4	42,3	15,9	7,5
25	16	4	33,8	12,7	6,0

I.2.3.2 Nút chốt khớp

(1) Giá trị cường độ chịu mỗi đối với các nút chốt khớp không được đề cập trong TCVN ****-1-3.

CHÚ THÍCH 1 Các giá trị cường độ chịu mỗi của Bảng J.15 đối với các nút liên kết bằng bu lông có thể được sử dụng nếu phân tích thiết kế xem xét một cách đầy đủ và đáng tin cậy sự phân phối ứng suất dọc theo chốt khớp và cấu kiện, ví dụ bằng tính toán ứng suất hình học.

CHÚ THÍCH 2 Giá trị cường độ chịu mỗi đối với các nút chốt khớp có thể được xác định trong Phụ lục quốc gia.

I.2.4 Chi tiết đúc liên kết keo dính

(1) Mỗi nối keo dính trong chi tiết đúc không được đề cập đến trong TCVN ****-1-3.

CHÚ THÍCH Giá trị cường độ chịu mỗi đối với các mối nối keo dính trong chi tiết đúc có thể được xác định trong Phụ lục Quốc gia.

I.3 Yêu cầu chất lượng

(1) Cần tuân thủ các giới hạn bổ sung trong Bảng I.3 liên quan đến đường kính lỗ rỗng tối đa.

Bảng I.3 - Giá trị cho đường kính lỗ rỗng tối đa [mm] đối với chi tiết đúc

Danh mục chi tiết ($N_C = 2 \times 10^6$)	71	50	40	32	25
đường kính lỗ rỗng tối đa	0,2	0,5	0,9	1,5	2,0 (bình thường)

CHÚ THÍCH: Việc sản xuất chi tiết đúc với đường kính lỗ rỗng nhỏ hơn 0,6 mm đòi hỏi kỹ năng, kinh nghiệm và kỹ thuật đúc và công nghệ đặc biệt. Hơn nữa, việc phát hiện lỗ rỗng dưới 0,6 mm đòi hỏi cần có thiết bị đặc biệt, nhất là cho phạm vi tới 0,2 mm, khi khả năng phát hiện khuyết tật với kích thước như vậy cũng phụ thuộc vào hình dạng (chiều dày) của chi tiết đúc. Các giả thiết được sử dụng trong thiết kế kết cấu cho các đặc trưng vật liệu của chi tiết đúc cần được xác nhận bởi nhà sản xuất chi tiết đúc.

Phụ lục J
(tham khảo)

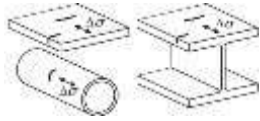
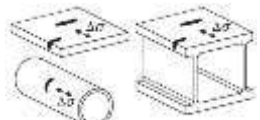

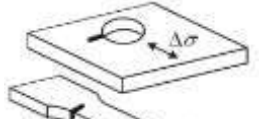

Các bảng danh mục chi tiết

J. 1 Yêu cầu chung

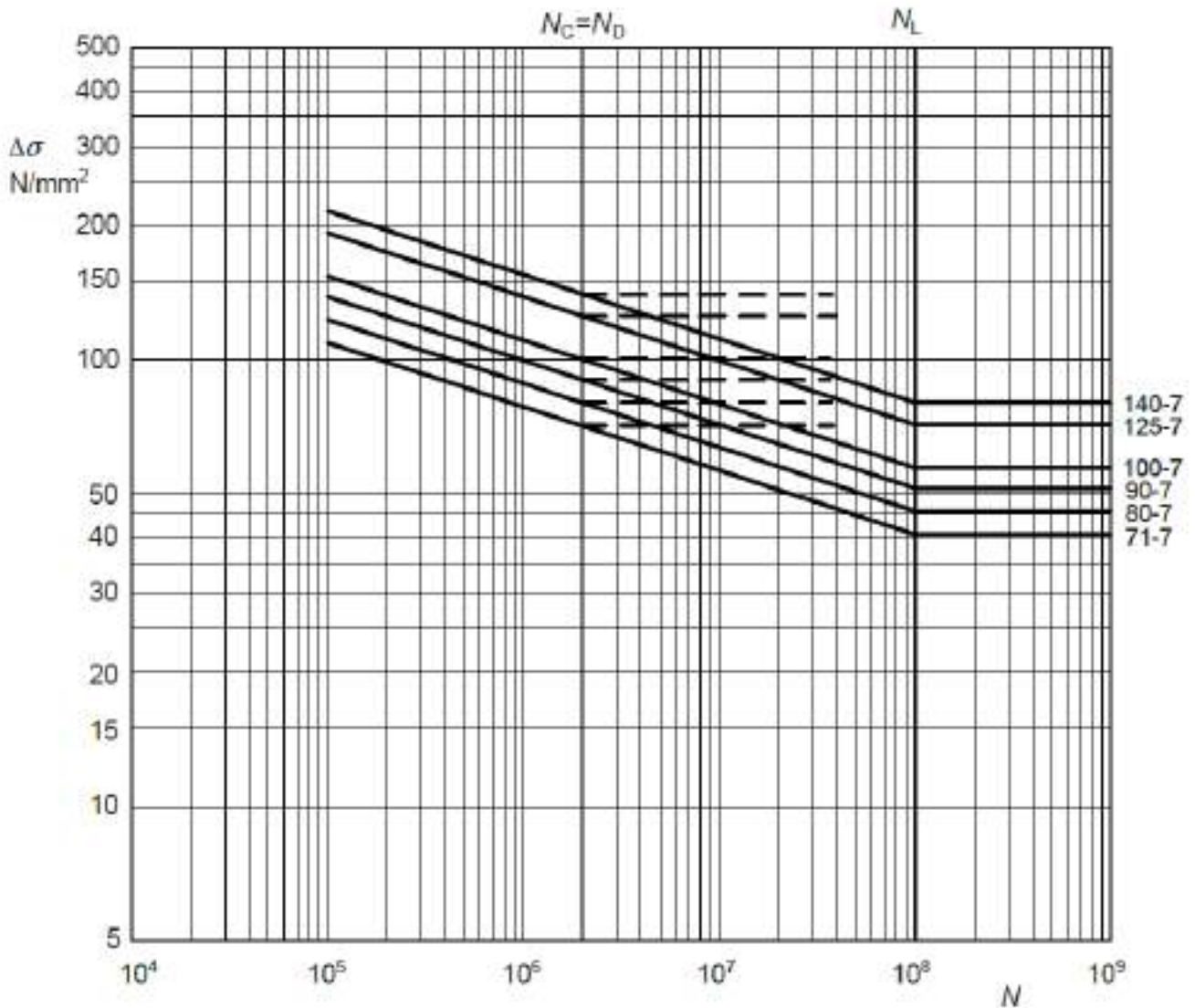
(1) Các danh mục chi tiết và các quan hệ $\Delta\sigma - N$ trong Phụ lục này chỉ có thể được sử dụng với các quy định của Chương 6.

(2) Các giá trị của danh mục chi tiết có giá trị đối với nhiệt độ thường, các điều kiện môi trường không yêu cầu lớp bảo vệ bề mặt (xem Bảng 6.2) và liên quan đến các yêu cầu về thi công của EN 1090-3. Các giá trị này được dẫn xuất cho các giá trị tỷ lệ ứng suất không nhỏ hơn 0,5.

Bảng J.1 - Danh mục chi tiết cho các cấu kiện trôn

Loại chi tiết	Danh mục chi tiết $\Delta\sigma - m_1^{1)}$ Giới hạn hợp kim	Hình dạng sản phẩm Chi tiết xây dựng Vị trí bắt đầu của vết nứt	Hướng ứng suất	Phân tích ứng suất	Các yêu cầu thi công	
1.1	125-7 chỉ 7020	Tấm, bản, và thanh và que đùn đơn giản, các bộ phận được gia công 	Song song hoặc vuông góc ²⁾ theo hướng cán hoặc đùn	Ứng suất danh định chính tại vị trí bắt đầu của vết nứt	Bề mặt không có các góc nhọn trừ khi song song với hướng ứng suất, các cạnh không có các điểm phát sinh ứng suất	
1.2	90-7	Bề mặt nhấp nhô 				Không có góc lõm trong tiết diện định hình, không tiếp xúc với các bộ phận khác Gia công với hoàn thiện bề mặt $R_{z5} < 40 \mu m$ Kiểm tra trực quan
1.3	80-7 chỉ 7020	Tấm, bản, chi tiết ép đùn, ống, chi tiết rèn 				
1.4	71-7	Bề mặt nhấp nhô				
1.5	140-7 chỉ 7020	Rãnh lõm, lỗ 	Song song hoặc vuông góc ²⁾ theo hướng cán hoặc đùn	Kê đến tập trung ứng suất: xem D.2	Các lỗ được khoan và khoét rộng Không có vết xước vuông góc với hướng ứng suất Kiểm tra trực quan	
1.6	100-7	Bề mặt nhấp nhô 				

- 1) $m_1 = m_2$, giới hạn mỗi biên độ không đổi ở 2×10^6 chu kỳ
- 2) Nếu hướng của ứng suất vuông góc với hướng đùn, nhà sản xuất nên được tư vấn về việc đảm bảo chất lượng trong trường hợp ép đùn bởi khuôn porthole hoặc khuôn bridge.
- 3) R_{25} xem EN-ISO 4287 và EN-ISO 4288

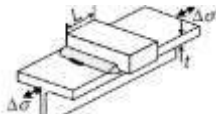
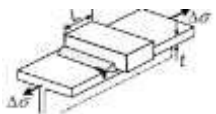
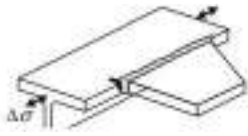




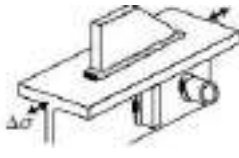
Hình J.1 - Đường cong cường độ chịu mỏi $\Delta\sigma - N$ cho các cấu kiện trơn - các danh mục như trong Bảng J.1

Bảng J.2 - Các giá trị số của $\Delta\sigma - N(N/mm^2)$ cho các cấu kiện trơn - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.1

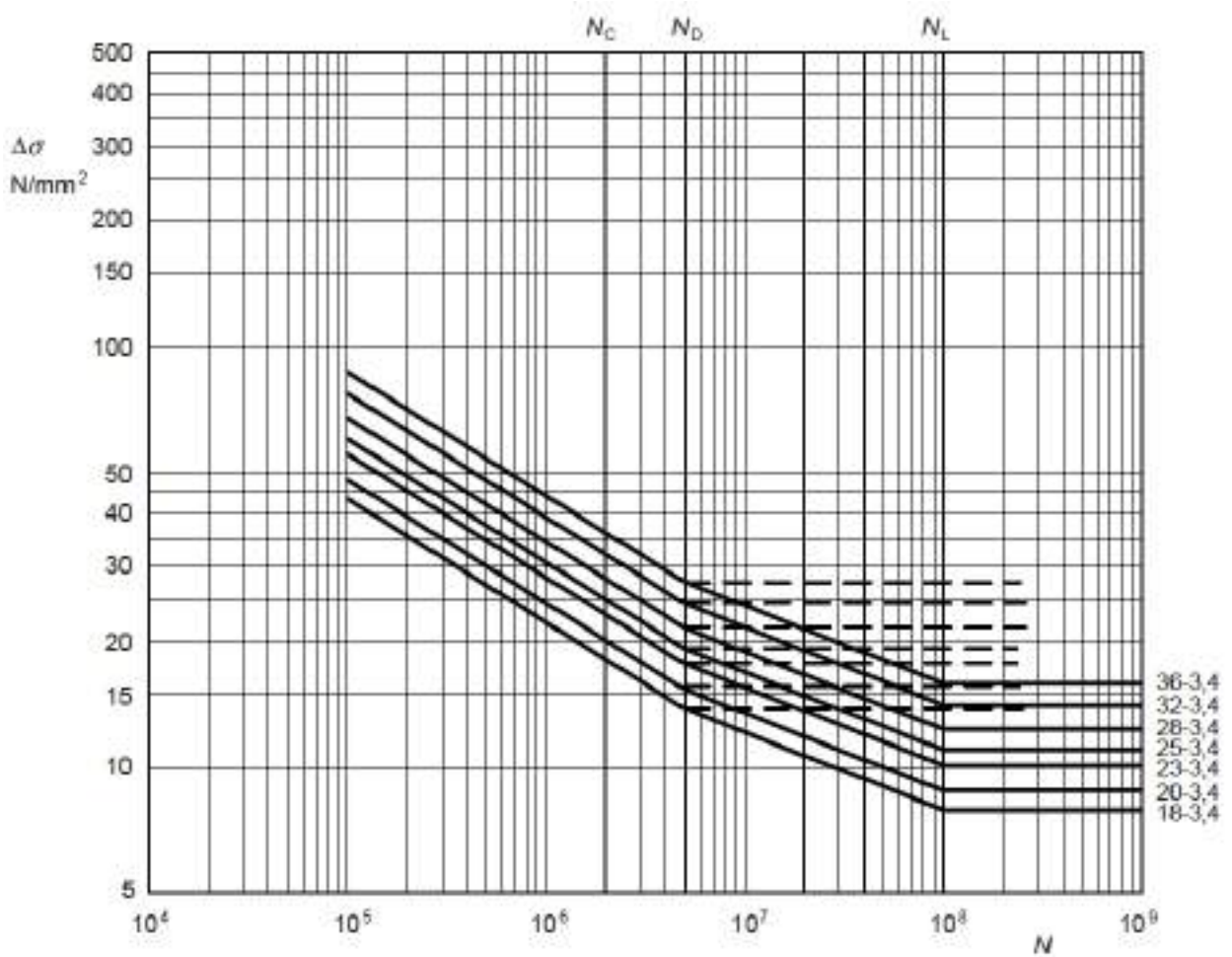
Độ dốc		Số chu kỳ N						
m_1	m_2	1E+05	1E+06	2E+06	5E+06	1E+07	1E+08	1E+09
7,0	7,0	214,8	154,6	140,0	122,8	111,2	80,1	80,1
7,0	7,0	191,8	138,0	125,0	109,7	99,3	71,5	71,5
7,0	7,0	153,4	110,4	100,0	87,7	79,5	57,2	57,2
7,0	7,0	138,1	99,4	90,0	79,0	71,5	51,5	51,5
7,0	7,0	122,7	88,3	80,0	70,2	63,6	45,7	45,7
7,0	7,0	108,9	78,4	71,0	62,3	56,4	40,6	40,6

Bảng J.3- Danh mục chi tiết cho các cấu kiện có hàn các chi tiết đính kèm - chân của đường hàn ngang

Loại chi tiết	Danh mục chi tiết $\Delta\sigma - m_1^{1/2}$	Chi tiết xây dựng Vị trí bắt đầu của vết nứt	Kích thước (mm)	Phân tích ứng suất		Các yêu cầu thi công	
				Tham số ứng suất	Ứng suất đã được kể đến		Cấp độ chất lượng ³⁾
3.1	32-3,4		$L \leq 20$	Ứng suất danh định tại vị trí bắt đầu của vết nứt	Tác dụng làm tăng cường của chi tiết đính kèm	Mài phẳng các vết cháy chân mối hàn	C
3.2	25-3,4 $t \leq 4$ 23-3,4 $4 < t \leq 10$ 20-3,4 $10 < t \leq 15$	Tại chân của đường hàn ngang trên cấu kiện chịu lực, cách xa mép (mối hàn liên tục theo chiều dọc ở mép bản cánh)	$L > 20$				
3.3	28-3,4		$L \leq 20$				
3.4	23-3,4 $t \leq 4$ 20-3,4 $4 < t \leq 10$ 18-3,4 $10 < t \leq 15$	Tại chân của đường hàn ngang trên cấu kiện chịu lực, ở góc (mối hàn liên tục theo chiều dọc ở mép của bản cánh)	$L > 20$				
3.5	18-3,4	 Trên mặt cấu kiện tại mép	Không có bán kính cong				
3.6	36-3,4	 Trong chân đường hàn được mài phẳng, tại mép	$r \geq 50$				
3.7	36-3,4		$r \geq 50$				

		Trong chân đường hàn được mài phẳng, tại mép ở đầu đường hàn				làm phẳng hoàn toàn
3.8	23-3,4	 <p>Trên bề mặt cấu kiện tại mối hàn ngang</p>	Không có bán kính cong			

- 1) $m_2 = m_1 + 2$
- 2) Đối với các cấu kiện phẳng chịu ứng suất uốn, xem 6.2.1(11) và tăng thêm hai cấp danh mục chi tiết.
- 3) Theo EN ISO 10042:2005

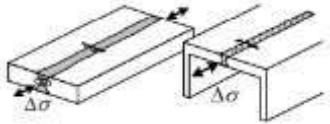
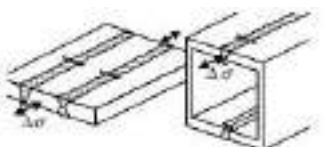
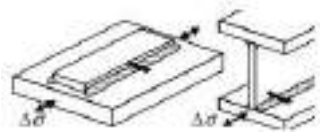
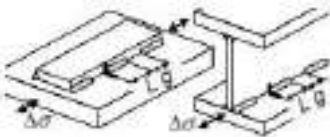


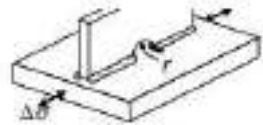
Hình J.2- Các đường cong cường độ chịu mỏi $\Delta\sigma - N$ cho các cấu kiện có hàn các chi tiết đính kèm, chân của đường hàn ngang - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.3

Bảng J.4 - Giá trị số của $\Delta\sigma - N(N/mm^2)$ cho các chi tiết hàn đính kèm, chân của đường hàn ngang - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.3

Độ dốc		Số chu kì N						
m_1	m_2	1E+05	1E+06	2E+06	5E+06	1E+07	1E+08	1E+09
3,4	5,4	86,9	44,1	36,0	27,5	24,2	15,8	15,8
3,4	5,4	77,2	39,2	32,0	24,4	21,5	14,0	14,0
3,4	5,4	67,6	34,3	28,0	21,4	18,8	12,3	12,3
3,4	5,4	60,3	30,7	25,0	19,1	16,8	11,0	11,0
3,4	5,4	55,5	28,2	23,0	17,6	15,5	10,1	10,1
3,4	5,4	48,3	24,5	20,0	15,3	13,4	8,8	8,8
3,4	5,4	43,4	22,1	18,0	13,7	12,1	7,9	7,9

Bảng J.5 - Các danh mục chi tiết cho các cấu kiện có mối hàn dọc

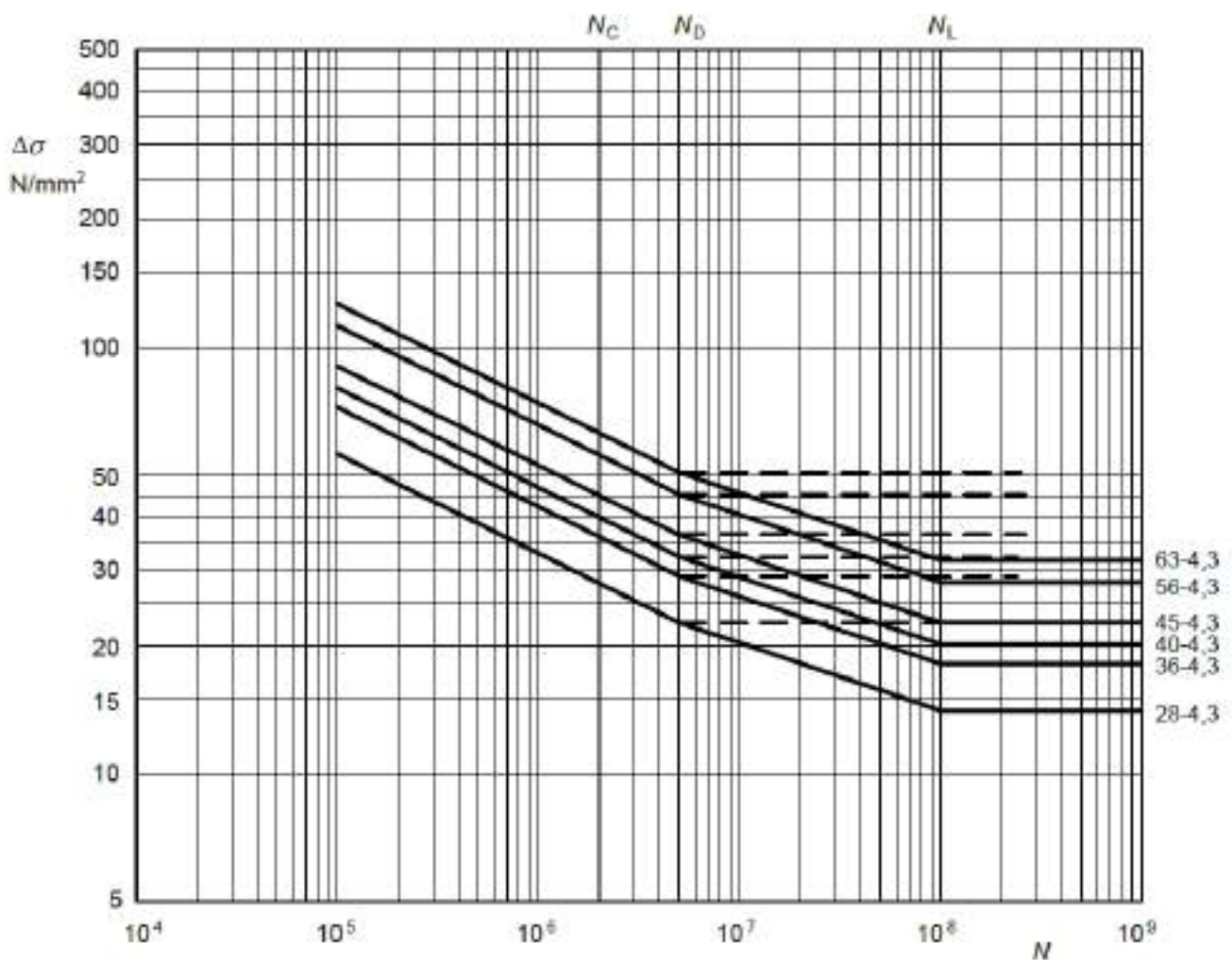
Loại chi tiết	Danh mục chi tiết $\Delta\sigma - m_1^{(1)}$	Chi tiết xây dựng Vị trí bắt đầu của vết nứt	Loại mối hàn	Phân tích ứng suất		Các yêu cầu thi công			
				Tham số ứng suất	Ứng suất tập trung đã được kể đến	Đặc tính mối hàn	Cấp độ chất lượng ⁽³⁾		bổ sung
							bên trong	bề mặt và hình học	
5.1	63-4,3		Hàn đối đầu thấu hoàn toàn Làm phẳng các mặt	Ứng suất danh định tại vị trí bắt đầu của vết nứt		Hàn tự động liên tục	B	C	2)
5.2	56-4,3	Tại nơi mối hàn không liên tục				C	C		
5.3	45-4,3		Hàn đối đầu thấu hoàn toàn			Bất kỳ thanh đệm đường hàn cần được liên tục	C	D	
5.4	45-4,3		Hàn góc liên tục			B	C		
5.5	40-4,3					Tại nơi mối hàn không liên tục	C	D	
5.6	36-4,3		Đường hàn góc đứt đoạn $g \leq 25 L$					C	

5.7	28-4,3	 <p>Chân đường hàn hoặc miệng hàn</p>	Lỗ tròn nằm giữa trục trục đường hàn $r \leq 25$	Sự hiện diện của lỗ tròn		C	D	
-----	--------	--	--	--------------------------	--	---	---	--

1) $m_2 = m_1 + 2$

2) Sự gián đoạn theo hướng đường hàn dọc không được dài hơn 1/10 độ dày của tấm hoặc thể hiện một độ dốc cao hơn 1:4

3) Theo EN ISO 10042:2005

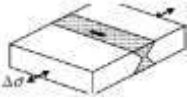







Hình J.3 – Các đường cong cường độ chịu mỏi $\Delta\sigma - N$ cho các cấu kiện với các mối hàn dọc - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.5

Bảng J.6 - Giá trị bằng số của $\Delta\sigma - N(N/mm^2)$ với mỗi hàn dọc – các danh mục chi tiết như trong Bảng J.5

Độ dốc		Số chu kỳ N						
m_1	m_2	1E+05	1E+06	2E+06	5E+06	1E+07	1E+08	1E+09
4,3	6,3	126,4	74,0	63,0	50,9	45,6	31,6	31,6
4,3	6,3	112,4	65,8	56,0	45,3	40,5	28,1	28,1
4,3	6,3	90,3	52,9	45,0	36,4	32,6	22,6	22,6
4,3	6,3	80,3	47,0	40,0	32,3	29,0	20,1	20,1
4,3	6,3	72,3	42,3	36,0	29,1	26,1	18,1	18,1
4,3	6,3	56,2	32,9	28,0	22,6	20,3	14,1	14,1

Bảng J.7 - Các danh mục chi tiết cho nút hàn đối đầu giữa các cấu kiện

Loại chi tiết	Danh mục chi tiết $\Delta\sigma - m_1^{1)}$	Chi tiết xây dựng Vị trí bắt đầu của vết nứt	Loại mối hàn	Phân liên kết	Phân tích ứng suất	Các yêu cầu thi công					
						Các yêu cầu của mối hàn	Cấp độ chất lượng ³⁾		bổ sung		
							bên trong	bề mặt và hình học			
7.1.1	56-7		thấu hoàn toàn, làm phẳng mặt cả hai phía mối hàn	Phẳng, đặc	Tiết diện thực	Làm phẳng góc (đáy) mối hàn (Root ground)	Tám mở rộng được sử dụng ở các đầu, được cắt và làm phẳng mặt theo hướng ứng suất	B	B	6)	
7.1.2	45-7							Trong mối hàn	Tiết diện hờ	C	C
7.2.1	50-4,3		Hàn từ cả hai phía, thấu hoàn toàn	Phẳng, đặc		B		B	6)		
7.2.2	40-3,4					Chân mối hàn		Tiết diện hờ, rộng, ống	B	C	6)
7.2.3	36-3,4								C	C	
7.3.1	40-4,3		Chỉ hàn một bên, thấu hoàn toàn với thanh đệm cố định	Phẳng, đặc		C		C	6)		
7.3.2	32-3,4					Chân mối hàn		Tiết diện hờ, rộng, ống	C	C	
7.4.1	45-4,3		Chỉ hàn một bên, thấu hoàn toàn mà không cần thanh đệm	Phẳng, đặc		B		B	5)6)		
7.4.2	40-4,3					Chân mối hàn		Tiết diện hờ, rộng, ống	C	C	6)
7.4.3	32-3,4								C	C	

7.5	18-3,4	 <p>Trong mối hàn</p>	Thấu bán phần		Chiều cao đường hàn nguyên			D	D	
7.6	36-3,4	 <p>Chân mối hàn</p>	Thấu hoàn toàn		Tiết diện thực ²⁾			B	B	

1) $m_2 = m_1 + 2$

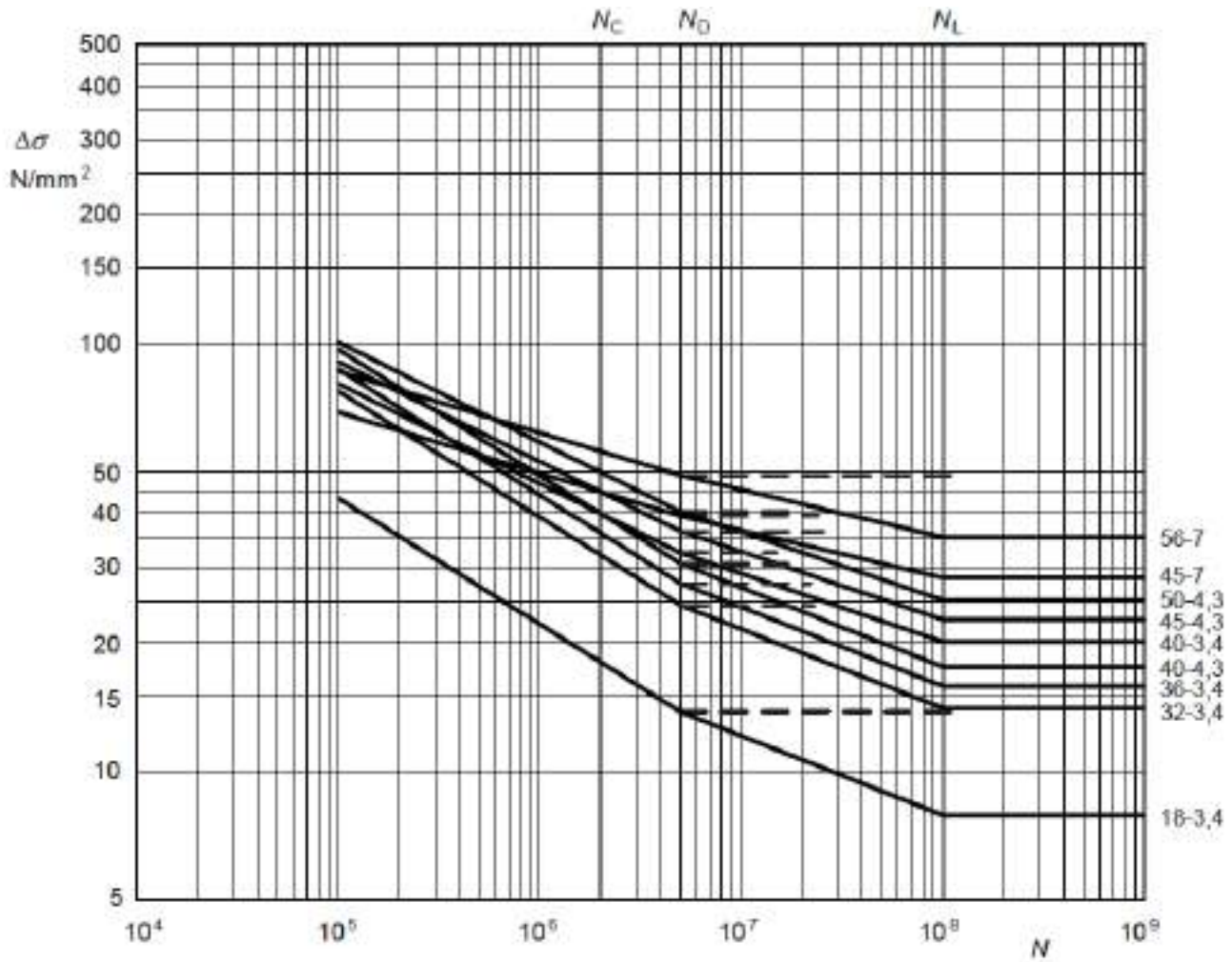
2) Tập trung ứng suất do hiệu ứng tăng cứng của thành phần ngang đã được kể đến.

3) Theo EN ISO 10042:2005

4) Góc lấp đầy $\geq 150^\circ$ cho cả hai mặt của mối hàn.

5) Góc lấp đầy $\geq 150^\circ$

6) Độ dốc của côn $< 1:4$ tại nơi độ rộng hoặc chiều dày thay đổi

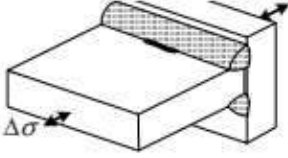
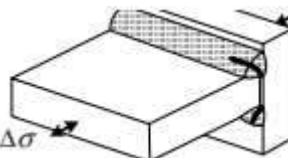

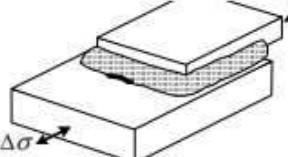


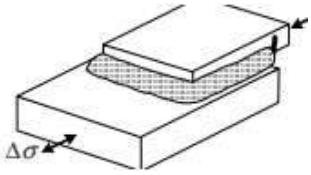
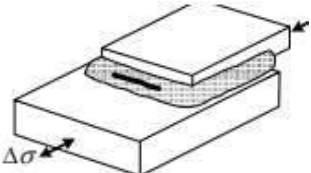
Hình J.4 – Các đường cong cường độ chịu mỏi $\Delta\sigma - N$ cho các nút hàn đối đầu giữa các cấu kiện - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.7

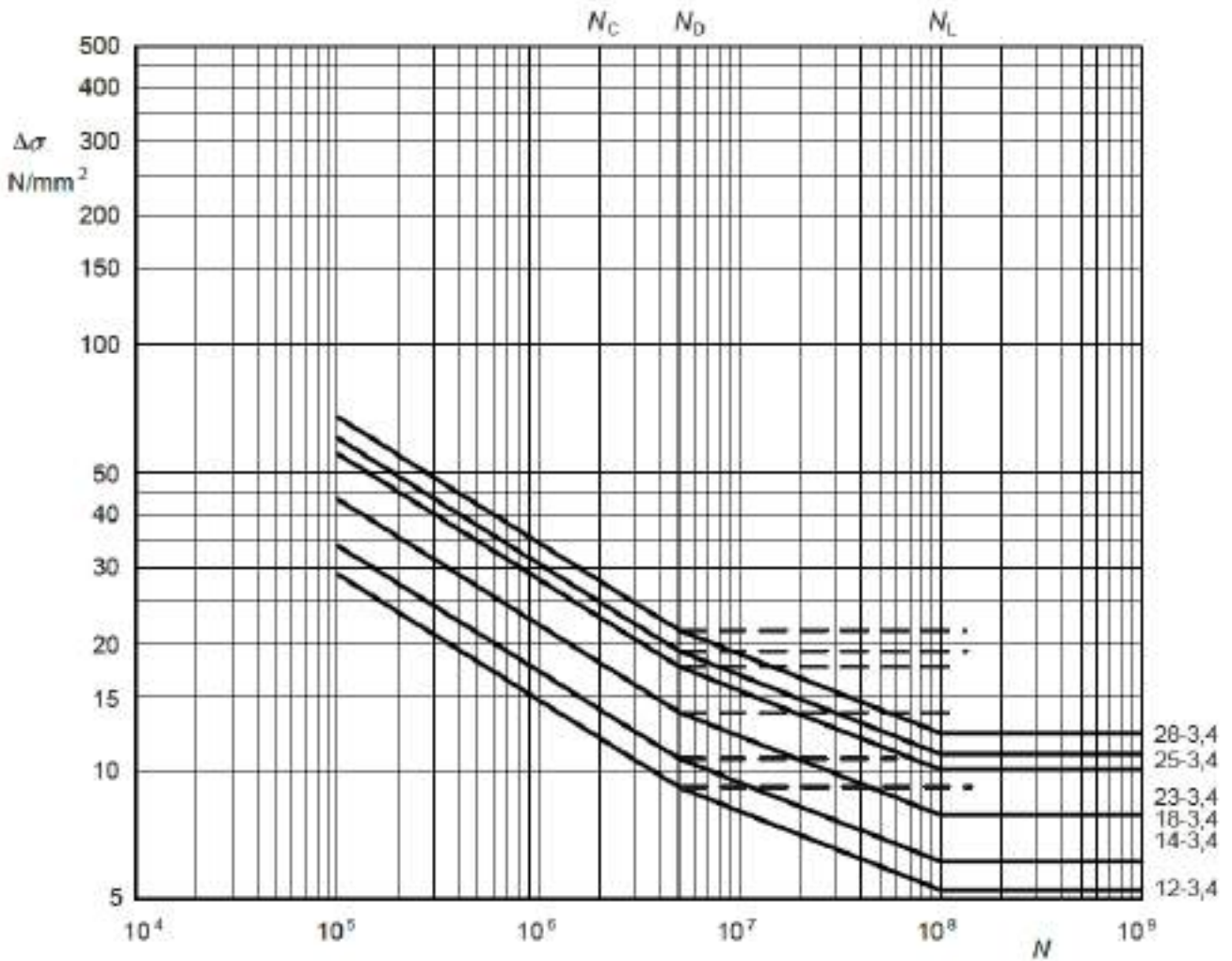
Bảng J.8 - Giá trị số của $\Delta\sigma - N(N/mm^2)$ cho các mối hàn hàn đối đầu giữa các cấu kiện - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.7

Độ dốc		Số chu kỳ N						
m_1	m_2	1E+05	1E+06	2E+06	5E+06	1E+07	1E+08	1E+09
7	9	85,9	61,8	56,0	49,1	45,5	35,2	35,2
7	9	69,0	49,7	45,0	39,5	36,6	28,3	28,3
4,3	6,3	100,4	58,7	50,0	40,4	36,2	25,1	25,1
4,3	6,3	90,3	52,9	45,0	36,4	32,6	22,6	22,6
3,4	5,4	96,5	49,0	40,0	30,6	26,9	17,5	17,5
4,3	6,3	80,3	47,0	40,0	32,3	29,0	20,1	20,1
3,4	5,4	86,9	44,1	36,0	27,5	24,2	15,8	15,8
3,4	5,4	77,2	39,2	32,0	24,4	21,5	14,0	14,0
3,4	5,4	43,4	22,1	18,0	13,7	12,1	7,9	7,9

Bảng J.9 - Các danh mục chi tiết cho nút có đường hàn góc giữa các cấu kiện

Loại chi tiết	Danh mục chi tiết $\Delta\sigma - m_1^{1)}$	Chi tiết xây dựng Vị trí bắt đầu của vết nứt	Loại mối hàn	Phân tích ứng suất		Các yêu cầu thi công			
				Tham số ứng suất	Ứng suất tập trung đã được kể đến	Yêu cầu mối hàn	Cấp độ chất lượng ³⁾		bổ sung
							bên trong	bề mặt và hình học	
9.1	28-3,4	 Chân đường hàn	Hàn góc hai bên thấu bán phần; nứt tại chân với $a/t > 0,6$	Tiết diện thực	Hiệu ứng tăng cứng do các thành phần ngang Tám mở rộng được sử dụng ở các đầu, được cắt và làm phẳng mặt theo hướng của $\Delta\sigma$	C	C		
9.2	25-3,4	 Trong mối hàn	Hàn góc hai bên thấu bán phần; nứt tại góc (đáy) với $a/t \leq 0,6$	chiều cao đường hàn thực		C	C		
9.3	12-3,4	 Trong mối hàn	Hàn góc một bên ²⁾ , nứt tại góc (đáy) với $a/t \leq 0,6$			C	C		
9.4	23-3,4	 Chân đường hàn	hàn góc	Tiết diện thực		C	C		

9.5	18-3,4	 <p>Chân đường hàn</p>	hàn góc				C	C	
9.6	14-3,4	 <p>Trong mối hàn</p>	hàn góc	chiều cao đường hàn thực, xem 5.4.2			C	C	
<p>1) $m_2 = m_1 + 2$</p> <p>2) Trong trường hợp tiết diện ống, thiết kế tương ứng theo chi tiết loại 9.1 hoặc 9.2.</p> <p>3) Theo EN ISO 10042:2005.</p>									

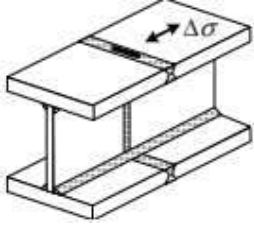
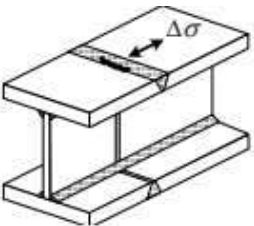
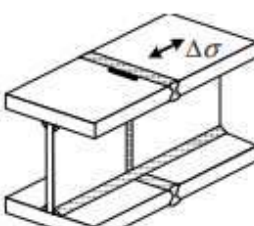
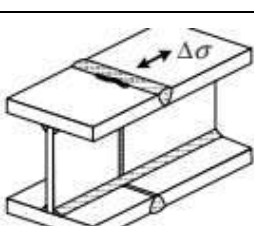


Hình J.5 – Các đường cong cường độ chịu mỏi $\Delta\sigma - N$ cho các nút có đường hàn góc giữa các cấu kiện - các danh mục chi tiết như trong Bảng J. 9

Bảng J.10 - Các giá trị số của $\Delta\sigma - N(N/mm^2)$ cho các nút có đường hàn góc giữa các cấu kiện - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.9

Độ dốc		Số chu kỳ N						
m_1	m_2	1E+05	1E+06	2E+06	5E+06	1E+07	1E+08	1E+09
3,4	5,4	67,6	34,3	28,0	21,4	18,8	12,3	12,3
3,4	5,4	60,3	30,7	25,0	19,1	16,8	11,0	11,0
3,4	5,4	55,5	28,2	23,0	17,6	15,5	10,1	10,1
3,4	5,4	43,4	22,1	18,0	13,7	12,1	7,9	7,9
3,4	5,4	33,8	17,2	14,0	10,7	9,4	6,1	6,1
3,4	5,4	29,0	14,7	12,0	9,2	8,1	5,3	5,3

Bảng J.11 - Các danh mục chi tiết cho mối hàn giao nhau trên dầm tổ hợp

Loại chi tiết	Danh mục chi tiết $\Delta\sigma - m_1^{1)}$	Chi tiết xây dựng Vị trí bắt đầu của vết nứt	Loại mối hàn ²⁾³⁾	Phân tích ứng suất	Các yêu cầu thi công				
					Các yêu cầu của mối hàn	Cấp độ chất lượng ⁴⁾		bổ sung	
						bên trong	bề mặt và hình học		
11.1	40-3,4	 Trong mối hàn	Hàn đối đầu hai mặt, thấu hoàn toàn, làm phẳng cả hai mặt mối hàn	Tiết diện thực	Tám mở rộng được sử dụng ở các đầu, được cắt và làm phẳng mặt theo hướng của $\Delta\sigma$	Làm phẳng góc (đáy) mối hàn	B	B	Đối với các đường hàn góc giữa bản bụng và bản cánh, xem Bảng J.5, loại chi tiết 5.4 hoặc 5.5
11.2	40-3,4	 Trong mối hàn	Hàn đối đầu một mặt, thấu hoàn toàn, làm phẳng mặt và góc (đáy) mối hàn			B	B		
11.3	36-3,4	 Chân đường hàn	Hàn đối đầu hai mặt, thấu hoàn toàn			Góc lấp đầy $\geq 150^\circ$ Làm phẳng góc (đáy) mối hàn	B	C	
11.4	32-3,4	 Chân đường hàn	Hàn đối đầu một mặt, thấu hoàn toàn			C	C		

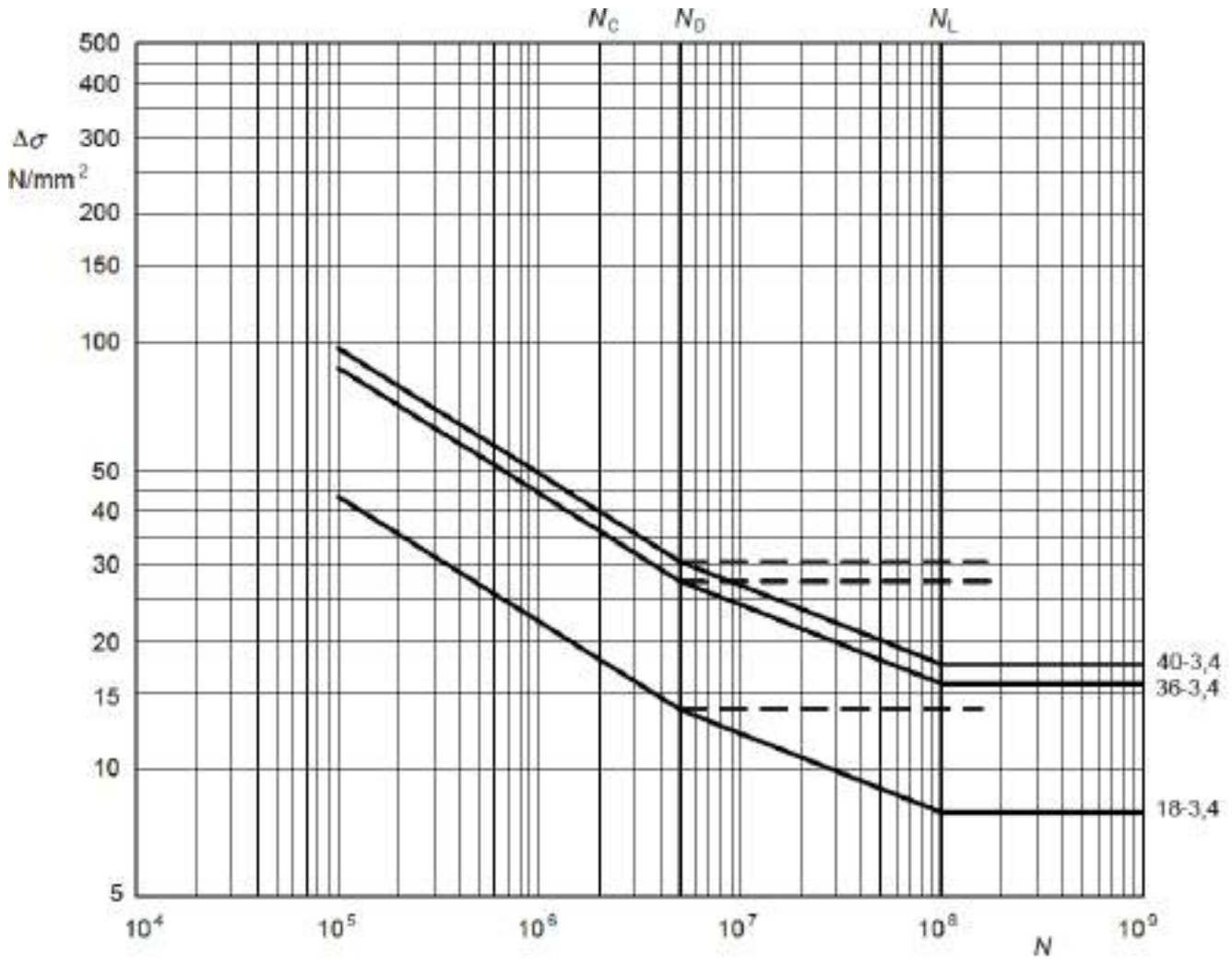
1) $m_2 = m_1 + 2$

2) Thực hiện mối nối hàn đối đầu ngang giữa bản bụng và bản cánh trước khi lắp đặt cuối cùng của dầm với

các đường hàn dọc.

3) Độ dốc côn <1: 4 khi độ rộng hoặc chiều dày thay đổi.

4) Theo EN ISO 10042:2005.

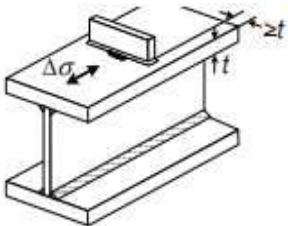
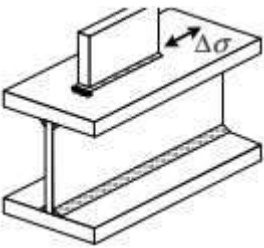
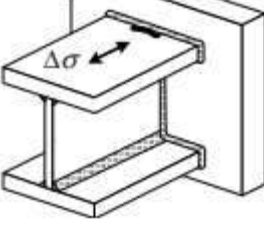


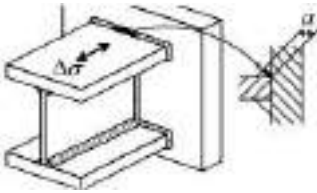
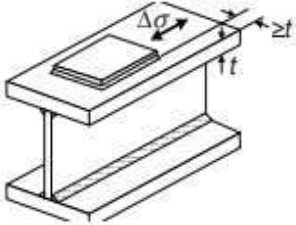
Hình J.6 – Các đường cong cường độ chịu mỏi $\Delta\sigma - N$ để cho mối hàn giao nhau trên dầm tổ hợp - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.11

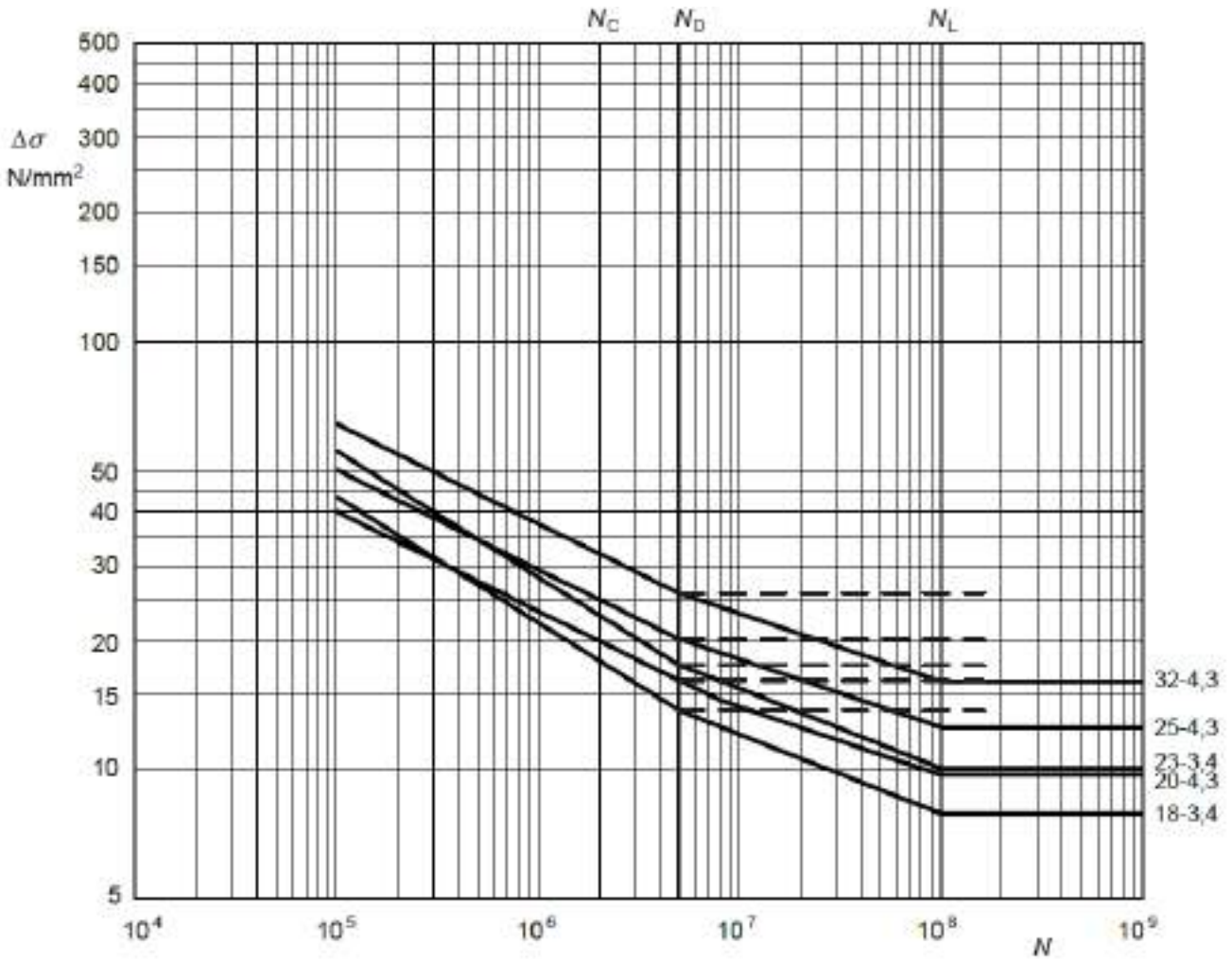
Bảng J.12 - Các giá trị số của $\Delta\sigma - N(N/mm^2)$ cho mối hàn giao nhau trên dầm tổ hợp - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.11

Độ dốc		Số chu kỳ N						
m_1	m_2	1E+05	1E+06	2E+06	5E+06	1E+07	1E+08	1E+09
3,4	5,4	96,5	49,0	40,0	30,6	26,9	17,5	17,5
3,4	5,4	86,9	44,1	36,0	27,5	24,2	15,8	15,8
3,4	5,4	43,4	22,1	18,0	13,7	12,1	7,9	7,9

Bảng J. 13 - Các danh mục chi tiết cho các chi tiết đính kèm trên dầm tổ hợp

Loại chi tiết	Danh mục chi tiết $\Delta\sigma - m_1^{1)}$	Chi tiết xây dựng Vị trí bắt đầu của vết nứt	Loại mối hàn	Phân tích ứng suất		Các yêu cầu thi công		
				Tham số ứng suất	Ứng suất tập trung đã được kể đến	Cấp độ chất lượng ²⁾		bổ sung
						bên trong	bề mặt và hình học	
13.1	23-3,4	 Chân đường hàn	Chi tiết đính kèm theo phương ngang, bề dày < 20 mm, được hàn vào một hoặc hai mặt	Tiết diện thực	Hiệu ứng tăng cứng của chi tiết đính kèm ứng suất tập trung tại "điểm nóng" của liên kết (so sánh với Hình 5.2)	C	C	Đối với các đường hàn góc giữa bản bụng và bản cánh, xem Bảng J.5, loại chi tiết 5.4
13.2	18-3,4	 Chân đường hàn	Chi tiết đính kèm theo phương dọc có chiều dài ≥ 100 mm, hàn tất cả các mặt					
13.3	32-4,3	 Chân đường hàn	Dạng chữ thập hoặc chữ T, thẩu hoàn toàn					

13.4	25-4,3	 <p>Trong mối hàn</p>	<p>Dạng chữ thập hoặc chữ T, hàn góc hai mặt; vết nứt tại góc (đáy) mối hàn với $a/t \leq 0,6$</p>	Chiều cao đường hàn thực				
13.5	20-4,3	 <p>Chân đường hàn</p>	<p>Tấm phủ với chiều dài ≥ 100 mm, hàn tất cả các mặt</p>	Tiết diện thực				
<p>1) $m_2 = m_1 + 2$</p> <p>2) Theo EN ISO 10042:2005.</p>								

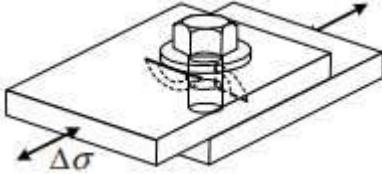
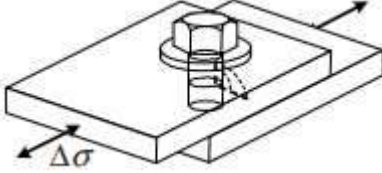


Hình J.7 - Các đường cong cường độ chịu mỏi $\Delta\sigma - N$ cho các phần đính kèm trên dầm tổ hợp - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.13

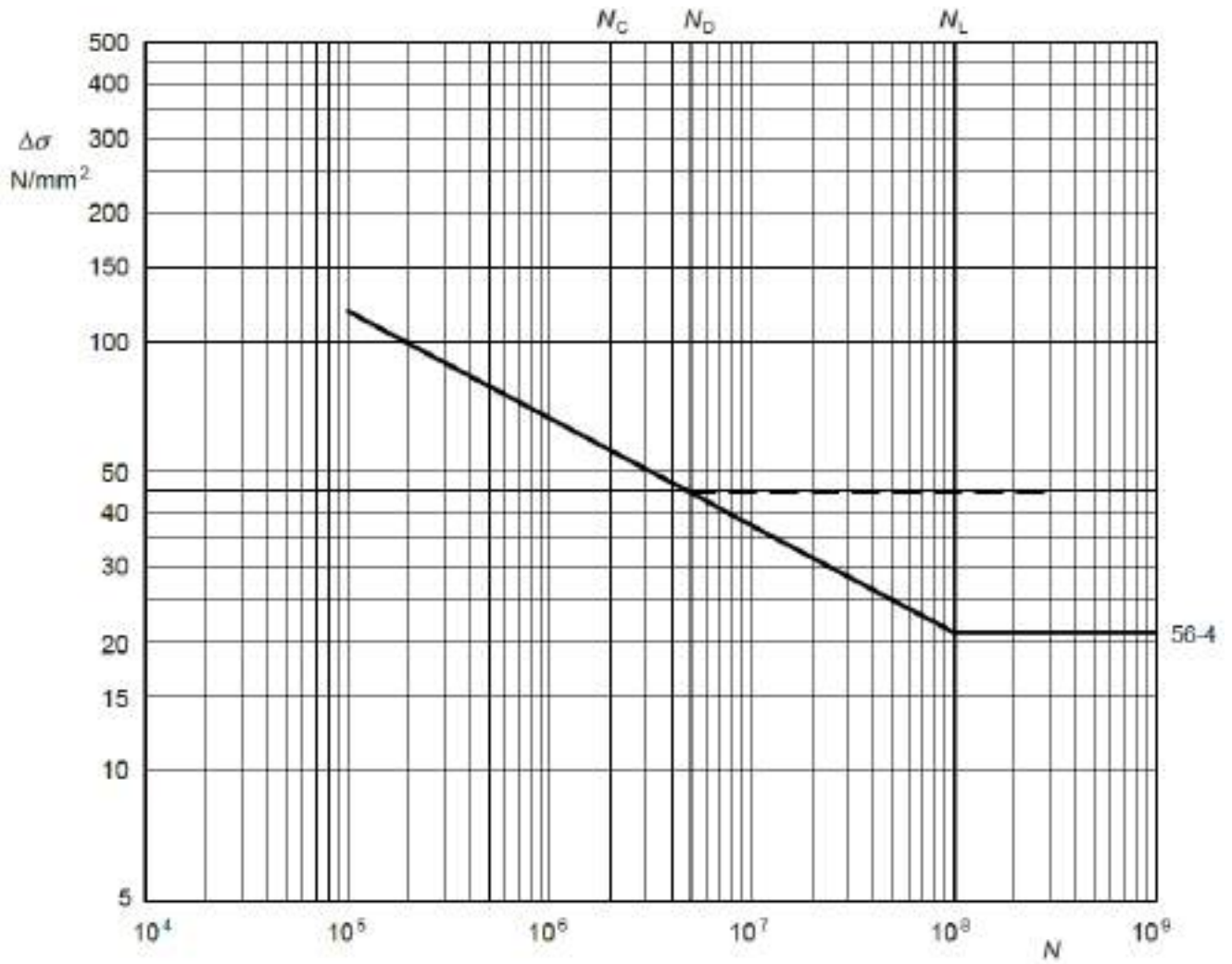
Bảng J.14 - Giá trị bằng số của $\Delta\sigma - N (N/mm^2)$ cho các phần đính kèm trên dầm tổ hợp - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.13

Độ dốc		Số chu kỳ N						
m_1	m_2	1E+05	1E+06	2E+06	5E+06	1E+07	1E+08	1E+09
4,3	6,3	64,2	37,6	32,0	25,9	23,2	16,1	16,1
4,3	6,3	50,2	29,4	25,0	20,2	18,1	12,6	12,6
3,4	5,4	55,5	28,2	23,0	17,6	15,5	10,1	10,1
4,3	6,3	40,1	23,5	20,0	16,2	14,5	10,0	10,0
3,4	5,4	43,4	22,1	18,0	13,7	12,1	7,9	7,9

Bảng J.15 - Các danh mục chi tiết cho các nút liên kết bu lông

Loại chi tiết	Danh mục chi tiết $\Delta\sigma - m_1^{1)}$	Chi tiết xây dựng Vị trí bắt đầu của vết nứt	Phân tích ứng suất		Các yêu cầu thi công
			Tham số ứng suất	Ứng suất tập trung đã được kể đến	
15.1	56-4	Bu lông căng trước (loại ma sát), bằng thép cường độ cao  phía trước lỗ (đôi khi tại mép lỗ)	Ứng suất danh định dựa trên đặc trưng tiết diện nguyên	Hình dạng bề mặt, dạng hình học của lỗ bu lông; phân phối tải không đều giữa các hàng bu lông;	Nút nối chồng với các bề mặt song song phẳng Chỉ gia công bằng dao phay tốc độ cao; khoan lỗ (với mũi khoan tùy chọn) hoặc đục lỗ (với mũi khoan bắt buộc nếu độ dày > 6 mm) Đối với bu lông căng trước chất lượng yêu cầu cấp 8.8 ($f_y \geq 640 N/mm^2$) hoặc cao hơn, xem TCVN ****-1-1.
15.2	56-4	Bu lông không kéo trước (loại ép mặt) bằng thép  Tại mép lỗ		Ứng suất danh định dựa trên đặc trưng tiết diện thực	

1) $m_1 = m_2$
2) Kiểm tra sức kháng của bu lông thép: xem EN 1993-1-9.



Hình J.8- Đường cong cường độ chịu mỏi $\Delta\sigma - N$ cho các loại nút liên kết bu lông - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.15

Bảng J.16 - Các giá trị số của $\Delta\sigma - N(N/mm^2)$ cho các nút liên kết bu lông - các danh mục chi tiết như trong Bảng J.15

Độ dốc		Số chu kỳ N						
m_1	m_2	1E+05	1E+06	2E+06	5E+06	1E+07	1E+08	1E+09
4	4	118,4	66,6	56,0	44,5	37,4	21,1	21,1

Phụ lục K
(tham khảo)

Phương pháp chi tiết tham chiếu điểm nóng

(1) Đối với phương pháp cường độ chịu mỗi chi tiết tham chiếu điểm nóng như được định nghĩa trong Phụ lục này, cần sử dụng các dữ liệu được xác định theo các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

(2) Quy trình tính toán như sau:

- a) Chọn một chi tiết tham chiếu có sức kháng mỗi đã biết từ các bảng danh mục chi tiết, càng giống càng tốt so với chi tiết được đánh giá về mặt chất lượng mỗi hàn, các thông số hình học và tải trọng;
- b) xác định loại ứng suất trong đó sức kháng mỗi được biểu thị. Đây thường là ứng suất danh định (như trong các bảng danh mục chi tiết);
- c) thiết lập mô hình FEM của chi tiết tham chiếu và chi tiết được đánh giá với cùng loại lưới chia và các phần tử theo các khuyến nghị được đưa ra trong 5.1;
- d) tác dụng lực vào chi tiết tham chiếu và chi tiết cần đánh giá với ứng suất được xác định trong b);
- e) xác định các miền ứng suất điểm nóng $\Delta\sigma_{HS,ref}$ của chi tiết tham chiếu và các miền ứng suất điểm nóng $\Delta\sigma_{HS,assess}$ của các chi tiết được đánh giá;
- f) cường độ chịu mỗi trong 2 triệu chu kỳ của chi tiết được đánh giá $\Delta\sigma_{C,assess}$ sau đó được tính từ lớp mỗi của chi tiết tham chiếu $\Delta\sigma_{C,ref}$ bởi:

$$\Delta\sigma_{C,assess} = \frac{\Delta\sigma_{HS,ref}}{\Delta\sigma_{HS,assess}} \Delta\sigma_{C,ref} \quad (K.1)$$

g) giả thiết chi tiết được đánh giá có cùng độ dốc m_1 , m_2 với chi tiết tham chiếu.

(3) Trong trường hợp các phép đo kiểm soát được thực hiện để kiểm tra các ứng suất được tính toán, cần đảm bảo định vị chính xác vị trí phiến đo biến dạng bên ngoài vùng ảnh hưởng nhiệt.

CHÚ THÍCH Thông tin bổ sung cho phương pháp chi tiết tham chiếu: xem Tài liệu tham khảo D.3.

Phụ lục L (tham khảo)

Hướng dẫn sử dụng các phương pháp thiết kế, lựa chọn các hệ số riêng, giới hạn cho các giá trị hư hỏng, khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra và các tham số thi công khi sử dụng Phụ lục J

L.1 Phương pháp tuổi thọ an toàn

- (1) Chỉ áp dụng hướng dẫn này khi dữ liệu sức kháng mỗi trong Phụ lục J được áp dụng.
- (2) Một trong hai loại phương pháp thiết kế tuổi thọ an toàn có thể được sử dụng, được ký hiệu là SLD-I và SLD-II:

SLD-I không yêu cầu chương trình kiểm tra thường xuyên.

CHÚ THÍCH Thuật ngữ kiểm tra thường xuyên bao gồm cả kiểm tra tổng thể và kiểm tra mỗi. Xem Bảng L.2 để làm rõ về các yêu cầu.

SLD-II yêu cầu một chương trình kiểm tra tổng thể được chuẩn bị theo L.3.

CHÚ THÍCH VI việc triển khai đúng chương trình kiểm tra trong quá trình bảo trì là một giả thiết trong thiết kế, (các) chủ đầu tư cần đảm bảo rằng chương trình kiểm tra được tuân theo trong suốt vòng đời của kết cấu.

- (3) Phương pháp thiết kế tuổi thọ an toàn cần được sử dụng khi không có khả năng tiếp cận để kiểm tra mỗi hoặc khi việc kiểm tra mỗi bởi các lý do khác là không thể đoán trước.

CHÚ THÍCH Việc sử dụng SLD có thể đưa lại giải pháp hiệu quả nhất về chi phí cho các trường hợp chi phí sửa chữa được đánh giá là khá cao.

- (4) Trong trường hợp tất cả các miền ứng suất thiết kế đều nằm dưới giới hạn mỗi biên độ không đổi thiết kế, cần đáp ứng điều kiện sau đây cần:

$$\frac{\gamma_{FF} \Delta \sigma}{\Delta \sigma_D / \gamma_{Mf}} \leq 1 \quad (\text{L.1a})$$

CHÚ THÍCH 1 Với γ_{Mf} , xem L.4. Với γ_{FF} , xem 2.4.

- (5) Phổ miền ứng suất có thể được điều chỉnh bằng cách bỏ qua các giá trị đỉnh thiết kế của các miền ứng suất đại diện cho một sự đóng góp vào giá trị hư hỏng ($D_{L,d}$) nhỏ hơn 0,01.

L.2 Phương pháp thiết kế khả năng chịu hư hỏng

L.2.1 Yêu cầu chung

- (1) Hướng dẫn này chỉ được áp dụng khi dữ liệu sức kháng mỗi trong Phụ lục J được áp dụng.
- (2) Có thể sử dụng một trong hai loại Thiết kế khả năng chịu hư hỏng, được ký hiệu là DTD-I và DTD-II, xem L.2. 2 và L.2. 3.

L.2.2 DTD-I

(1) DTD-I dựa trên việc vết nứt bất kỳ được phát hiện trong quá trình kiểm tra sẽ được sửa chữa hoặc bộ phận sẽ được thay thế.

(2) Cần chuẩn bị một chương trình kiểm tra thường xuyên theo L.3.

CHÚ THÍCH Vì việc triển khai đúng chương trình kiểm tra trong quá trình bảo trì là một giả thiết trong thiết kế, (các) chủ đầu tư cần đảm bảo rằng chương trình kiểm tra được tuân theo trong suốt vòng đời của kết cấu.

(3) Cần sử dụng một trong hai lựa chọn cho DTD-I. Các lựa chọn được ký hiệu là DTD-IA và DTD-IB:

a) đối với lựa chọn DTD-IA, kết cấu cần có đủ dự phòng về bậc siêu tĩnh để phân phối lại các hiệu ứng tải trọng sao cho mọi sự lan truyền vết nứt sẽ dừng lại, và kết cấu vẫn có khả năng chịu các hiệu ứng tải trọng đã được phân phối lại;

b) đối với lựa chọn DTD-IB, kết cấu cần có các tiết diện đủ lớn để chịu các hiệu ứng tải trọng sau khi xuất hiện các vết nứt đầu tiên có thể phát hiện được bằng mắt thường. Những vết nứt như vậy không được phép dẫn đến sụp đổ kết cấu. Khả năng còn lại sau khi nứt để chịu tải trọng thiết kế tĩnh cần được chứng minh. Trong trường hợp phát hiện ra vết nứt, kết cấu cần được sửa chữa hoặc sự phát triển nứt phải dừng lại bằng cách sử dụng các phương pháp có hiệu quả.

(4) Phương pháp DTD-I có thể dựa trên một trong hai phương pháp để đảm bảo bộ phận hoặc kết cấu có đủ sức kháng. Các phương pháp này tương ứng dựa trên:

a) tính toán tích lũy hư hỏng tuyến tính, xem (5);

b) miền ứng suất tương đương, xem (6).

(5) Đối với DTD-I, giá trị hư hỏng thiết kế D_L cho tất cả các chu kỳ dựa trên một tích lũy hư hỏng tuyến tính cần đáp ứng điều kiện:

$$D_{L,d} \leq 1 \tag{L.1}$$

hoặc

$$D_L \leq D_{lim} \tag{L.2}$$

Trong đó

$$D_{L,d} = \sum n_i / N_i \text{ được tính toán theo quy trình được đưa ra trong A.2;}$$

$$D_L = \sum n_i / N_i \text{ được tính theo quy trình được đưa ra trong A.2 với } \gamma_{Mf} = \gamma_{Ff} = 1,0.$$

CHÚ THÍCH Phụ lục quốc gia có thể chỉ định các giá trị cho D_{lim} . Các giá trị khuyến nghị được đưa ra trong L.4.

(6) Đối với trường hợp thiết kế dựa trên phương pháp miền ứng suất tương đương ($\Delta\sigma_{E,2e}$), cần đảm bảo điều kiện sau đây:

$$\frac{\gamma_{Ft} \Delta \sigma_{E,2e}}{\Delta \sigma_C / \gamma_{Mf}} \leq 1 \quad (L.3)$$

L.2.3 DTD-II

(1) P DTD-II cho phép xuất hiện các vết nứt do mỏi trong kết cấu với điều kiện là sự phát triển nứt được theo dõi và được kiểm soát bằng chương trình kiểm tra mỏi dựa trên việc sử dụng lý thuyết cơ học phá hủy.

CHÚ THÍCH Đối với các chương trình kiểm tra, xem L.3.

(2) Kích thước vết nứt tối thiểu có thể phát hiện được tại các vị trí bắt đầu của vết nứt cần được xác định.

(3) P Kết cấu cần có các tiết diện đủ lớn để chịu các hiệu ứng tải trọng thiết kế sau khi vết nứt đầu tiên có thể phát hiện được bằng mắt thường xuất hiện.

(4) Cần tính toán lịch sử ứng suất tại các vị trí bắt đầu của vết nứt, tiếp theo là đếm miền cường độ ứng suất và tổng hợp các phổ cường độ ứng suất.

(5) Dựa trên (2) và (4), cần sử dụng quan hệ phát triển nứt cho hợp kim để tính toán tốc độ phát triển nứt bằng cách sử dụng một phương pháp dựa trên cơ học phá hủy. Việc sử dụng phương pháp này cần ước tính được thời gian để vết nứt kích thước tối thiểu có thể phát hiện được phát triển đến kích thước vết nứt an toàn tối đa.

Thời gian ước tính này cần được kể đến trong các chỉ dẫn kỹ thuật của chương trình kiểm tra độ mỏi tương ứng.

CHÚ THÍCH Khuyến nghị về dữ liệu phát triển nứt được nêu trong Phụ lục B.

(6) Cần xác định khả năng còn lại sau khi nứt để chịu tải trọng thiết kế tựa tĩnh.

(7) Cần chuẩn bị một chương trình kiểm tra và giám sát thường xuyên bất kỳ sự phát triển nứt nào dựa trên (6). Thời gian bắt đầu kiểm tra và khoảng thời gian tối đa giữa các lần kiểm tra cần được xác định, xem L.3.

CHÚ THÍCH Vì việc triển khai đúng chương trình kiểm tra trong quá trình bảo trì là một giả thiết trong thiết kế, (các) chủ đầu tư cần đảm bảo rằng chương trình kiểm tra được tuân theo trong suốt vòng đời của kết cấu, xem L.3.

(8) D_L cho DTD-II cần đáp ứng yêu cầu sau:

$$D_{L,d} \leq D_{lim} \quad (L.4)$$

trong đó D_{lim} là giá trị lớn hơn 1,0, nhưng cần được giới hạn, xem L.4.

L.3 Thời điểm bắt đầu kiểm tra và khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra

(1) Hướng dẫn này chỉ được áp dụng khi dữ liệu sức kháng mỏi trong Phụ lục J được áp dụng.

(2) Các chương trình kiểm tra cần chỉ định một thời điểm sau khi lắp dựng để bắt đầu kiểm tra và khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra.

CHÚ THÍCH Phụ lục quốc gia có thể chỉ định thời điểm bắt đầu kiểm tra và các khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra. Khuyến nghị được đưa ra trong Bảng L1.

(3) Đối với DTD-I, giá trị của T_S được sử dụng để xác định T_F và ΔT_F cần được tính theo A.2.1 (5). Trừ khi có quy định khác, khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra không được lớn hơn $T_S / 4$.

(4) Đối với DTD-II, giá trị của T_S được sử dụng để xác định T_F cần được tính theo A.2.1 (5). ΔT_F cần được xác định bằng cách sử dụng lý thuyết cơ học phá hủy.

Bảng L.1 - Khuyến nghị thời điểm bắt đầu kiểm tra và khoảng thời gian tối đa giữa các lần kiểm tra

Phương pháp thiết kế	Quy trình thiết kế	Phương pháp thiết kế	Thời điểm khuyến nghị bắt đầu kiểm tra ^a	Khoảng thời gian tối đa khuyến nghị giữa các lần kiểm tra
Thiết kế tuổi thọ an toàn SLD	Tích lũy hư hỏng	SLD-I	-	-
		SLD-II	$T_G = 0$	$\Delta T_G = 6$ năm
	Giới hạn mỗi biên độ không đổi (nghĩa là giá trị lớn nhất của $\Delta\sigma_{E,d} < \Delta\sigma_{D,d}$)	SLD-I	-	-
		SLD-II	$T_G = 0$	$\Delta T_G = 6$ năm
Thiết kế khả năng chịu hư hỏng DTD	Tích lũy hư hỏng	DTD-IA	$T_G = 0$ $T_F = 0,5 T_S$	$\Delta T_G = 6$ năm $\Delta T_F = 0,25 T_S$
		DTD-IB	$T_G = 0$ $T_F = 0,5 T_S$	$\Delta T_G = 6$ năm $\Delta T_F = 0,25 T_S$
	Tích lũy hư hỏng và lý thuyết cơ học phá hủy	DTD-II	$T_G = 0$ $T_F = 0,8 T_S$	$\Delta T_G = 6$ năm ΔT_F được xác định bằng lý thuyết cơ học phá hủy

^a T_G là thời gian khuyến nghị tính từ sau khi hoàn thành lắp dựng để bắt đầu kiểm tra tổng thể. Kiểm tra tổng thể bao gồm kiểm tra kết cấu so với khi nó được hoàn thành và được nghiệm thu (nghĩa là lúc chưa có sự hư hỏng nào xảy ra), chẳng hạn như sự xuống cấp do thêm các lỗ hoặc mối hàn (mang tính bất lợi) cho các thành phần bổ sung, hư hỏng do phá hoại hoặc tai nạn, ăn mòn không lường trước, v.v.

ΔT_G là khoảng thời gian khuyến nghị tối đa giữa các lần kiểm tra tổng thể.

T_F là thời gian khuyến nghị sau khi hoàn thành lắp dựng để bắt đầu kiểm tra mỗi. Kiểm tra mỗi bao gồm kiểm tra các khu vực có xác suất nứt cao.

ΔT_F là khoảng thời gian khuyến nghị tối đa giữa các lần kiểm tra mỗi.

L.4 Các hệ số riêng γ_{Mf} và các giá trị của D_{Lim}

- (1) Hướng dẫn này chỉ được áp dụng khi dữ liệu sức kháng trong Phụ lục J được áp dụng.
- (2) Đánh giá mỗi cần dựa trên giá trị cường độ chịu mỗi thiết kế có được bằng cách sử dụng một hệ số riêng γ_{Mf} cho cường độ chịu mỗi đặc trưng $\Delta\sigma_{if}$ hoặc bằng cách xác định giá trị giới hạn D_{Lim} cho giá trị hư hỏng thiết kế D_L , có kể đến cấp hệ quả và phương pháp thiết kế được sử dụng.
- (3)P Khái niệm an toàn cần dựa trên việc áp dụng γ_{Ff} , γ_{Mf} và D_{Lim} và các yêu cầu cho các chương trình kiểm tra như được nêu trong L.3.

CHÚ THÍCH 1 Phụ lục quốc gia có thể chỉ định các giá trị cho γ_{Mf} . Các giá trị khuyến nghị được đưa ra trong Bảng L.2 dựa trên giá trị cho γ_{Ff} bằng 1,0.

CHÚ THÍCH 2 Phụ lục quốc gia có thể chỉ định cấp thi công thay vì cấp hệ quả làm tiêu chí để lựa chọn giá trị cho γ_{Mf} trong Bảng L.2.

- (4) Các giá trị của giới hạn an toàn D_{Lim} cần được xác định.

CHÚ THÍCH Phụ lục quốc gia có thể chỉ định các giá trị cho D_{Lim} . Khuyến nghị xác định các giá trị trong phạm vi sau

$$\left(\frac{1}{\gamma_{Ff} \cdot \gamma_{Mf}} \right)^{m2} \leq D_{lim} \leq \left(\frac{1}{\gamma_{Ff} \cdot \gamma_{Mf}} \right)^{m1} \tag{L.5}$$

- (5) Đối với DTD-II, giá trị của D_{Lim} lớn hơn 1 nhưng cần được giới hạn.

CHÚ THÍCH Phụ lục quốc gia có thể chỉ định các giá trị cho D_{Lim} xem L.2.3 (8). Giá trị khuyến nghị là 2,0 cho chi tiết hàn, liên kết bằng bu lông hoặc đinh tán và 4,0 cho các bộ phận tron.

Bảng L.2 – Giá trị khuyến nghị γ_{Mf} - các giá trị liên quan đến cấp hệ quả

Phương pháp thiết kế	Quy trình thiết kế	Cấp hệ quả		
		CC1	CC2	CC3
		γ_{Mf}^{abcd}	γ_{Mf}^{abcd}	γ_{Mf}^{abcd}
SLD-I	Tích lũy hư hỏng	1,1	1,2	1,3
	Mỗi biên độ không đổi (nghĩa là giá trị lớn nhất của $\Delta\sigma_{E,d} < \Delta\sigma_{D,d}$)	1,1	1,2	1,3
SLD-II	Tích lũy hư hỏng	1,0	1,1	1,2
	Mỗi biên độ không đổi (nghĩa là giá trị lớn nhất của $\Delta\sigma_{E,d} < \Delta\sigma_{D,d}$)	1,0	1,1	1,2
DTD-I	Tích lũy hư hỏng	1,0	1,0	1,1
DTD-II	Tích lũy hư hỏng	1,0	1,0	1,1

^a Các giá trị của bảng có thể được giảm theo chú thích từ a đến d dưới đây với điều kiện là giá trị của γ_{Mf} không nhỏ hơn 1,0.

^b Các giá trị γ_{Mf} được lập bảng trên có thể giảm 0,1 nếu áp dụng một trong các điều kiện sau:

- các khu vực không hàn của các cấu kiện được hàn;
- các danh mục chi tiết trong đó $\Delta\sigma_C < 25 \text{ N/mm}^2$;
- các bộ phận được hàn trong đó miền ứng suất lớn nhất đại diện cho tất cả các chu kỳ;
- thực hiện bổ sung thí nghiệm không phá hủy cho tối thiểu 50%.

Đối với các nút keo dính, xem Phụ lục E (5).

^c Các giá trị γ_{Mf} được lập bảng ở trên có thể giảm 0,2 nếu áp dụng một trong các điều kiện sau:

- các khu vực không hàn của các cấu kiện được hàn trong đó miền ứng suất lớn nhất đại diện cho tất cả các chu kỳ;
- các danh mục chi tiết trong đó $\Delta\sigma_C < 25 \text{ N/mm}^2$ và trong đó miền ứng suất lớn nhất đại diện cho tất cả các chu kỳ;
- các bộ phận và kết cấu không hàn;
- thực hiện bổ sung thí nghiệm không phá hủy cho tối thiểu 50% trong đó miền ứng suất lớn nhất đại diện cho tất cả các chu kỳ;
- nếu thực hiện bổ sung thí nghiệm không phá hủy 100%.

^d Các giá trị γ_{Mf} được lập bảng ở trên có thể giảm 0,3 nếu áp dụng một trong các điều kiện sau:

- các bộ phận và kết cấu không hàn trong đó miền ứng suất lớn nhất đại diện cho tất cả các chu kỳ;
- thực hiện bổ sung thí nghiệm không phá hủy cho 100% trong đó miền ứng suất lớn nhất đại diện cho tất cả các chu kỳ.

L.5 Tham số cho thi công

L.5.1 Loại mục đích sử dụng

(1) Nếu dữ liệu sức kháng của Phụ lục J được áp dụng, các tiêu chí a), b) hoặc c) dưới đây cần được sử dụng để phân loại các bộ phận theo loại mục đích sử dụng SC1:

a) nếu miền ứng suất danh định lớn nhất $\Delta\sigma_{E,k}$ thỏa mãn

$$\gamma_{Ft} \cdot \Delta\sigma_{E,k} \leq \frac{13,7}{\gamma_{Mf}} \frac{N}{mm^2} \text{ cho vật liệu gốc (bao gồm HAZ và mối hàn đối đầu);} \quad (L.6)$$

$$\gamma_{Ft} \cdot \Delta\sigma_{E,k} \leq \frac{9,2}{\gamma_{Mf}} \frac{N}{mm^2} \text{ cho các mối hàn góc,} \quad (L.7)$$

trong đó

các giá trị cho γ_{Mf} được đưa ra trong L.4 (3)P. Cần sử dụng các giá trị được cung cấp cho SLD-I.

$\Delta\sigma_{E,k}$ là giá trị đặc trưng của hệ quả tác động (miền ứng suất);

b) đối với các trường hợp phổ tải trọng mỗi ($\Delta\sigma_{E,k,i}$) nếu L.5.2 được sử dụng để tính cấp độ huy động mỗi cấp U , và U không vượt quá giá trị 1,0 trong đó khả năng kháng mỗi dựa trên:

- đối với vật liệu gốc (bao gồm vùng HAZ và các mối hàn đối đầu), danh mục chi tiết 18-3,4;
- đối với các mối hàn góc, danh mục chi tiết 12-3,4.

Các giá trị của γ_{Mf} để tính U được đưa ra trong L.4 (3)P. Cần sử dụng các giá trị cho SLD-I. Đối với các trường hợp biên độ ứng suất lớn nhất đại diện cho tất cả các chu kỳ, các giá trị có thể giảm đi 0,1.

c) đối với các trường hợp vượt quá các giá trị giới hạn theo tiêu chí của a) hoặc b) và nếu cấp độ huy động mỗi cấp U theo L.5.2 không vượt quá giá trị 0,5 và khi sức kháng mỗi dựa trên các giá trị thấp nhất cho các trường hợp sau:

- đối với vật liệu gốc (không bị ảnh hưởng bởi hàn), danh mục chi tiết 71-7;
- đối với các mối hàn dọc liên tục (hướng ứng suất song song với trục mối hàn), danh mục chi tiết 40-4,3;
- đối với mối hàn đối đầu, danh mục chi tiết 36-3,4.

Các giá trị của γ_{Mf} để tính U được đưa ra trong L.4 (3)P. Cần sử dụng các giá trị cho SLD-I. Trong các trường hợp biên độ ứng suất lớn nhất đại diện cho tất cả các chu kỳ, các giá trị có thể giảm đi 0,1, nhưng cho kết quả của γ_{Mf} không nhỏ hơn 1,0.

CHÚ THÍCH Phụ lục quốc gia có thể chỉ định các tiêu chí khác hoặc bổ sung để xác định loại mục đích sử dụng.

L.5.2 Tính toán cấp độ huy động

(1) Tiêu mục này đưa ra các quy định để tính toán cấp độ huy động U cho các bộ phận chịu mỗi nếu dữ liệu sức kháng mỗi theo Phụ lục J được sử dụng cho thiết kế và EN 1090-3:2008, Phụ lục L và M được chọn để chỉ định các yêu cầu chất lượng và kiểm tra. Các giá trị được tính toán được sử dụng để phân biệt giữa hai loại mục đích sử dụng SC1 và SC2.

CHÚ THÍCH 1 Định nghĩa về các loại mục đích sử dụng được nêu trong TCVN ****-1-1.

CHÚ THÍCH 2 EN 1090-3 đưa ra các tiêu chí để xác định phạm vi kiểm tra và các yêu cầu mức chất lượng đối với hai loại mục đích sử dụng cũng như các tiêu chí định lượng để kiểm tra các mối hàn, phụ thuộc vào cấp thi công và cấp độ huy động.

(2) Cấp độ huy động cho mỗi đối với miền ứng suất không đổi cho một số lượng giới hạn các chu kỳ n được định nghĩa bởi:

$$U = \frac{\Delta\sigma_{E,k} \cdot \gamma_{FF}}{\frac{\Delta\sigma_{R,k}}{\gamma_M}} \tag{L.8}$$

Trong đó:

$\Delta\sigma_{E,k}$ là miền ứng suất đặc trưng (là ứng suất chính đối với ứng suất tổ hợp) trong tiết diện đang xem xét cho một số chu kỳ n cho trước;

$\Delta\sigma_{R,k}$ là giá trị miền cường độ tương ứng của đường cong cường độ chịu mỗi liên quan $\Delta\sigma - N$ cho số chu kỳ n cho trước.

(3) Đối với trường hợp mỗi với tất cả các miền ứng suất nhỏ hơn $\Delta\sigma_D$ và số lượng chu kỳ không giới hạn, cấp độ huy động được định nghĩa như sau:

$$U = \frac{\Delta\sigma_{E,k} \cdot \gamma_{FF}}{\frac{\Delta\sigma_D}{\gamma_M}} \tag{L.9}$$

Trong đó

$\Delta\sigma_{E,k}$ là miền ứng suất lớn nhất.

$\Delta\sigma_D$ là giới hạn mỗi biên độ không đổi

(4) Nếu tính toán được dựa trên miền ứng suất biên độ không đổi tương đương $\Delta\sigma_{E,2e}$ thì cấp độ huy động được định nghĩa như sau:

$$U = \frac{\Delta\sigma_{E,2e} \cdot \gamma_{FF}}{\frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_M}} \tag{L.10}$$

Trong đó

$\Delta\sigma_C$ là cường độ chịu mỗi cho 2×10^6 chu kỳ.

(5) Nếu cấp độ huy động U dựa trên việc tính toán các giá trị hư hỏng mỗi theo tích lũy hư hỏng tuyến tính, giá trị của nó có thể được tính như sau (theo mục đích của phụ lục này):

$$U = \sqrt[m]{D_{L,d}} \quad (\text{L.11})$$

trong đó

$D_{L,d}$ được tính theo 2.2.1 và 6.2.1.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tham khảo Phụ lục B: Cơ học phá hủy

- B.1** Standard test method for measurement of fatigue crack growth rates, ASTM E647-93.
- B.2** Simulations of short crack and other low closure action conditions utilising constant $K_{max}/\Delta K$ -decreasing fatigue crack growth procedures. ASTM STP 1149-1992, pp.197-220.
- B.3** Graf, U.: Fracture mechanics parameters and procedures for the fatigue behaviour estimation of welded aluminium components. Reports from Structural Engineering, Technische Universität München, Report No. 3/92 (TUM-LME research rep. D. Kosteas), Munich, 1992.
- B.4** Ondra, R.: Statistical Evaluation of Fracture Mechanic Data and Formulation of Design Lines for welded Components in Aluminium Alloys. Reports from Structural Engineering, Technische Universität München, Report No. 4/98 (TUM-LME research rep. D. Kosteas), Munich, 1998.
- B.5** Stress intensity factor equations for cracks in three-dimensional finite bodies. ASTM STP 791, 1983, pp I-238 to I-265.

Tham khảo Phụ lục C: Thí nghiệm thiết kế mỏi

- C.1** Kosteas, D.: On the Fatigue Behaviour of Aluminium. In: Kosteas, D.(Ed.), Aluminium in Practice, Stahlbau Spezial, issue No. 67(1998) Ernst & Sohn, Berlin.
- C.2** Jaccard, R., D. Kosteas, R. Ondra: Background Document to Fatigue Design Curves for welded Aluminium Components. IIW doc. No. XIII-1588-95.

Tham khảo Phụ lục D: Phân tích ứng suất

- D.1** Pilkey, W. D.: Peterson`s stress concentration factors, John Wiley and Sons Inc., 1997.
- D.2** Young, W. C., Budynas R. G.: Roark`s formulas for stress and strain, McGraw Hill, 2001.
- D.3** Hobbacher, A: Recommendations on fatigue of welded components, IIW Doc. XIII-1965-03/XV-127-03, July 2004.

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 XXX1-3:202X:

— 2.1.1(1)	— 5.8.1(1)	
— 2.2.1(4)	— 5.8.2(1)	— E(5)
— 2.3.1(2)	— 6.1.3(1)	— E(7)
— 2.3.2(6)	— 6.2.1(2)	— I.2.2(1)
— 2.4(1)	— 6.2.1(7)	— I.2.3.2(1)
— 3(1)	— 6.2.1(11)	— I.2.4(1)
— 4(2)		

b) Quyết định về tình trạng của các phụ lục tham khảo trong TCVN XXX1-3:202X; 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 XXX1-3:202X 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 XXX1-3:202X

Tiêu mục	Thông số do quốc gia xác định	Khuyến nghị của Eurocode	Quyết định
2.1.1(1)	Các điều kiện áp dụng cho phương pháp thiết kế tuổi thọ an toàn và phương pháp khả năng chịu hư hỏng	[Không có]	<p>Thiết kế tuổi thọ an toàn cần được sử dụng bất cứ khi nào có thể.</p> <p>Thiết kế khả năng chịu hư hỏng chỉ nên được sử dụng khi có sự đồng ý của khách hàng.</p> <p>Đề xuất rằng thiết kế khả năng chịu hư hỏng không được sử dụng cho các kết cấu được phân loại là cấp hệ quả CC3 theo TCVN EN 1990.</p> <p>Nếu thiết kế khả năng chịu hư hỏng được sử dụng thì cần áp dụng các điều kiện từ a) đến d) của A.3.1.</p>
2.2.1(4)	Giá trị giới hạn hư hỏng thiết kế tuổi thọ an toàn D_{lim}	$D_{lim} = 1,0$	Sử dụng giá trị được đề xuất.
2.3.1(2)	Các quy định để xác định tải trọng mỗi không được kể đến trong tiêu chuẩn Châu Âu	[Không có]	Không có dữ liệu.
2.3.2(6)	Các số độ lệch chuẩn được sử dụng để tính giới hạn tin cậy cho phổ tải trọng thiết kế	$k_F = k_N = 2$	Sử dụng các giá trị được đề xuất.
2.4(1)	Các hệ số riêng được sử dụng cho tải trọng mỗi	$\gamma_{Ff} = 1,0$ khi sử dụng các giới hạn tin cậy thông thường. Các giá trị cho trong Bảng 2.1 đối	Sử dụng các giá trị được đề xuất.

		với các giới hạn tin cậy khác	
3(1)	Dữ liệu về độ môi cho một số hợp kim cường độ thấp được liệt kê trong EN 1999-1-1:2007 (EN AW-3005, EN AW-3103, EN AW-5005 và EN AW-8011A trong tất cả các ram hợp kim và EN AW-6060 trong ram hợp kim T5)	[Không có]	Không có dữ liệu.
4(2)	Thông tin về dữ liệu cường độ chịu mỏi và độ bền lâu trong điều kiện môi trường tiếp xúc khắc nghiệt, dựa trên các điều kiện môi trường tiếp xúc địa phương.	[Không có]	Không có dữ liệu.
5.8.1(1)	Thông tin về việc sử dụng các miền ứng suất danh định hoặc các miền ứng suất danh định điều chỉnh cho tải trọng mỏi được tiêu chuẩn hóa	[Không có]	Không có dữ liệu.
5.8.2(1)	Thông tin để xác định giá trị thiết kế của các miền ứng suất danh định, khi không có sẵn dữ liệu thích hợp về các hệ số tương đương hư hỏng	[Không có]	Không có giá trị nào được chỉ định cho λ_i được xác định cho nhôm. Giá trị λ_i cho các cấu kiện thép không nên được áp dụng cho nhôm.
6.1.3(1)	Một bộ các danh mục chi tiết và chi tiết xây dựng, cùng với các tiêu chí thống nhất cho các cấu kiện đó, có kể đến các quy định trong 6.1.2 và 6.3.	Các danh mục chi tiết trong Phụ lục J	Sử dụng các danh mục chi tiết được đề xuất trong Phụ lục J.

	Các chi tiết xây dựng không được kể đến Phụ lục J	[Không có]	Không có dữ liệu.
6.2.1(2)	Giá trị của hệ số riêng kể đến sự bất định trong vật liệu và thi công (các loại chi tiết xây dựng cụ thể)	Sử dụng các giá trị trong L.4 nếu sử dụng Phụ lục J	Sử dụng giá trị được đề xuất.
6.2.1(7)	Các quy định bổ sung đối với thiết kế mỏi cho độ chịu mỏi trong phạm vi dưới 10^5 chu kỳ	Hướng dẫn trong Phụ lục F	Không quy định gì thêm.
6.2.1(11)	Loại chi tiết và phạm vi chiều dày được phép tăng giá trị ứng suất mỏi, cũng như chỉ số danh mục.	Việc tăng chỉ số danh mục tăng không vượt quá 2.	Không quy định gì thêm.
E(5)	Hệ số riêng đối với các giá trị cường độ thiết kế cho các nút keo dính (các loại chi tiết xây dựng cụ thể)	$\gamma_{Mf} = 3,0$	Sử dụng giá trị được đề xuất.
E(7)	Giới hạn nhiệt độ đối với dữ liệu mỏi của các nút keo dính (khi được chứng minh bằng thí nghiệm theo Phụ lục C)	-20°C và $+60^{\circ} \text{C}$	Sử dụng giá trị được đề xuất.
I.2.2(1)	Giá trị cường độ chịu mỏi đối với liên kết hàn của chi tiết đúc	[Không có]	Không có dữ liệu.
I.2.3.2(1)	Giá trị cường độ chịu mỏi đối với các liên kết khớp của chi tiết đúc	[Không có]	Không có dữ liệu.
I.2.4(1)	Giá trị cường độ chịu mỏi đối với các mối nối keo dính trong chi tiết đúc	[Không có]	Không có dữ liệu.

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 XXX1-3:202X được đưa ra trong Bảng NA.2.

Bảng NA.2 Các quyết định về tình trạng của các phụ lục tham khảo trong TCVN XXX1-3:202X

Phụ lục	Mô tả	Quyết định
Phụ lục B	Hướng dẫn đánh giá sự phát triển vết nứt bằng cơ học phá hủy	Có thể được sử dụng
Phụ lục C	Thí nghiệm cho thiết kế mỏi	Có thể được sử dụng
Phụ lục D	Phân tích ứng suất	Có thể được sử dụng
Phụ lục E	Nút keo dính	Có thể được sử dụng
Phụ lục F	Miền mỏi chu kỳ thấp	Có thể được sử dụng
Phụ lục G	Ảnh hưởng của hệ số R	Có thể được sử dụng
Phụ lục H	Tăng cường cường độ chịu mỏi của mối hàn	Có thể được sử dụng
Phụ lục I	Chi tiết đúc	Có thể được sử dụng
Phụ lục J	Các bảng danh mục chi tiết	Có thể được sử dụng
Phụ lục K	Phương pháp chi tiết tham chiếu điểm nóng	Có thể được sử dụng
Phụ lục L	Hướng dẫn sử dụng các phương pháp thiết kế, lựa chọn các hệ số riêng, giới hạn cho các giá trị hư hỏng, khoảng thời gian kiểm tra và các tham số thi công khi sử dụng Phụ lục J	Có thể được sử dụng

NA.4 Tham chiếu đến thông tin bổ sung không mâu thuẫn

Các tài liệu tham khảo sau đây chứa thông tin bổ sung không mâu thuẫn để sử dụng với TCVN XXX1-3:202X.

Tài liệu tham khảo

Tiêu chuẩn

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.

TCVN EN 1990 Cơ sở thiết kế kết cấu

TCVN EN 1991 (tất cả các phần), Các tác động lên kết cấu.

TCVN XXXX1-1:202x Thiết kế kết cấu nhôm - Phần 1-1: Các quy định kết cấu chung