

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 12160:2017

ISO 20332:2016

Xuất bản lần 1

**CẦN TRỤC -
KIỂM NGHIỆM KHẢ NĂNG CHỊU TẢI CỦA KẾT CẤU THÉP**

Cranes - Proof of competence of steel structures

HÀ NỘI - 2017

Lời nói đầu

TCVN 12160:2017 hoàn toàn tương đương với ISO 20332:2016.

TCVN 12160:2017 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 96 *Cần cầu* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Cần trục - Kiểm nghiệm khả năng chịu tải của kết cấu thép

Cranes – Proof of competence of steel structures

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các điều kiện, yêu cầu, phương pháp và giá trị các thông số chung để thực hiện kiểm nghiệm khả năng chịu tải của các kết cấu thép cần trục dựa trên phương pháp trạng thái giới hạn. Tiêu chuẩn này được sử dụng với các tải trọng và tổ hợp tải trọng quy định trong các phần của TCVN 11417 (ISO 8686).

Tiêu chuẩn này quy định yêu cầu chung cho tất cả các loại cần trục. Các tiêu chuẩn khác có thể cung cấp các yêu cầu riêng đối với việc kiểm nghiệm các loại cần trục cụ thể.

Việc kiểm nghiệm bằng tính toán lý thuyết và/hoặc thử nghiệm có mục đích ngăn chặn các mối nguy hiểm liên quan đến hoạt động của kết cấu thông qua việc thiết lập các giới hạn về độ bền, ví dụ như giới hạn chảy, độ bền tĩnh, độ bền mỏi hoặc gãy giòn.

Theo TCVN 11417 (ISO 8686), có hai phương pháp tính toán kiểm nghiệm khả năng chịu tải của kết cấu: phương pháp trạng thái giới hạn – áp dụng các hệ số an toàn thành phần và phương pháp ứng suất cho phép – áp dụng hệ số an toàn chung. Phương pháp ứng suất được cho phép như một lựa chọn thay thế cho phương pháp trạng thái giới hạn quy định trong tiêu chuẩn này.

Các tính toán kiểm nghiệm khả năng chịu tải của các phụ trợ (ví dụ như tay vịn, bậc thang, lối đi, cabin) không thuộc phạm vi tiêu chuẩn này. Tuy nhiên phải tính đến ảnh hưởng của các phụ trợ này lên kết cấu chính.

2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 312-1:2007 (ISO 148-1:2006), *Vật liệu kim loại – Thử va đập con lắc Charpy – Phần 1: Phương pháp thử*.

TCVN 12160:2017

TCVN 2245-2:1999 (ISO 286-2:1988) + ISO 286-2:1988/Cor 1:2006, *Hệ thống ISO về dung sai và lắp ghép – Phần 2: Bảng cấp dung sai tiêu chuẩn và sai lệch giới hạn của lỗ và trục.*

TCVN 4399:2008 (ISO 404:1992), *Thép và sản phẩm thép – Yêu cầu kỹ thuật chung khi cung cấp.*

TCVN 8242-1 (ISO 4306-1), *Cần trục – Tải trọng – Phần 1: Quy định chung.*

TCVN 8590-1:2010 (ISO 4301-1:1986), *Cần trục - Phân loại theo chế độ làm việc - Phần 1: Yêu cầu chung.*

TCVN 11417-1 (ISO 8686-1) *Cần trục – Nguyên tắc tính toán tải trọng và tổ hợp tải trọng – Phần 1: Quy định chung.*

TCVN 11417-2 (ISO 8686-2) *Cần trục – Nguyên tắc tính toán tải trọng và tổ hợp tải trọng – Phần 2: Cần trục tự hành.*

TCVN 11417-3 (ISO 8686-3) *Cần trục – Nguyên tắc tính toán tải trọng và tổ hợp tải trọng – Phần 3: Cần trục tháp.*

TCVN 11417-4 (ISO 8686-4) *Cần trục – Nguyên tắc tính toán tải trọng và tổ hợp tải trọng – Phần 4: Cần trục tay cần.*

TCVN 11417-5 (ISO 8686-5) *Cần trục – Nguyên tắc tính toán tải trọng và tổ hợp tải trọng – Phần 5: Cầu trục và cổng trục.*

ISO 273:1979, *Fastener – Clearance holes for bolts and screws (Chi tiết ghép – Lỗ thông cho bu lông và vít).*

ISO 898-1:2013, *Mechanical properties of fastener made of carbon steel and alloy steel – Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes – Coarse thread and fine pitch thread (Cơ tính của chi tiết ghép bằng thép cacbon và thép hợp kim – Phần 1: Bu lông, vít và vít cấy với các nhóm đặc tính cho trước – Ren bước lớn và ren bước nhỏ).*

ISO 4042:1999, *Fastener – Electroplated coatings (Bu lông – Mạ điện).*

ISO 5817:2014, *Welding – Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) – Quality levels for imperfections (Hàn – Các liên kết hàn nóng chảy ở thép, niken, titan và các hợp kim của chúng (trừ hàn chùm tia) – Mức chất lượng đối với khuyết tật).*

ISO 7752:2013, *Hot-rolled steel plates – Tolerance on dimensions and shape (Thép tấm cán nóng – Dung sai kích thước và hình dáng).*

ISO 7788:1985, *Steel - Surface finish of hot-rolled plates and wide flats – Delivery requirements (Thép – Hoàn thiện bề mặt của thép tấm và thép lá cán nóng – Yêu cầu khi cung cấp).*

ISO 9013:2002, *Thermal cutting – Classification of cuts – Geometrical product specification and quality tolerances (Cắt bằng nhiệt – Phân loại vết cắt – Đặc điểm hình học của sản phẩm và dung sai chất lượng).*

ISO 9587:2007, *Metallic and other inorganic coatings – Pretreatments of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement* (Mạ kim loại hoặc phủ vô cơ khác – Tiền xử lý gang hoặc thép giảm nguy cơ giòn hóa hydro).

ISO 12100¹⁾, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Risk assessment and risk reduction* (An toàn máy – Khái niệm cơ bản, nguyên tắc chung cho thiết kế - Đánh giá rủi ro và giảm thiểu rủi ro).

ISO 15330:1999, *Fasteners – Preloading test for the detection of hydrogen embrittlement – Parallel bearing surface method* (Mối ghép ren – Thử lực xiết để phát hiện giòn hóa hidro – Phương pháp bề mặt tựa song song).

ISO 17659:2002, *Welding - Multilingual terms for welded joints with illustrations* (Hàn - Thuật ngữ bằng nhiều ngôn ngữ cho các mối hàn với hình minh họa).

3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và chữ viết tắt

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong ISO 12100, ISO 17659 và TCVN 8242-1:2009 (ISO 4306-1:2007), Điều 6 và các thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu, chữ viết tắt sau (xem Bảng 1):

3.1

Cấp độ bền của thép (grade of steel)

Dấu hiệu để xác định độ bền của thép, thường định nghĩa bằng giới hạn chảy (f_y), hoặc đôi khi bằng giới hạn bền (f_u).

3.2

Chất lượng của thép (quality of steel)

Dấu hiệu để xác định độ dai va đập và nhiệt độ thử của thép.

1) Trong hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 7383:2004 hoàn toàn tương đương ISO 12100:2003.

Bảng 1 – Ký hiệu và chữ viết tắt chính sử dụng trong tiêu chuẩn

Ký hiệu	Mô tả
A	Tiết diện
A_{eq}	Diện tích tương đương sử dụng trong tính toán
A_n	Diện tích tiết diện thực tế qua các lỗ lắp bu lông, chốt
A_r	Đường kính chân ren của bu lông
A_s	Tiết diện tính ứng suất của bu lông
a	Kích thước hình học
a_{hi}	Kích thước hình học của chiều sâu hàn (độ ngấu mối hàn)
a_r	Chiều dày hiệu dụng của mối hàn
b	Kích thước hình học
c	Kích thước hình học
b_{eff}	Kích thước hiệu dụng dùng trong tính toán
b_1	Kích thước hình học
D_A	Đường kính của hình trụ hiệu dụng của vật liệu chi tiết kẹp (tấm ghép)
D_i	Đường kính trong của chốt rỗng
D_o	Đường kính ngoài của chốt rỗng
d	Đường kính thân bu lông, chốt
d_h	Đường kính lỗ
d_w	Đường kính vùng tiếp xúc của đầu bu lông
d_o	Đường kính lỗ
E	Mô đun đàn hồi
e_1, e_2	Khoảng cách đến các mép
F	Lực
F_b	Lực kéo bu lông
$F_{b,Rd}$	Lực gây dập giới hạn khi tính toán
$F_{b,Sd}, F_{bi,Sd}$	Lực gây dập tính toán

Bảng 1 – Ký hiệu và chữ viết tắt chính sử dụng trong tiêu chuẩn (tiếp theo)

Ký hiệu	Mô tả
ΔF_b	Lực phụ
F_{σ}	Sự giảm của lực nén do ngoại lực kéo
$F_{cs,Rd}$	Lực kéo giới hạn khi tính toán
F_d	Lực giới hạn
$F_{e,t}$	Ngoại lực (trong mối ghép bu lông)
F_k	Giá trị đặc trưng (lực)
F_p	Lực siết bu lông
$F_{p,d}$	Lực siết tính toán
F_{Rd}	Lực giới hạn khi tính toán
F_{Sd}	Lực tính toán của phần tử
$F_{s,Rd}$	Lực trượt giới hạn khi tính toán cho mỗi bu lông ở mỗi bề mặt ma sát
$F_{t1,Rd}, F_{t2,Rd}$	Lực kéo giới hạn khi tính toán cho mỗi bu lông
$F_{t,Sd}$	Ngoại lực kéo cho mỗi bu lông
$F_{v,Rd}$	Lực cắt giới hạn khi tính toán cho mỗi bu lông/chốt ở mỗi mặt phẳng cắt
$F_{v,Sd}$	Lực cắt tính toán cho mỗi bu lông/chốt ở mỗi mặt phẳng cắt
$F_{o,t}$	Lực tác động gây ứng suất pháp/ứng suất tiếp
F	Sự không hoàn thiện bên ngoài mặt phẳng của tấm
$f_{b,Rd,x}$	Ứng suất giới hạn khi tính toán nén dọc
$f_{b,Rd,y}$	Ứng suất giới hạn khi tính toán nén ngang
$f_{b,Rd,t}$	Ứng suất giới hạn khi tính toán nén dọc
f_d	Ứng suất giới hạn
f_k	Giá trị đặc trưng (ứng suất)
f_{Rd}	Ứng suất giới hạn khi tính toán
f_u	Giới hạn bền của vật liệu
f_{ub}	Giới hạn bền của các bu lông
f_{uw}	Giới hạn bền của mối hàn

Bảng 1 – Ký hiệu và chữ viết tắt chính sử dụng trong tiêu chuẩn (tiếp theo)

Ký hiệu	Mô tả
$f_{w,Rd}$	Ứng suất giới hạn khi tính toán của mối hàn
f_y	Giới hạn chảy của vật liệu hoặc giới hạn dẻo, độ giãn dẻo 0,2%
f_{yb}	Giới hạn chảy của bu lông
f_{yk}	Giới hạn chảy (giá trị nhỏ nhất) của vật liệu cơ sở hoặc phần tử
f_{yp}	Giới hạn chảy của chốt
h	Chiều dày của chi tiết gia công
h_d	Khoảng cách giữa mối hàn và vùng tiếp xúc của tải trọng tác dụng
l	Mô men quán tính
K_b	Độ cứng (xô nghiêng) của bu lông
K_c	Độ cứng (xô nghiêng) của vành
k_m	Hệ số phổ ứng suất bậc m của chi tiết đang được xem xét
k^*	Hệ số tỉ lệ của phổ riêng
$k_{\alpha,x}, k_r$	Hệ số ổn định cục bộ của tấm
L	Chiều dài cỡ chuẩn của phần tử chịu nén
l_k	Chiều dài hiệu dụng (chiều dài tương đương) khi chịu kéo
l_m	Chiều dài ... của sự không hoàn hảo của tấm
l_r	Chiều dài hiệu dụng của mối hàn
l_w	Chiều dài mối hàn
l_1	Chiều dài hiệu dụng khi chịu kéo không hạn chế
l_2	Chiều dài hiệu dụng khi chịu kéo hạn chế
M_{Rd}	Mô men uốn giới hạn khi tính toán
M_{Sd}	Mô men uốn tính toán
M	Hằng số độ dốc (nghịch đảo âm) của đường cong $\log\sigma/\log N$ (bậc của đường cong mỗi)
N	Số chu trình ứng suất giới hạn về mỏi ứng với ứng suất được mô tả bằng $\sigma_{s,i}$ và $\sigma_{m,i}$
N_c	Lực nén

Bảng 1 - Ký hiệu và chữ viết tắt chính sử dụng trong tiêu chuẩn (tiếp theo)

Ký hiệu	Mô tả
N_k	Lực ổn định tới hạn của phần tử chịu nén
N_{Rd}	Lực nén giới hạn khi tính toán
N_{Sd}	Lực nén tính toán
N_{rel}	Số chu trình ứng suất tham chiếu (số chu trình cơ sở khi thử mỏi)
N_i	Tổng số lần xuất hiện
NC	Cấp tập trung ứng suất
NDT	Thử không phá hủy
n_i	Số chu trình ứng suất với biên độ ứng suất trong dải i
N	Số bu lông chịu tải như nhau
P_s	Xác suất không hỏng
p_1, p_2	Khoảng cách giữa tâm các bu lông
Q	Khối lượng lớn nhất của tải nặng
q_i	Hệ số độ dai va đập
R_d	Sức bền (cường độ) tính toán
R	Bán kính bánh xe
S	Cấp của hệ số quá trình ứng suất s
S_d	Ứng suất hoặc tải trọng tính toán
s_m	Hệ số quá trình ứng suất
T	Nhiệt độ
TIG	Hàn đầu Vonfram bảo vệ bằng khí trơ (hàn TIG)
T	Chiều dày
U	Cấp sử dụng
U	Hệ số hình dáng
V	Tỉ số đường kính
W_{el}	Mô đun chống uốn của tiết diện
α	Hệ số đặc trưng đối với mối ghép chốt (không có khe hở với lỗ)

Bảng 1 – Ký hiệu và chữ viết tắt chính sử dụng trong tiêu chuẩn (tiếp theo)

Ký hiệu	Mô tả
α_w	Hệ số đặc trưng đối với ứng suất giới hạn trong mối hàn
γ_{mf}	Hệ số dự trữ bền môi riêng
γ_m	Hệ số dự trữ bền chung
γ_p	Hệ số an toàn thành phần
γ_R	Hệ số dự trữ bền tổng thể
γ_{Rb}	Hệ số dự trữ bền tổng thể của bu lông
γ_{Rc}	Hệ số dự trữ bền tổng thể về kéo đối với các tiết diện có lỗ
γ_{Rm}	Hệ số dự trữ bền tổng thể đối với các phần tử
γ_{Rp}	Hệ số dự trữ bền tổng thể đối với chốt
γ_{Rs}	Hệ số dự trữ bền tổng thể đối với các mối ghép chống trượt
γ_s	Hệ số dự trữ bền riêng
γ_{sb}	Hệ số dự trữ bền riêng của bu lông
γ_{sm}	Hệ số dự trữ bền riêng đối với các phần tử
γ_{sp}	Hệ số dự trữ bền riêng đối với chốt
γ_{ss}	Hệ số dự trữ bền riêng đối với các mối ghép chống trượt
γ_{st}	Hệ số dự trữ bền riêng về kéo đối với các tiết diện có lỗ
$\Delta\delta_i$	Độ giãn dài tăng thêm
δ_p	Độ giãn dài đo dự ứng lực (lực siết bu lông)
θ_i	Độ nghiêng của các phần tử
κ	Góc phân tán
λ	Chiều rộng vùng tiếp xúc theo hướng mối hàn
μ	Hệ số trượt
ν	Tổng số chu trình ứng suất tương đối (chuẩn hoá)
ν_D	Tỉ số các đường kính
σ	Ứng suất riêng
$\Delta\sigma$	Khoảng thay đổi ứng suất

Bảng 1 – Ký hiệu và chữ viết tắt chính sử dụng trong tiêu chuẩn (kết thúc)

Ký hiệu	Mô tả
$\Delta\sigma_j$	Khoảng thay đổi ứng suất mức j
$\Delta\hat{\sigma}$	Khoảng thay đổi ứng suất lớn nhất
σ_b	Giá trị cực hạn dưới của chu trình ứng suất
$\Delta\sigma_c$	Độ bền mỏi đặc trưng (ứng suất pháp)
σ_e	Ứng suất tham chiếu cho ổn định tạm
σ_m	Ứng suất trung bình được chọn khi đếm chu trình ứng suất theo phương pháp một tham số
$\Delta\sigma_{Rd}$	Khoảng thay đổi ứng suất giới hạn (ứng suất pháp, tính toán)
$\Delta\sigma_{Rd,1}$	Khoảng thay đổi ứng suất giới hạn khi $k^* = 1$ (tính toán)
σ_{sd}	Ứng suất tính toán (ứng suất pháp)
$\Delta\sigma_{sd}$	Khoảng thay đổi ứng suất tính toán (ứng suất pháp)
$\sigma_{sd,x}$	Ứng suất tính toán (nén dọc)
$\sigma_{sd,y}$	Ứng suất nén ngang tính toán (nén ngang)
σ_u	Giá trị cực hạn trên của chu trình ứng suất
$\sigma_{w,sd}$	Ứng suất tính toán trong mỗi hàn (ứng suất pháp)
σ_x, σ_y	Thành phần ứng suất pháp theo phương x, y
$\hat{\sigma}_e$	Biên độ ứng suất lớn nhất
$\min\sigma, \max\sigma$	Cực trị của ứng suất
τ	Ứng suất tiếp
$\Delta\tau_c$	Độ bền mỏi đặc trưng (ứng suất tiếp)
τ_{sd}	Ứng suất tính toán (ứng suất tiếp)
$\Delta\tau_{sd}$	Khoảng thay đổi ứng suất giới hạn (ứng suất tiếp, tính toán)
$\Delta\tau_{Rd}$	Khoảng thay đổi ứng suất tính toán (ứng suất tiếp)
$\tau_{w,sd}$	Ứng suất tính toán trong mỗi hàn (ứng suất tiếp)
ϕ	Hệ số động
ψ	Tỉ số ứng suất theo chiều ngang tạm

4 Quy định chung

4.1 Nguyên tắc chung

Tính toán kiểm nghiệm khả năng chịu tải phải thực hiện cho các bộ phận, phần tử và chi tiết chịu tải hoặc số chu trình chịu tải có thể gây ra các hư hỏng, nứt gãy hoặc biến dạng ảnh hưởng đến các tính năng của cần trục.

CHÚ THÍCH: Xem TCVN 11417 (ISO 8086) về thông tin áp dụng cho các loại cần trục khác nhau. Không phải tất cả các tính toán được áp dụng cho mọi loại cần trục.

4.2 Hồ sơ

Hồ sơ về tính toán kiểm nghiệm khả năng chịu tải phải bao gồm:

- Các giả thiết tính toán, bao gồm cả các mô hình tính;
- Các tải trọng và tổ hợp tải trọng áp dụng;
- Đặc tính của vật liệu;
- Các mức chất lượng hàn theo TCVN 7473 (ISO 5817);
- Đặc tính của các chi tiết ghép;
- Trạng thái giới hạn liên quan;
- Kết quả tính toán kiểm nghiệm và thử nghiệm khi có thể áp dụng.

4.3 Phương pháp thay thế

Khả năng chịu tải có thể được thực hiện bằng thực nghiệm để bổ sung hoặc phối hợp với tính toán. Độ lớn và sự phân bố tải trọng trong quá trình thử phải tương ứng với tải trọng tính toán và tổ hợp tải trọng cho các trạng thái giới hạn thích hợp.

Ngoài ra, cũng có thể sử dụng các phương pháp lý thuyết hoặc thực nghiệm tiên tiến đã được công nhận, đáp ứng các nguyên tắc quy định trong tiêu chuẩn này.

4.4 Vật liệu của các phần tử kết cấu

Khuyến nghị các loại thép phù hợp với các tiêu chuẩn sau:

- ISO 630;
- TCVN 11233-1 (ISO 6930-1);
- TCVN 11229-1 (ISO 4950-1);
- TCVN 11234-1 (ISO 4951-1), TCVN 11234-2 (ISO 4951-2) và TCVN 11234-3 (ISO 4951-3).

Khi sử dụng các loại thép khác phải biết các giá trị cụ thể của f_u , f_y . Các đặc tính cơ học khác và thành phần hoá học phải được chỉ rõ theo TCVN 4399 (ISO 404). Ngoài ra các điều kiện sau đây phải được đáp ứng:

- Giá trị tính toán của f_y phải được giới hạn đến giá trị $f_u/1,05$ đối với các vật liệu có $f_u/f_y < 1,05$;
- Độ dẫn dài phần trăm tại điểm phá hủy $A \geq 7\%$ trên chiều dài cỡ đo $L_0 = 5,65 \times \sqrt{S_0}$ (với S_0 là diện tích mặt cắt ngang nguyên bản);
- Tính hàn được hoặc không hàn được của vật liệu phải được chỉ rõ và nếu định hàn thì tính hàn phải được chứng minh;
- Nếu vật liệu định sử dụng để tạo hình nguội thì các thông số liên quan phải được chỉ rõ.

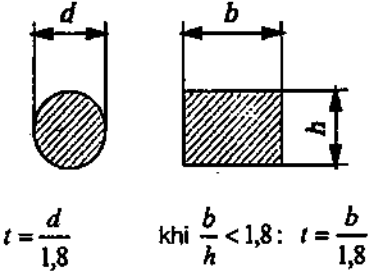
Để có thể sử dụng các giá trị danh nghĩa của chiều dày tấm khi tính toán kiểm nghiệm thì giới hạn dung sai dưới của tấm phải bằng hoặc tốt hơn so với cấp A trong ISO 7452:2013. Ngược lại, giá trị nhỏ nhất của chiều dày tấm theo thực tế phải được sử dụng.

Khi kiểm tra cấp độ bền và chất lượng của thép (xem các tiêu chuẩn tham khảo) sử dụng cho các phần tử chịu kéo, tổng các hệ số độ dai và đập q_i phải được xem xét. Bảng 2 cung cấp các hệ số q_i với các ảnh hưởng khác nhau. Năng lượng/nhiệt độ yêu cầu khi thử va đập phụ thuộc vào Σq_i cho trong Bảng 3 và phải được nhà sản xuất thép chỉ rõ trên cơ sở TCVN 312-1 (ISO 148-1).

Bảng 2 – Hệ số độ dai và đập

i	Ảnh hưởng		q_i
1	Nhiệt độ T (°C) của môi trường làm việc	$0 \leq T$	0
		$-10 \leq T < 0$	1
		$-20 \leq T < -10$	2
		$-30 \leq T < -20$	3
		$-40 \leq T < -30$	4
		$-50 \leq T < -40$	6
2	Giới hạn chảy f_y (N/mm ²)	$f_y \leq 300$	0
		$300 < f_y \leq 460$	1
		$460 < f_y \leq 700$	2
		$700 < f_y \leq 1000$	3
		$1000 < f_y \leq 1300$	4

Bảng 2 – Hệ số độ dai va đập (kết thúc)

i	Ảnh hưởng	q_i
3	Chiều dày vật liệu t (mm) Chiều dày tương đương t đối với thanh đặc:  $t = \frac{d}{1,8}$ khi $\frac{b}{h} < 1,8$: $t = \frac{b}{1,8}$	$t \leq 10$ 0
		$10 < t \leq 20$ 1
		$20 < t \leq 40$ 2
		$40 < t \leq 60$ 3
		$60 < t \leq 80$ 4
		$80 < t \leq 100$ 5
		$100 < t \leq 125$ 6
		$125 < t \leq 150$ 7
4	Tập trung ứng suất và cấp tập trung ứng suất: theo đặc trưng $\Delta\sigma_c$ (N/mm ²) (xem Phụ lục D)	$\Delta\sigma_c > 125$ 0
		$80 < \Delta\sigma_c \leq 125$ 1
		$56 < \Delta\sigma_c \leq 80$ 2
		$40 < \Delta\sigma_c \leq 56$ 3
		$30 < \Delta\sigma_c \leq 40$ 4
		$\Delta\sigma_c \leq 30$ 5
5	Sử dụng độ bền tĩnh (xem 5.3.1)	$\sigma_{Sd} > 0,75 \times f_{Rda}$ 0
		$0,5 \times f_{Rda} < \sigma_{Sd}$ và $\sigma_{Sd} \leq 0,75 \times f_{Rda}$ -1
		$0,25 \times f_{Rda} < \sigma_{Sd}$ và $\sigma_{Sd} \leq 0,5 \times f_{Rda}$ -2
		$\sigma_{Sd} \leq 0,25 \times f_{Rda}$ -3

Bảng 3 – Độ dai va đập yêu cầu tương ứng với Σq_i

	$\Sigma q_i \leq 5$	$6 \leq \Sigma q_i \leq 8$	$9 \leq \Sigma q_i \leq 11$	$12 \leq \Sigma q_i \leq 14$
Yêu cầu về năng lượng va đập / nhiệt độ thử	27J / +20°C	27J / +0°C	27J / -20°C	27J / -40°C

4.5 Mối ghép bu lông

4.5.1 Vật liệu bu lông

Đối với các mối ghép bu lông, phải sử dụng bu lông với các cấp bền 4.6, 5.6, 8.8, 10.9 hoặc 12.9 theo ISO 898-1. Bảng 4 thể hiện các giá trị danh nghĩa liên quan đến độ bền đối với các cấp này.

Bảng 4 – Cấp độ bền của bu lông

Cấp độ bền của bu long	4.6	5.6	8.8	10.9	12.9
f_y (N/mm ²)	240	300	640	900	1080
f_{ub} (N/mm ²)	400	500	800	1000	1200

Khi cần thiết, người thiết kế có thể yêu cầu nhà cung cấp bu lông chứng minh sự phù hợp với các yêu cầu chống lại sự giòn hoá hydro đối với các cấp bền 10.9 và 12.9. Các yêu cầu kỹ thuật có thể tìm thấy tại ISO 15330, ISO 4042 và ISO 9587.

4.5.2 Quy định chung

Trong tiêu chuẩn này, các mối ghép bu lông là mối ghép giữa các phần tử hoặc/và bộ phận, sử dụng các bu lông như sau:

- Khi chịu rung động, chịu tải trọng đảo chiều hoặc tải trọng thay đổi, hoặc khi các mặt ghép bị trượt có thể gây ra các thay đổi hình học có hại thì các bu lông phải được siết đủ để ép các bề mặt ghép với nhau;
- Có thể siết chặt các mối ghép bu lông khác;
- Các bề mặt ghép phải đảm bảo chống xoay (ví dụ: bằng cách sử dụng nhiều bu lông).

4.5.3 Mối ghép chịu cắt và dập

Trong tiêu chuẩn này, các mối ghép chịu cắt và dập là các mối ghép chịu tải trọng vuông góc với đường tâm bu lông, gây ra ứng suất cắt và ứng suất dập trên bu lông, ứng suất dập tại các chi tiết ghép, áp dụng như sau:

- Khe hở giữa thân bu lông và lỗ ghép phải tuân thủ TCVN 2245-2 (ISO 286-2), dung sai h13 và H11 hoặc nhỏ hơn, khi các bu lông chịu lực đảo chiều hoặc khi các mặt ghép bị trượt có thể gây ra các thay đổi hình học có hại;
- Trong một số trường hợp, khe hở lớn hơn có thể được sử dụng;
- Thi tính toán dập chỉ xem xét phần không có ren trên thân bu lông;
- Không có yêu cầu đặc biệt về việc xử lý các bề mặt tiếp xúc.

4.5.4 Mối ghép giữ bằng ma sát (mối ghép chống trượt bằng ma sát)

Trong tiêu chuẩn này, các mối ghép giữ bằng ma sát là các mối ghép mà tải trọng được truyền bằng ma sát giữa các bề mặt ghép, áp dụng như sau:

- Phải sử dụng các bu lông cường độ cao, cấp bền 8.8, 10.9, hoặc 12.9 theo ISO 898-1;
- Phải kiểm soát lực siết các bu lông để đạt giá trị đã định;
- Trạng thái bề mặt ghép phải được chỉ định và được xem xét một cách phù hợp;
- Ngoài các lỗ tiêu chuẩn, cho phép sử dụng lỗ lớn hơn hoặc lỗ hạt đậu.

4.5.5 Mối ghép chịu kéo

Trong tiêu chuẩn này, các mối ghép chịu kéo là các mối ghép chịu lực dọc đường tâm bu lông và gây ra ứng suất dọc trục bu lông, áp dụng như sau:

- Các mối ghép siết chặt phải sử dụng bu lông cường độ cao, cấp bền 8.8, 10.9, hoặc 12.9 theo ISO 898-1, được kiểm soát lực siết đạt giá trị đã định;
- Phải xem xét sự gia tăng lực kéo bu lông do sự lệch tâm (hiệu ứng đòn bẩy) gây ra bởi hình dáng mối ghép;
- Khi đánh giá độ bền mối phải xem xét sự thay đổi của lực kéo do các đặc điểm kết cấu của mối ghép, chẳng hạn độ cứng của các chi tiết ghép và độ lệch tâm.

CHÚ THÍCH: Các bu lông chịu kéo không siết được xem xét như các phần tử kết cấu.

4.6 Mối ghép chốt

Trong tiêu chuẩn này, các mối ghép chốt là các mối ghép không hạn chế chi tiết ghép quay tương đối với nhau. Chỉ xem xét các chốt tròn.

Các yêu cầu áp dụng cho mối ghép chốt được thiết kế để chịu tải trọng, tức là không áp dụng cho các liên kết chỉ để giúp việc lắp đặt được thuận tiện.

Khe hở giữa chốt và lỗ phải tuân thủ TCVN 2245-2 (ISO 286-2), dung sai h13 và H13, hoặc nhỏ hơn. Trong trường hợp tải trọng có chiều thay đổi, phải áp dụng khe hở nhỏ hơn.

Tất cả các chốt phải có các phương tiện để ngăn chặn chốt dịch chuyển khỏi lỗ.

Khi các mối ghép chốt cho phép quay khi chịu tải thì phương tiện giữ chốt phải ngăn chặn chốt dịch chuyển dọc trục.

Đề hạn chế biến dạng cục bộ ngoài mặt phẳng ghép (bị võng lên) phải tính đến độ cứng của các chi tiết tham gia mối ghép.

4.7 Mối ghép hàn

Trong tiêu chuẩn này, mối ghép hàn là các mối ghép giữa các phần tử và/hoặc bộ phận, sử dụng quá trình hàn nóng chảy và các chi tiết ghép có độ dày 3 mm hoặc lớn hơn.

Các thuật ngữ về mối ghép hàn được quy định tại ISO 17659.

Có thể áp dụng các mức chất lượng hàn theo TCVN 7472 (ISO 5817) và phải sử dụng các phương pháp thử không phá huỷ thích hợp để kiểm tra sự phù hợp các yêu cầu về mức chất lượng.

Nói chung, đối với thép có giới hạn bền nhỏ hơn 400 N/mm^2 , mức chất lượng C được chấp nhận cho các mối ghép hàn có yêu cầu kiểm nghiệm khả năng chịu tải tĩnh.

Chỉ có thể áp dụng mức chất lượng D cho các liên kết khi hư hỏng cục bộ tại mối hàn không gây ra hư hỏng kết cấu hoặc rơi tải nặng.

Mặc dù sự phân bố ứng suất dọc chiều dài mối hàn có thể không đều nhưng trong đa số các trường hợp sự phân bố này có thể được coi là đều. Tuy nhiên, các kiểu phân bố khác có thể được giả định khi thoả mãn các yêu cầu cơ bản về sự cân bằng và tính liên tục, cũng như phản ánh đúng các đặc tính biến dạng của mối ghép.

Ứng suất dư và ứng suất không tham gia truyền lực không cần phải xem xét khi tính toán mối hàn chịu tải trọng tĩnh. Điều này áp dụng cụ thể cho ứng suất pháp song song với trục của mối hàn, đã được hấp thụ bởi vật liệu cơ sở.

Khi độ bền kéo tĩnh của mối hàn giáp mối được thử nghiệm thì thử nghiệm này có thể tiến hành mà không cần loại bỏ các gia cố của mối hàn.

4.8 Kiểm nghiệm khả năng chịu tải của các thành phần kết cấu và các mối ghép

Đối tượng cần kiểm nghiệm phải chứng minh được rằng ứng suất hoặc tải trọng tính toán S_d không vượt quá sức bền tính toán R_d :

$$S_d \leq R_d \quad (1)$$

Ứng suất hoặc tải trọng tính toán S_d phải được xác định bằng cách áp dụng các tải trọng, tổ hợp tải trọng thích hợp và các hệ số an toàn thành phần quy định trong TCVN 11417 (ISO 8686).

Trong các điều khoản sau đây, sức bền tính toán R_d được thể hiện bằng ứng suất giới hạn f_d hoặc lực giới hạn F_d .

Đối với các phần tử và mối ghép phải thực hiện các kiểm nghiệm về khả năng chịu tải sau đây:

- Kiểm nghiệm độ bền tĩnh theo Điều 5;
- Kiểm nghiệm độ bền mỏi theo Điều 6;
- Kiểm nghiệm độ ổn định đàn hồi theo Điều 7.

5 Kiểm nghiệm độ bền tĩnh

5.1 Quy định chung

Kiểm nghiệm độ bền tĩnh bằng tính toán có mục đích ngăn chặn biến dạng quá mức do sự chảy dẻo của vật liệu, sự trượt của các mối ghép giữ bằng ma sát, sự mất ổn định đàn hồi và sự nứt gãy của các

phần tử kết cấu và mối ghép. Các hệ số động cho trong TCVN 11417 (ISO 8686) được sử dụng để tính tải trọng tĩnh tương đương nhằm mô phỏng các ảnh hưởng động.

Sử dụng lý thuyết dẻo để tính toán khả năng tải giới hạn không được chấp nhận trong các điều khoản của tiêu chuẩn này.

Việc kiểm nghiệm phải thực hiện cho các phần tử kết cấu và các mối ghép khi xem xét các ảnh hưởng bất lợi nhất ở các tổ hợp tải trọng A, B hoặc C từ các phần tương ứng của TCVN 11417 (ISO 8686) và so sánh với sức bền tĩnh toán quy định tại 5.2 dưới đây.

Tiêu chuẩn này chỉ xem xét các ứng suất danh nghĩa, tức là các ứng suất tính theo lý thuyết đàn hồi; các ảnh hưởng của tập trung ứng suất cục bộ không được tính đến. Khi sử dụng các ứng suất tính theo các phương pháp khác để kiểm nghiệm theo tiêu chuẩn này, chẳng hạn như phương pháp phần tử hữu hạn, có thể đưa đến những kết quả thận trọng quá mức.

5.2 Tải trọng giới hạn và ứng suất giới hạn khi tính toán

5.2.1 Quy định chung

Ứng suất giới hạn khi tính toán được xác định theo:

$$f_{Rd} = f(f_k, \gamma_R) \quad (2)$$

Tải trọng giới hạn khi tính toán được xác định theo:

$$F_{Rd} = f(F_k, \gamma_R) \quad (3)$$

Trong đó:

f_k, F_k các giá trị đặc trưng (hoặc danh nghĩa);

γ_R hệ số dự trữ bền tổng thể: $\gamma_R = \gamma_m \times \gamma_s$,

γ_m hệ số dự trữ bền chung: $\gamma_m = 1,1$

γ_s hệ số dự trữ bền riêng, áp dụng cho các bộ phận cụ thể của kết cấu, lấy theo các điều khoản dưới đây.

f_{Rd} và F_{Rd} tương đương với R/γ_m trong TCVN 11417-1 (ISO 8686-1), Hình A.2.

5.2.2 Ứng suất giới hạn khi tính toán trong các phần tử kết cấu

Ứng suất giới hạn khi tính toán f_{Rd} , sử dụng để kiểm nghiệm các phần tử kết cấu, phải được xác định theo:

$$f_{Rd\sigma} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{Rm}} \text{ đối với ứng suất pháp} \quad (4)$$

$$f_{R,d} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{Rm} \sqrt{3}} \text{ đối với ứng suất tiếp} \quad (5)$$

với $\gamma_{Rm} = \gamma_m \times \gamma_{sm}$

Trong đó:

f_{yk} là giới hạn chảy nhỏ nhất của vật liệu;

γ_{sm} là hệ số dự trữ bền riêng đối với vật liệu:

- Đối với vật liệu không chế tạo bằng phương pháp cán: $\gamma_{sm} = 0,95$;

- Đối với vật liệu cán (ví dụ: thép tấm, thép hình):

$\gamma_{sm} = 0,95$ đối với ứng suất trong mặt phẳng cán;

$\gamma_{sm} = 0,95$ đối với ứng suất nén và ứng suất tiếp;

- Đối với ứng suất kéo, vuông góc với mặt phẳng cán (xem Hình 1):

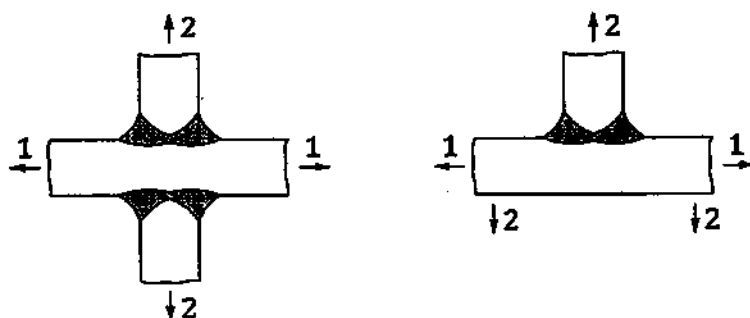
$\gamma_{sm} = 1,0$ đối với tấm có chiều dày nhỏ hơn 15 mm hoặc vật liệu có phần diện tích bị giảm nhiều hơn 20%;

$\gamma_{sm} = 1,16$ đối với vật liệu có phần diện tích bị giảm từ 20% đến 10%;

$\gamma_{sm} = 1,50$ đối với vật liệu có phần diện tích bị giảm dưới 10%.

Vật liệu phải có khả năng chịu tải vuông góc và không có các khuyết tật ở cấu trúc lớp.

CHÚ THÍCH: Phần diện tích bị giảm là hiệu số của diện tích tiết diện ban đầu của chi tiết thử và diện tích nhỏ nhất của tiết diện đo được sau khi bị tách rời hoàn toàn, tính bằng phần trăm so với diện tích gốc.



CHÚ DẪN

1 hướng của mặt phẳng cán

2 hướng của ứng suất/tải trọng

Hình 1 – Tải trọng kéo vuông góc với mặt phẳng cán

5.2.3 Tải trọng giới hạn khi tính toán đối với mối ghép bu lông

5.2.3.1 Mối ghép chịu cắt và dập

5.2.3.1.1 Quy định chung

Độ bền của mối ghép phải lấy giá trị nhỏ nhất trong các tải trọng giới hạn của các phần tử ghép riêng biệt.

Ngoài khả năng chịu dập của các phần tử ghép, các trạng thái giới hạn khác phải được kiểm tra tại các tiết diện có ứng suất lớn nhất bằng cách sử dụng hệ số dự trữ bền của vật liệu cơ sở.

Chỉ phần không có ren trên thân bu lông mới được coi là hiệu dụng trong tính toán độ bền dập.

5.2.3.1.2 Bu lông bị cắt

Lực cắt giới hạn khi tính toán $F_{v,Rd}$ cho mỗi bu lông tại mỗi mặt phẳng cắt được xác định như sau:

Khi ren không nằm trong mặt phẳng cắt:

$$F_{v,Rd} = \frac{f_{yb} \times A}{\gamma_{Rb} \times \sqrt{3}} \quad (6)$$

Khi ren nằm trong mặt phẳng cắt:

$$F_{v,Rd} = \frac{f_{yb} \times A_s}{\gamma_{Rb} \times \sqrt{3}} \quad (7)$$

Hoặc đơn giản hơn:

$$F_{v,Rd} = 0,75 \times \frac{f_{yb} \times A}{\gamma_{Rb} \times \sqrt{3}} \quad (8)$$

với $\gamma_{Rb} = \gamma_m \times \gamma_{sb}$

Trong đó:

f_{yb} giới hạn chảy (giá trị danh nghĩa) của vật liệu bu lông (xem Bảng 4);

A diện tích mặt cắt ngang thân bu lông tại mặt phẳng cắt;

A_s diện tích tính ứng suất của bu lông (xem ISO 898-1);

γ_{sb} hệ số dự trữ bền riêng của mối ghép bu lông:

$\gamma_{sb} = 1,0$ đối với các mối ghép có nhiều mặt phẳng cắt;

$\gamma_{sb} = 1,3$ đối với các mối ghép có một mặt phẳng cắt;

Xem Phụ lục A về lực cắt giới hạn khi tính toán đối với kích thước đã chọn của bu lông.