

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 12162-2:2017**

**ISO 11662-2:2014**

Xuất bản lần 1

**CÀN TRỤC - XÁC ĐỊNH THỰC NGHIỆM KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CÀN TRỤC TỰ HÀNH - PHẦN 2: KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA KẾT CẤU KHI CHỊU TẢI TRỌNG TĨNH**

*Mobile cranes - Experimental determination of crane performance -  
Part 2: Structural competence under static loading*

**HÀ NỘI - 2017**

## Lời nói đầu

TCVN 12162-2:2017 hoàn toàn tương đương với ISO 11662-2:2014.

TCVN 12162-2:2017 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 96 *Cần cẩu* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 12162 (ISO 11662), *Cần trục – Xác định thực nghiệm khả năng làm việc của cần trục tự hành* gồm các phần sau:

- TCVN 12162-2:2017 (ISO 11662-2:2014), Phần 2: Khả năng làm việc của kết cấu khi chịu tải trọng tĩnh.

Bộ ISO 11662, *Mobile cranes – Experimental determination of crane performance* còn các phần sau:

- ISO 11662-1:1995, Part 1: Tipping loads and radii.

## Lời giới thiệu

Việc tính toán thiết kế cần trục tự hành được dựa trên cơ sở của mô hình tính toán, với các phần tử và bộ phận thẳng tuyệt đối và được chế tạo chính xác. Đối với các phần tử chịu kéo và uốn, sự khác biệt giữa mô hình tính toán và cần trục thực tế thường là không đáng kể. Tuy nhiên, đối với các phần tử có nguy cơ bị mất ổn định cục bộ dạng cột thì cần thiết phải giới hạn sự sai lệch về độ thẳng và độ chính xác chế tạo.

Khi cần trục tự hành được thử không phá huỷ bằng các cảm biến đo biến dạng thì ứng suất xác định được thực chất đã bao gồm các ảnh hưởng do sai lệch về độ thẳng và độ chính xác chế tạo.

Phương pháp thử này có mục đích mô tả gần đúng các trạng thái tải trọng lớn nhất mà mỗi bộ phận của kết cấu chịu tải của cần trục phải đối mặt (xem Phụ lục D). Trong một số trường hợp, các trạng thái tải trọng nguy hiểm hơn có thể được phát hiện qua kết quả phân tích. Đối với các trường hợp này, các trạng thái này có thể được bổ sung hoặc thay thế cho (các) trạng thái thử nghiệm đã định. Phương pháp thử tải này cũng phân loại các vùng ứng suất thành các nhóm, [Nhóm I – vùng có ứng suất đồng nhất; Nhóm II – vùng có tập trung ứng suất; Nhóm III – vùng có nguy cơ gây oằn (mất ổn định cục bộ) cột; Nhóm IV – vùng có nguy cơ gây oằn (ổn định cục bộ) tấm] và xác định các giới hạn cho mỗi nhóm. Các kết quả thử nghiệm có thể sử dụng để phối hợp với các kết quả tính toán hệ thống cần cho vùng ứng suất nhóm III. Kết quả thử nghiệm đối với vùng ứng suất nhóm I của kết cấu có thể sử dụng để kiểm tra các tính toán đã có. Phương pháp thử sẽ đánh giá các vùng ứng suất nhóm II mà việc tính toán ít khi khả dụng. Các vùng ứng suất nhóm IV, nơi có thể xuất hiện các kết quả đo ứng suất cao bất thường, có thể được xem xét sâu sắc hơn bằng các phương pháp tính toán.

Một hệ thống cần đã chế tạo được thử thành công bằng các phương pháp trong tiêu chuẩn này thì có thể sử dụng trên các cần trục khác mà không cần thử lại, với điều kiện là khi sử dụng cùng một quy trình phân tích như nhau thì mức ứng suất nhận được phải không lớn hơn so với trong ứng dụng gốc đã thử và kết cấu đỡ cũng chắc chắn như lắp đặt ban đầu. Độ cứng vững của kết cấu đỡ được xác định bằng cách thay đổi độ nghiêng của trục chân cần trong khi mang tải trọng thử.

## **Cần trục - Xác định thực nghiệm khả năng làm việc của cần trục tự hành -**

### **Phần 2: Khả năng làm việc của kết cấu khi chịu tải trọng tĩnh**

*Mobile cranes - Experimental determination of crane performance -  
Part 2: Structural competence under static loading*

#### **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này áp dụng cho cần trục tự hành sử dụng trong xây dựng:

- a) cần dạng giàn, hoặc cần dạng giàn và cần phụ, được giữ bằng cáp (xem Phụ lục E, Hình E.3);
- b) tổ hợp tháp-cần, hoặc tháp-cần và cần phụ, được giữ bằng cáp (xem Phụ lục E, Hình E.1, Hình E.2);
- c) cần hộp ống lồng hoặc cần hộp ống lồng và cần phụ (xem Hình E.4).

Các nhà sản xuất cần trục tự hành có thể sử dụng tiêu chuẩn này để kiểm tra xác nhận thiết kế cho các loại cần trục tự hành minh họa trên các Hình E.1 đến Hình E.4.

Phương pháp thử này cung cấp một quy trình mang tính hệ thống, không phá hủy, để xác định ứng suất trong các kết cấu cần trục dưới các trạng thái chịu tải tĩnh nhất định bằng cách sử dụng các cảm biến đo biến dạng kiểu điện trở và xác định tiêu chuẩn xác nhận thích hợp cho các điều kiện tải trọng đã định.

#### **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).

ISO 9373, *Cranes and related equipment - Accuracy requirements for measuring parameters during testing* (Cần trục và thiết bị liên quan - Yêu cầu về độ chính xác các thông số đo trong khi thử).

#### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong TCVN 8242-2 (ISO 4306-2) và các bổ sung sau đây:

**3.1**

**Biến dạng (strain)**

Sự co hoặc giãn dài tương đối của vật liệu tại một điểm cho trước so với một mặt phẳng xác định đi qua điểm đó, được thể hiện như sự thay đổi độ dài của chi tiết có độ dài bằng một đơn vị (m/m).

**3.2**

**Ứng suất, S (stress)**

Nội lực trên một đơn vị diện tích do biến dạng gây ra, được thể hiện bằng pascal (Pa) hoặc newton trên mét vuông (N/m<sup>2</sup>).

**3.3**

**Giới hạn chảy, S<sub>y</sub> (yield point)**

Ứng suất mà tại đó sự tăng đáng kể của biến dạng không kèm theo sự tăng tương ứng của ứng suất.

CHÚ THÍCH: Trong tiêu chuẩn này giới hạn chảy được lấy bằng giá trị nhận được khi tăng thêm 0,2 % giới hạn đàn hồi của vật liệu hoặc giá trị giới hạn chảy quy định trong tiêu chuẩn thích hợp đối với vật liệu sử dụng.

**3.4**

**Ứng suất ổn định tới hạn, S<sub>cr</sub> (critical buckling stress)**

Giá trị trung bình của ứng suất làm phát sinh trạng thái mất ổn định cục bộ của các phần tử dạng cột (xem Phụ lục C).

**3.5**

**Trạng thái thử tham chiếu lần đầu (initial reference test condition)**

Trạng thái "không ứng suất" hoặc "ứng suất 0" của cần trục sau khi "mở khoá" (chạy rà lần đầu), được thiết lập như sau:

- a) Chống đỡ kết cấu trên giá chặn để giảm thiểu ảnh hưởng của trọng lực, hoặc
- b) Để các bộ phận kết cấu của cần trục ở trạng thái chưa lắp hoặc bất kỳ phương pháp nào khác có thể thiết lập trạng thái "không ứng suất". Ở trạng thái này sẽ nhận được các giá trị đo được trên mỗi cảm biến là giá trị tham chiếu ban đầu N<sub>1</sub>.

**3.6**

**Trạng thái ứng suất do trọng lượng bản thân (dead load stress condition)**

Kết cấu cần trục được lắp hoàn chỉnh tại nơi thử, với vị trí và tư thế sẵn sàng tiếp nhận tải trọng quy định tương ứng với tầm với đã định.

CHÚ THÍCH 1: Với trạng thái này, các cảm biến sẽ cho giá trị N<sub>2</sub>.

CHÚ THÍCH 2: Móc treo, cụm móc treo, dây treo, v.v... được xem xét như một phần tải trọng, nhưng có thể được cần trục nâng lên khi lấy các giá trị đo. Với mục đích xác định ứng suất ở trạng thái thử không tải, móc

được để ở vị trí bình thường – treo trên cần trục nhưng không có tải. Vị trí này phải được khôi phục sau khi đã dỡ tải lên nền (xem 9.4.4).

### 3.7

#### **Ứng suất do trọng lượng bản thân (dead load stress)**

Ứng suất tính toán như quy định tại Điều 10 bằng cách lấy hiệu các giá trị đo được theo 3.6 và 3.5 tại mỗi cảm biến ( $N_2 - N_1$ ).

### 3.8

#### **Trạng thái ứng suất khi có tải trọng làm việc (working load stress condition)**

Kết cấu cần trục được lắp hoàn chỉnh tại nơi thử, với tư thế đã định và treo tải trọng danh định.

CHÚ THÍCH: Với trạng thái này, các cảm biến sẽ cho giá trị  $N_3$ .

### 3.9

#### **Ứng suất khi có tải trọng làm việc (working load stress)**

Ứng suất tính toán như quy định tại điều 10 bằng cách lấy hiệu các giá trị đo được theo 3.8 và 3.5 tại mỗi cảm biến ( $N_3 - N_1$ ).

### 3.10

#### **Ứng suất kết quả, $S_r$ (resultant stress)**

Ứng suất phát sinh trong kết cấu do trọng lượng bản thân ( $S_1$ ) hoặc với tải trọng làm việc ( $S_2$ ), lấy đại lượng có giá trị tuyệt đối lớn hơn.

### 3.11

#### **Ứng suất trung bình trong cột, $S_{ra}$ (column average stress)**

Ứng suất nén trực tiếp trong cột hoặc ứng suất trung bình tính được từ nhiều cảm biến tại tiết diện (xem Phụ lục B).

### 3.12

#### **Ứng suất lớn nhất trong cột, $S_{rm}$ (column maximum stress)**

Ứng suất nén lớn nhất trong cột tính được trong mặt phẳng uốn dọc được thiết lập từ nhiều cảm biến tại tiết diện (xem Phụ lục B).

### 3.13

#### **Đặt tải (loadings)**

Đặt tải trọng hoặc/và lực với độ lớn quy định tương ứng với trạng thái đã định.

### 3.14

#### **Tầm với của tải trọng (load radius)**

Khoảng cách theo phương nằm ngang giữa trục quay của cần trục và trục thẳng đứng của cáp treo hoặc khối tải trọng khi cần trục được lắp trên mặt phẳng ngang.

#### 4 Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt

<i>E</i>	mô đun đàn hồi
<i>K</i>	hệ số chiều dài tương đương của cột
<i>L</i>	chiều dài tự do của cột
<i>L<sub>b</sub></i>	chiều dài của cần
<i>L<sub>f</sub></i>	chiều dài của cần phụ
<i>L<sub>1</sub></i>	chiều dài hình chiếu lên trục x của phần điều chỉnh cần phụ
<i>L<sub>2</sub></i>	chiều dài hình chiếu lên trục y của thanh giằng cần phụ
<i>n</i>	(hệ số) dự trữ bền
<i>n<sub>1</sub></i>	hệ số dự trữ bền cho vùng ứng suất nhóm I, bằng tỉ số giữa giới hạn chảy và ứng suất kết quả hoặc ứng suất tương đương
<i>n<sub>2</sub></i>	hệ số dự trữ bền cho vùng ứng suất nhóm II, bằng tỉ số giữa giới hạn chảy và ứng suất kết quả hoặc ứng suất tương đương
<i>n<sub>3</sub></i>	hệ số dự trữ bền cho vùng ứng suất nhóm III, được lấy từ mối quan hệ tương tác
<i>N<sub>1</sub></i>	biến dạng đo được từ trạng thái thử tham chiếu lần đầu
<i>N<sub>2</sub></i>	biến dạng đo được từ trạng thái ứng suất do trọng lượng bản thân
<i>N<sub>3</sub></i>	biến dạng đo được từ trạng thái ứng suất khi có tải trọng làm việc
<i>r</i>	bán kính quán tính
<i>RL</i>	tải trọng nâng danh định theo quy định của nhà sản xuất
" <i>R</i> "	mặt phẳng vuông góc với đường tâm chốt của cần (Hình 1)
<i>RR</i>	tâm với danh định theo quy định của nhà sản xuất
<i>S</i>	ứng suất
<i>S<sub>1</sub></i>	ứng suất do trọng lượng bản thân
<i>S<sub>2</sub></i>	ứng suất khi có tải trọng làm việc
<i>S<sub>ra</sub></i>	ứng suất trung bình trong cột, tính được từ nhiều cảm biến tại tiết diện
<i>S<sub>cr</sub></i>	ứng suất ổn định tới hạn đối với các cột chịu tải trọng dọc trục
<i>SL</i>	tải trọng bên (tải trọng ngang), tức là 0,02 x RL
<i>%SL</i>	tải trọng bên, tính bằng phần trăm của tải trọng nâng danh định
<i>SLL</i>	tải trọng bên, phía bên trái

$SLR$	tải trọng bên, phía bên phải
$S_m$	ứng suất nén lớn nhất trong cột
$S_p$	ứng suất giới hạn đàn hồi
$S_r$	ứng suất kết quả
$S_{RC}$	ứng suất nén dư lớn nhất
$S_y$	ứng suất giới hạn chảy
$S'$	ứng suất đơn trục tương đương
$t$	khoảng cách theo phương ngang từ tâm tải trọng đến tâm chịu lực của bệ đỡ phía trước ở mỗi đoạn cần dạng hộp
$\sigma_0$	ứng suất giới hạn chảy khi thử kéo
$\sigma_x$	ứng suất chính lớn nhất
$\sigma_y$	ứng suất chính nhỏ nhất
$Z'$	độ nghiêng của đầu cần dạng giàn (ra ngoài mặt phẳng)
$Z_b$	chuyển vị của đầu cần dạng giàn khỏi mặt phẳng "R"
$Z_f$	chuyển vị của đầu cần phụ khỏi mặt phẳng "R"
$Z_1$	chuyển vị của điểm cách đầu cần một khoảng $L_1$
$Z_2$	chuyển vị của điểm đầu thanh giằng cần phụ
$\alpha$	hệ số tính đến sự không hoàn hảo của kết cấu
$\beta$	góc lệch giữa cần phụ so với đường tâm (CL) của cần
$\epsilon$	biến dạng
$\epsilon_a$	biến dạng đo được tại nút "a" trong mạng cảm biến (rosette)
$\epsilon_b$	biến dạng đo được tại nút "b" trong mạng cảm biến (rosette)
$\epsilon_c$	biến dạng đo được tại nút "c" trong mạng cảm biến (rosette)
$\epsilon_d$	biến dạng đo được tại nút "d" trong mạng cảm biến (rosette)
$\epsilon_x$	biến dạng chính lớn nhất
$\epsilon_y$	biến dạng chính nhỏ nhất
$\mu$	đơn vị biến dạng, $10^{-6}$
$\theta$	góc xoay tại đầu cần quanh trục x (radian)
$\pi$	số pi = 3,1416
$\tau_0$	ứng suất tiếp giới hạn chảy
$\nu$	hệ số poisson (hệ số nở ngang)

$X$	hệ số tính ứng suất ổn định tới hạn ( $= S_{cr} / S_y$ )
$\bar{\lambda}_0$	độ mảnh tương đối ban đầu
$\bar{\lambda}$	độ mảnh tương đối ( $= \lambda / \lambda_c$ )
$\lambda$	(hệ số) độ mảnh ( $= KL / r$ )
$\lambda_c$	độ mảnh tham chiếu ( $= \pi \sqrt{E / S_y}$ )
$S_k$	ứng suất ổn định cho phép
$S_{cr}$	ứng suất ổn định Euler
$S_{ck}$	ứng suất ổn định Jager

## 5 Các giới hạn

5.1 Phương pháp này áp dụng cho các kết cấu chịu tải như được tách khỏi các cơ cấu truyền động công suất. Phương pháp chỉ được giới hạn trong việc đo ứng suất ở các trạng thái tĩnh và khảo sát tổng thể phòng theo các trạng thái quá tải.

5.2 Để thực hiện thử nghiệm phải có nhân viên đủ năng lực trong việc phân tích kết cấu và sử dụng các công cụ đo biến dạng.

## 6 Phương pháp gia tải

### 6.1 Tải treo

Trái trọng quy định được treo với tầm với đã định và được giữ cố định ở khoảng cách gần phía trên mặt nền. Khối lượng của móc, cụm puli, dây treo, v.v... cũng được coi là một phần của tải treo.

### 6.2 Tải trọng bên (SL)

Khi quy định về thử có yêu cầu về gia tải phía bên thì lực để di chuyển vị trí của tải trọng treo phải nằm ngang và vuông góc với mặt phẳng chứa trục của phần kết cấu quay phía trên và đường tâm của cần chưa bị chuyển vị. Tải trọng bên được áp dụng cho mỗi phía. Tải trọng bên được áp dụng để mô phỏng các ảnh hưởng liên quan đến vận hành, bao gồm cả tải trọng do gió với vận tốc 9 m/s tác động lên cần trục.

#### 6.2.1 Cần trục lắp cần dạng giàn

Đối với kiểu lắp cần dạng giàn, tải trọng bên áp dụng cho các trạng thái như Bảng C.2. Tải trọng bên phải lấy bằng 2 % tải trọng danh định (0,02 RL).

#### 6.2.2 Cần trục lắp tổ hợp tháp-cần

Đối với kiểu lắp tổ hợp tháp-cần, tải trọng bên áp dụng cho mỗi phía tại điểm treo tải theo các trạng thái trong Bảng C.1 phải không nhỏ hơn 2 % tải trọng danh định (0,02 RL).

### 6.2.3 Cản trực lắp cản hộp ống lồng

Đối với kiểu lắp cản hộp ống lồng, tải trọng bên áp dụng cho các trạng thái như Bảng C.3. Tải trọng bên phải lấy bằng 3 % tải trọng danh định (0,03 RL) cho mỗi phía với cản hướng về phía cuối cản trực.

### 6.3 Tiêu chí chuyển vị

Khả năng sử dụng tổ hợp tháp-cản (tức là tổ hợp cản dạng giàn và (các) cản phụ) hoặc cản hộp ống lồng trong một số trường hợp phụ thuộc vào độ ổn định cục bộ của toàn bộ tháp-cản cũng như của các phần tử riêng rẽ. Khởi đầu của sự mất ổn định cục bộ được ghi nhận thông qua chuyển vị quá mức (về phía bên) của đỉnh tháp-cản và/hoặc đỉnh cản phụ khi hệ thống được treo tải trọng danh định và chịu tải trọng bên. Do đó, các giới hạn chuyển vị bên sau đây là bắt buộc.

#### 6.3.1 Cản trực lắp cản dạng giàn

Tiêu chí chuyển vị bên khi chịu tải trọng danh định và tải trọng bên ở Bảng 2 được quy định như sau. Trước hết, chuyển vị tổng thể của tổ hợp cản và cản phụ phải không vượt quá 2 % tổng chiều dài của chúng. Ngoài ra, chuyển vị riêng của cản và các cản phụ cũng phải không vượt quá 2 % độ dài của các bộ phận này. Để đáp ứng tiêu chuẩn này, cần chú ý rằng chuyển vị của các thành phần riêng rẽ không bao gồm chuyển vị, góc xoay hoặc độ nghiêng của thành phần lắp nó.

Đối với trường hợp trên cản lắp một cản phụ thì phải đảm bảo điều kiện sau (Hình 1):

$$Z_j \leq 0,02L_j + Z_b + Z'(L_j \cos \beta) + \theta(L_j \sin \beta) \quad (1)$$

Các đại lượng sau được đo:

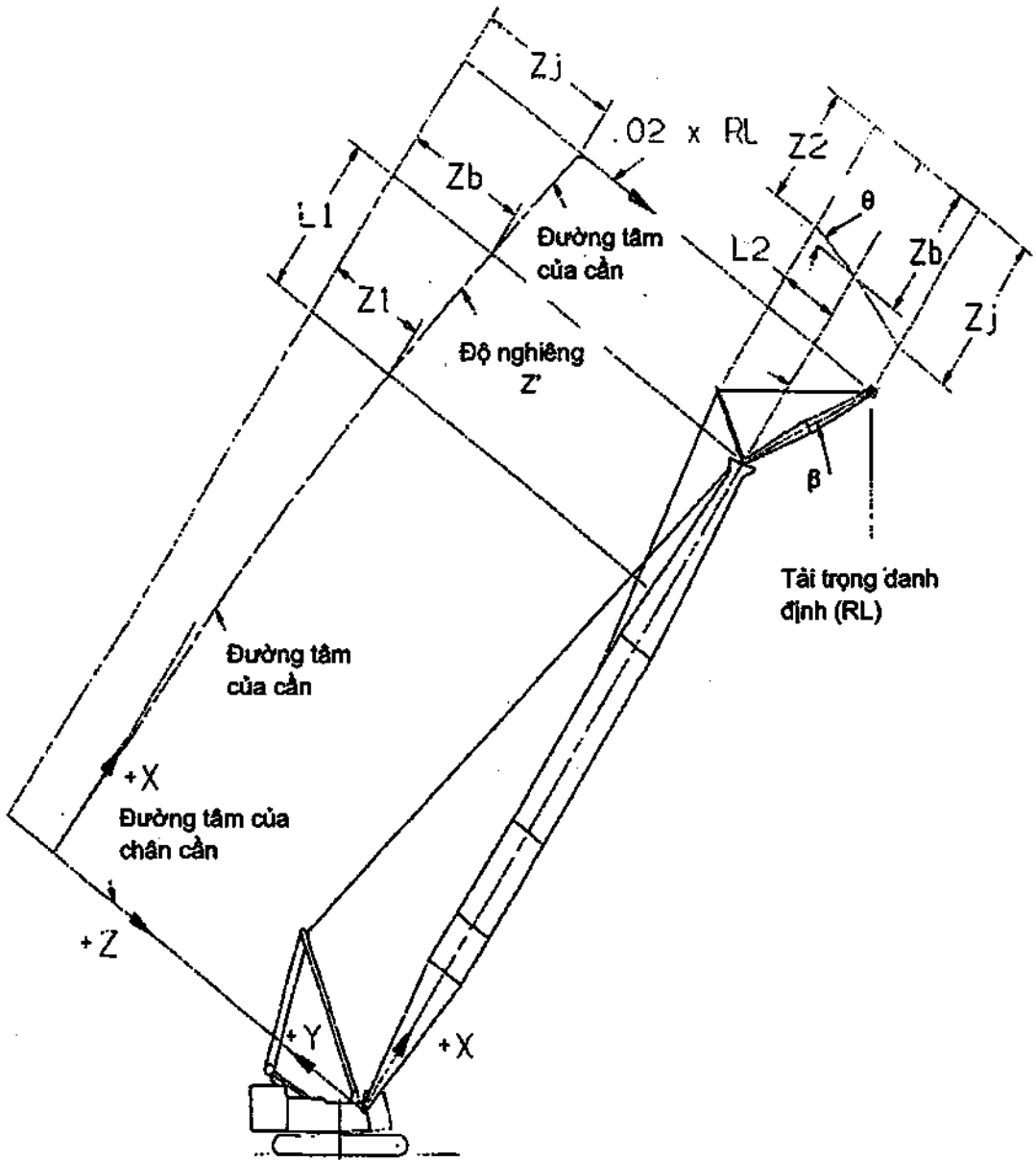
- $Z_j$  chuyển vị của đầu cản phụ
- $Z_b$  chuyển vị của đầu cản dạng giàn
- $Z_1$  chuyển vị của điểm cách đầu cản một khoảng  $L_1$
- $Z_2$  chuyển vị của điểm đầu thanh giằng cản phụ

Các đại lượng sau được tính toán:

$$\text{Độ nghiêng: } Z' = (Z_b - Z_1) / L_1 \quad (2)$$

$$\text{Góc xoay: } \theta = (Z_b - Z_2) / L_2 \quad (3)$$

Nếu độ nghiêng ( $Z'$ ) hoặc góc xoay ( $\theta$ ) không đáng kể thì có thể bỏ hai thành phần cuối trong công thức (1).



Hình 1 – Các thông số liên quan đến đo chuyển vị –  
Cần trục lắp cần dạng giàn và cần phụ

### 6.3.2 Cản trực lắp tổ hợp tháp-cản

Đối với các kết cấu cản trực sử dụng tổ hợp tháp-cản, không có giới hạn nào cho chuyển vị đầu cản được thiết lập. Chuyển vị của tháp, cản lắp trên tháp và cản phụ phải được đo và lưu lại khi hệ thống đang ổn định.

### 6.3.3 Cản trực lắp cản hộp ống lồng

Đối với các kết cấu cản trực lắp cản ống lồng, không có giới hạn chuyển vị nào được thiết lập. Chuyển vị của cản hộp ống lồng và cản phụ phải được đo và lưu lại khi hệ thống đang ổn định.

## 7 Điều kiện, thiết bị và vật tư

7.1 Phải chuẩn bị nền đỡ chắc chắn làm bằng bê tông hoặc vật liệu khác, đủ rộng để không bị cản trở đối với các thử nghiệm được yêu cầu. Khi các thử nghiệm được thực hiện cho cản trực bánh xích, phải điều chỉnh độ nghiêng cản trực không vượt quá 0,25 %.

7.2 Phải có phương tiện chỉnh độ thẳng bằng của trục chân cản với độ chính xác 0,1 % (xem ISO 9373).

7.3 Phải có thiết bị xác định tâm với của tải trọng với độ chính xác  $\pm 1$  %, không vượt quá 150 mm.

7.4 Phải có phương tiện tạo chuyển dịch ngang cho tải nâng và thiết bị đo độ lớn của lực ngang với độ chính xác  $\pm 3$  %.

7.5 Phải có các cảm biến đo biến dạng chịu tự bù ảnh hưởng nhiệt, xi măng, hợp chất chống nước và các thiết bị cần thiết để lắp đặt cảm ứng.

7.6 Phải có hệ thống ghi biến dạng. Hệ thống này phải dễ mua, chất lượng cao, tin cậy để có thể sử dụng khi tiến hành thử cản trực. Độ chính xác của hệ thống ghi biến dạng phải nằm trong giới hạn  $\pm 2$  % so với số liệu hiển thị đối với các biến dạng từ 500  $\mu\text{m/m}$  đến 3000  $\mu\text{m/m}$  (xác định theo các bước gia số thích hợp). Việc hiệu chuẩn có thể thực hiện bằng các sun điện hoặc thông qua các vạch biến dạng đã được hiệu chuẩn từ trước.

7.7 Có các khối tải trọng thử và phương tiện nâng các khối tải với độ chính xác  $\pm 1$  %.

7.8 Có các thiết bị đo chuyển vị bên của cản và cản phụ trong giới hạn 50 mm.

## 8 Chuẩn bị thử

8.1 Phải thực hiện việc phân tích cho mỗi kết cấu để xác định các vùng có ứng suất cao. Vị trí và hướng của các cảm biến đo biến dạng phải được xác định trên cơ sở các phân tích này cũng như từ việc sử dụng các kỹ thuật thực nghiệm khác khi cần thiết.

8.2 Thực hiện việc kiểm tra chi tiết cản trực để đảm bảo rằng tất cả các hiệu chỉnh cơ khí và trạng thái của các thành phần chịu tải tuân thủ theo khuyến nghị của nhà sản xuất. Kiểm tra xem cản trực có được trang bị phù hợp với các chỉ định thử.

**8.3** Cần trục chưa được sử dụng cần thực hiện quá trình chạy “mở khoá” với tải bằng hoặc gần bằng tải trọng dự kiến thử để giải phóng ứng suất dư, được hình thành khi chế tạo hoặc để giảm thiểu khả năng dịch chuyển điểm chuẩn 0 của cảm biến trong quá trình thử.

**8.4** Thực hiện kiểm tra cẩn thận sau khi “mở khoá” để phát hiện các vùng có ứng suất cao, được thể hiện qua việc bong sơn, tróc vẩy, hoặc các dấu hiệu biến dạng khác.

**8.5** Dán các cảm biến đo biến dạng tại các điểm đã được xác định bằng việc phân tích từ trước (xem 8.1) và tại các vùng được chọn dựa trên các kiểm tra tại 8.4. Chỉ nhân viên đủ năng lực sử dụng vật liệu đúng và có kinh nghiệm thực tế mới được chọn nhằm đảm bảo rằng các cảm biến là đúng chủng loại, được định hướng đúng và được dán chắc chắn để đo chính xác các biến dạng.

**8.6** Xác định ứng suất giới hạn chảy và mô đun đàn hồi của vật liệu tại mỗi vị trí dán cảm biến bằng cách tham khảo các chứng chỉ vật liệu, hoặc khi có thể, qua các tiêu chuẩn áp dụng hoặc theo Phụ lục B. Xác định ứng suất ổn định tới hạn khi có thể (xem Phụ lục B).

## **9 Quy trình thử và ghi dữ liệu**

### **9.1 Chuẩn bị lần cuối cho thử nghiệm**

**9.1.1** Lắp đặt cần trục tại nơi thử và đóng các phanh và chốt an toàn của cơ cấu di chuyển. Điều chỉnh độ dốc trong giới hạn 0,25 % ở trạng thái không tải bằng chêm hoặc kích. Không được điều chỉnh lại sau khi đặt tải lên cần trục.

**CHÚ THÍCH:** Nếu thực hiện thử nghiệm cho trạng thái sử dụng chân chống kéo dài thì phải kích cần trục lên độ cao thích hợp để toàn bộ các bánh lốp hoặc dải xích không chịu tải trọng, ngoại trừ trong biểu đồ tải trọng của nhà sản xuất có quy định khác.

**9.1.2** Kết nối hệ thống đo biến dạng và hiệu chuẩn các cảm biến và thiết bị. Chỉnh sửa lại tất cả các sai sót.

### **9.2 Trạng thái không ứng suất**

Nếu cần trục đã tổ hợp được sử dụng làm trạng thái thử tham chiếu lần đầu thì phải ghi nhận các dữ liệu đọc được. Nếu các bộ phận chưa lắp được sử dụng làm trạng thái thử tham chiếu lần đầu thì phải ghi nhận các dữ liệu đọc được.

Tổ hợp lại cần trục và thực hiện tất cả các hiệu chỉnh cơ khí.

### **9.3 Trạng thái ứng suất do trọng lượng bản thân**

**9.3.1** Đưa phần kết cấu quay phía trên về vị trí quy định so với phần kết cấu phía dưới. Đóng phanh hoặc chốt an toàn cho cơ cấu quay.

**9.3.2** Thiết lập góc và chiều dài cần để đạt được tầm với của tải trọng theo quy định.

**9.3.3** Đọc dữ liệu trên tất cả các cảm biến cho trạng thái ứng suất do trọng lượng bản thân (xem 3.6). Tính toán ứng suất do trọng lượng bản thân ( $S_1$ ) tại mỗi cảm biến (xem 3.7) và ghi kết quả vào bảng dữ liệu thử (xem Phụ lục D).

**CHÚ THÍCH:** Phải thiết lập một trạng thái ứng suất do trọng lượng bản thân mới mỗi khi có sự thay đổi vị trí, tư thế hoặc cấu hình để phù hợp với các thử nghiệm và thao tác đã định; vì thế, các thao tác từ 9.3.1 đến 9.3.3 phải được lặp lại cho mỗi trạng thái mới.

## **9.4 Ứng suất khi có tải trọng làm việc**

**9.4.1** Chuẩn bị tải trọng thử cùng với móc, cụm puli, dây treo, v.v... đạt tải trọng trong giới hạn  $\pm 1\%$  so với tải trọng quy định.

**9.4.2** Treo tải trọng thử (xem 6.1) và đặt tải trọng bên (xem 6.2) theo yêu cầu trong hồ sơ kỹ thuật.

**9.4.3** Đọc dữ liệu trên tất cả các cảm biến cần thiết cho trạng thái ứng suất khi có tải trọng làm việc. Tính toán ứng suất khi có tải trọng làm việc ( $S_2$ ) tại mỗi cảm biến yêu cầu và ghi lại kết quả. Đo và ghi lại chuyển vị bên của đầu cần đo tải trọng treo trên móc và tải trọng bên gây ra.

**9.4.4** Giải phóng tải trọng bên và hạ tải trọng treo trên móc, đưa cần trục về trạng thái ứng suất do trọng lượng bản thân. Đọc dữ liệu từ các cảm biến yêu cầu và so sánh với dữ liệu đã ghi ở 9.3. Nếu sai lệch vượt quá  $\pm 0,03 S_y/E$  ở bất kỳ cảm biến nào thì phải xác định nguyên nhân, sửa chữa điều chỉnh lại và lặp lại toàn bộ quy trình cho đến khi nhận được kết quả thích hợp.

**CHÚ THÍCH:** Do sự thay đổi nhiệt độ và tải trọng gió lên các cần và cần phụ dài, dù gió không lớn, có ảnh hưởng đến các giá trị đo được từ cảm biến nên thử nghiệm cần thực hiện trong điều kiện thời tiết thuận lợi nhất có thể. Định vị cần trục sao cho tải trọng gió không làm giảm ứng suất phát sinh từ tải trọng bên.

Tính toán ứng suất kết quả ( $S_r$ ) theo 3.10 từ các ứng suất do trọng lượng bản thân, ứng suất khi có tải trọng làm việc và ghi lại kết quả.

Kiểm tra cần trục về mọi dấu hiệu xuất hiện trong quá trình thử liên quan đến khả năng phát sinh biến dạng dẻo hoặc các hư hỏng khác.

## **9.5 Trạng thái thử quá tải**

**9.5.1** Lặp lại bước 9.1.1, nếu có thể.

**9.5.2** Định vị cần trục (phần kết cấu phía trên, cần) theo vị trí thử quy định.

**9.5.3** Thiết lập góc và chiều dài cần để đạt được tầm với của tải trọng theo quy định và ghi lại dữ liệu ứng suất do tải trọng bản thân ở các cảm biến tại các vùng ứng suất nhóm IV.

**9.5.4** Chuẩn bị tải trọng thử (xem 9.4.1).

**9.5.5** Treo tải trọng thử quy định và điều chỉnh góc (các) cần (nếu cần thiết) để đạt được tầm với của tải trọng danh định.

**9.5.6** Quan sát hoạt động của kết cấu và ghi lại mọi dấu hiệu về các hư hỏng tiềm năng.

9.5.7 Giải phóng tải trọng treo trên móc và đưa cần trục về trạng thái ứng suất do trọng lượng bản thân. Ghi lại dữ liệu đọc được từ các cảm biến ở các vùng ứng suất nhóm IV (xem 9.4.4).

Để kết thúc tất cả các thử nghiệm quá tải có thể áp dụng, các kết cấu cần trục cần được kiểm tra cẩn thận bằng quan sát dựa theo các cạnh thẳng hoặc các tham chiếu khác khi thích hợp, để xác định mọi dấu hiệu về oằn, biến dạng dư, phần tử bị lệch trục, v.v... Tróc vẩy hoặc bong sơn cũng là biểu hiện cho việc ứng suất đã vượt quá giới hạn chảy. Khi tháo dỡ kết cấu cần về trạng thái ban đầu phải đảm bảo rằng tất cả các phần tử của cần, các xi lanh kéo dài hoặc các phần tử khác, các cơ cấu nâng, hệ thống neo và các chi tiết mang tải khác đã được kiểm tra.

Ghi lại toàn bộ các dữ liệu thích hợp liên quan đến thiết bị thử, cần trục được thử, các kết quả và các quan sát. Các mẫu báo cáo được cho trong Phụ lục D.

## 10 Đánh giá ứng suất

Đối với phương pháp thử này, ứng suất có quan hệ với biến dạng theo công thức đơn trục (4):

$$S = E \cdot \varepsilon \text{ (khi trong giới hạn đàn hồi)} \quad (4)$$

CHÚ THÍCH: Công thức đơn trục đơn giản có thể không đủ chính xác cho một số vùng ứng suất ở kết cấu cần trục chịu ứng suất phẳng và cần đặc biệt chú ý cho các trường hợp này (xem Phụ lục A).

Ứng suất ở các phần khác nhau của kết cấu cần trục được đánh giá là có thể chấp nhận hay không phải dựa trên cơ sở các tiêu chuẩn thích hợp cho vùng ứng suất đó. Các vùng ứng suất này được phân nhóm như sau (xem Bảng 1 hoặc các điều từ 10.1 đến 10.4 về các hệ số dự trữ bền tối thiểu).

### 10.1 Nhóm I – Các vùng có ứng suất đồng nhất

Các vùng lớn có ứng suất gần như đồng nhất khi ứng suất vượt quá giới hạn chảy sẽ tạo nên biến dạng dư trên toàn bộ phần tử. Hệ số dự trữ bền được xác định:

- $n_1 = S_y / S_r$  hoặc  $S_y / S'$  (xem Phụ lục A về  $S'$ )
- $n_1 \geq 1,50$  đối với tải trọng danh định;
- $n_1 \geq 1,30$  đối với tải trọng do lắp đặt.

### 10.2 Nhóm II – Các vùng có tập trung ứng suất

Các vùng nhỏ có ứng suất cao được bao quanh bởi các vùng lớn có ứng suất nhỏ hơn đáng kể, khi ứng suất vượt quá giới hạn chảy sẽ không làm xuất hiện biến dạng dư trên toàn bộ phần tử. Ví dụ cho tập trung ứng suất là tại các điểm có sự thay đổi nhanh tiết diện như các góc sắc, lỗ hoặc chân mối hàn. Hệ số dự trữ bền được xác định như sau:

- $n_2 = S_y / S_r$  hoặc  $S_y / S'$  (xem Phụ lục A về  $S'$ )
- $n_2 \geq 1,10$  đối với tải trọng danh định;
- $n_2 \geq 1,00$  đối với tải trọng do lắp đặt.

Bảng 1 – Hệ số dự trữ bền (giới hạn an toàn) tối thiểu

	Nhóm I (vùng có ứng suất đồng nhất)	Nhóm II (vùng có tập trung ứng suất)	Nhóm III [vùng có nguy cơ oằn (mất ổn định cục bộ) dạng cột] <sup>a</sup>			Nhóm IV [vùng có nguy cơ oằn (mất ổn định cục bộ) dạng tấm]
			Các đường A, B, C, D	Các đường a, b, c	Lựa chọn khác	
X (tải trọng do lắp đặt)	$n_1 \geq 1,3$	$n_2 \geq 1$	$n_3 \geq 1,4$	$n_3 \geq 1,2$	$n_3 \geq 1,3^b$ và $2,2^c$	Các cảm biến phải trở về giá trị $\pm 0,03S_y/E$ khi quay về trạng thái thử không tải
Y (tải trọng danh định)	$n_1 \geq 1,5$	$n_2 \geq 1,1$	$n_3 \geq 1,6$	$n_3 \geq 1,3$	$n_3 \geq 1,5^a$ và $2,5^b$	Các cảm biến phải trở về giá trị $\pm 0,03S_y/E$ khi quay về trạng thái thử không tải
Z (tải trọng quá tải)	chỉ qua kết quả quan sát	chỉ qua kết quả quan sát	chỉ qua kết quả quan sát	chỉ qua kết quả quan sát	chỉ qua kết quả quan sát	Các cảm biến phải trở về giá trị $\pm 0,03S_y/E$ khi quay về trạng thái thử không tải
<sup>a</sup> Tham khảo Phụ lục B. <sup>b</sup> Ứng suất ổn định tới hạn $S_w$ tính theo công thức Jager. <sup>c</sup> Ứng suất ổn định tới hạn $S_w$ tính theo công thức Euler.						

### 10.3 Nhóm III – Các vùng có nguy cơ mất ổn định cục bộ dạng cột

Các vùng mà hư hỏng có thể được coi là xuất hiện với ứng suất trung bình thấp hơn so với ứng suất giới hạn chảy. Ví dụ, các phần tử chịu nén không được chống đỡ như tháp, thanh đỡ cần, giằng cần, giàn, được yêu cầu xem xét như là các cột.

Hệ số dự trữ bền (tham khảo Phụ lục B) như sau:

Nếu các đường A, B, C, D trong Bảng 1 được chọn:

- $n_3 \geq 1,60$  đối với tải trọng danh định;
- $n_3 \geq 1,40$  đối với tải trọng do lắp đặt.

Đối với kết cấu giàn, tiêu chuẩn này được dự kiến áp dụng cho các thanh giằng phụ hoặc thanh giằng chính giữa các điểm nút.

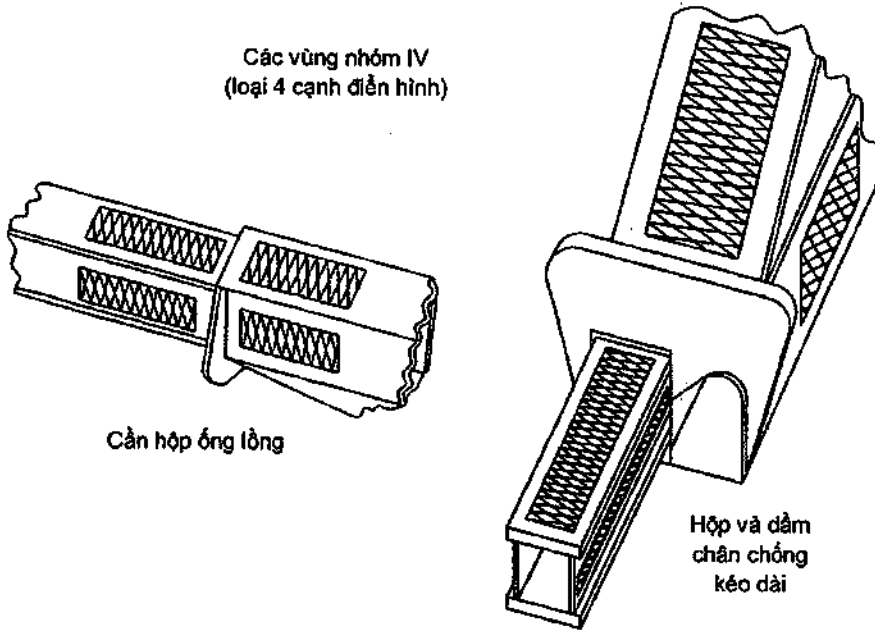
Tiêu chuẩn này không có mục đích đánh giá giàn chịu nén một một cách tổng thể.

### 10.4 Nhóm IV – Các vùng có nguy cơ oằn (mất ổn định cục bộ) dạng tấm

Các tấm, khi chịu nén trực tiếp, uốn và/hoặc cắt trong mặt phẳng của chúng có thể bị oằn cục bộ trước

khi toàn bộ tấm bị mất ổn định. Mất ổn định cục bộ được kết hợp với các nếp nhăn (oằn ban đầu) cho phép tấm phân phối lại tải trọng lên các cạnh cứng hơn.

Nếu tải trọng tiếp tục tăng, ứng suất trong các vùng nhóm IV (xem Hình 2) sẽ không nhất thiết tăng tỉ lệ thuận với tải trọng; tuy nhiên, độ bền đáng kể vẫn còn lại sau khi bị oằn. Yêu cầu các cảm biến tại các vùng nhóm IV phải trả về giá trị ghi được ở trạng thái thử không tải sau tất cả các thử nghiệm, bao gồm cả thử quá tải.



Hình 2 – Các vùng mất ổn định cục bộ dạng tấm

## Phụ lục A

(quy định)

### Độ bền của vật liệu

#### A.1 Các trường ứng suất phẳng

Trong các trường ứng suất phẳng, có thể có sai số nếu ứng suất đơn trục tính theo công thức  $S = E \cdot \varepsilon$  (xem Điều 10) được so sánh với giới hạn chảy khi thử kéo để xác định giới hạn bền. Vấn đề đặt ra khi xem xét có liên quan tới các thuyết bền áp dụng cho vật liệu được thử nghiệm.

#### A.2 Vật liệu giòn

Việc sử dụng công thức  $S = E \cdot \varepsilon_x$  (với  $\varepsilon_x$  là biến dạng đo được theo phương của ứng suất chính lớn nhất) dựa theo thuyết bền biến dạng lớn nhất. Thuyết bền này thường được chấp nhận cho các loại vật liệu giòn, và các kết quả nhận được là có hiệu lực cho các vật liệu loại này.

#### A.3 Vật liệu dẻo

Thuyết bền thế năng biến dạng đàn hồi thường được chấp nhận như tiêu chí làm việc của các loại vật liệu dẻo chịu ứng suất phẳng. Thuyết bền này giả định rằng hư hỏng do chảy dẻo xuất hiện khi thế năng biến dạng do ứng suất phẳng bằng với thế năng biến dạng tại giới hạn chảy khi thử kéo thuần túy. Ứng suất đơn tương đương ( $S'$ ) làm phát sinh cùng một thế năng biến dạng như ở trạng thái ứng suất phẳng thực tế được so sánh với giới hạn chảy ( $S_y$ ) để xác định giới hạn an toàn chống lại các hư hỏng. Ứng suất đơn tương đương xác định theo công thức (A.1):

$$S' = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2} \quad (\text{A.1})$$

Các ứng suất chính được xác định từ các dữ liệu đo của các cảm biến đo biến dạng theo các công thức (A.2) và (A.3):

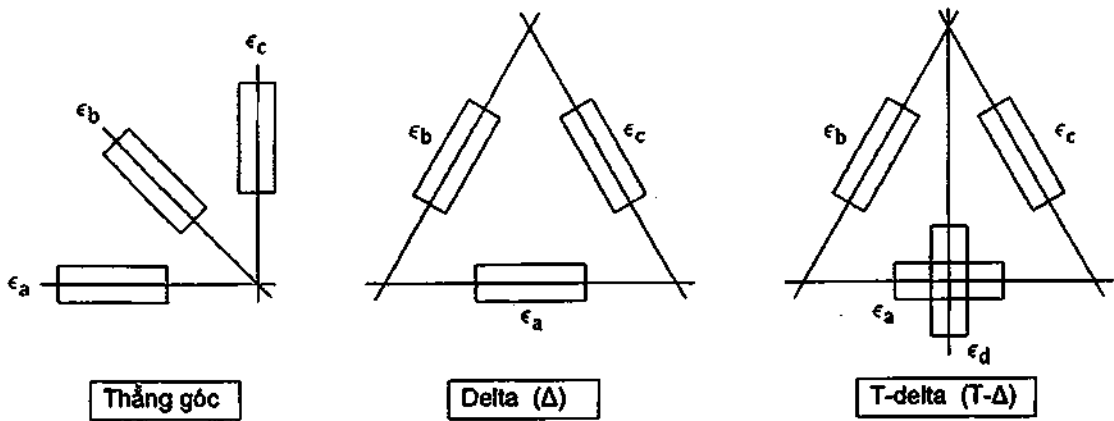
$$\sigma_x = E(\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y)/(1-\nu^2) \quad (\text{A.2})$$

$$\sigma_y = E(\varepsilon_y + \nu\varepsilon_x)/(1-\nu^2) \quad (\text{A.3})$$

Các biến dạng chính được xác định từ dữ liệu đo trong mạng cảm biến (rosette) dựa theo vòng tròn Mohr hoặc các phương pháp tiện lợi khác. Ứng suất đơn tương đương được xác định từ các biến dạng chính theo công thức (A.4):

$$S' = \frac{E}{1-\nu^2} \sqrt{(1-\nu)^2 (\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + (\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y)(\varepsilon_y + \nu\varepsilon_x)} \quad (\text{A.4})$$

Khi sử dụng mạng gồm ba hoặc bốn cảm biến (Hình A.1), có thể dùng các phương trình kèm theo để xác định trực tiếp ứng suất tương đương dựa trên kết quả đo tại các nút của mạng.



Hình A.1 – Các mạng cảm biến đo biến dạng (rosette) kiểu thẳng góc, Δ và T-Δ

**A.4 Phương pháp gần đúng đối với vật liệu dẻo**

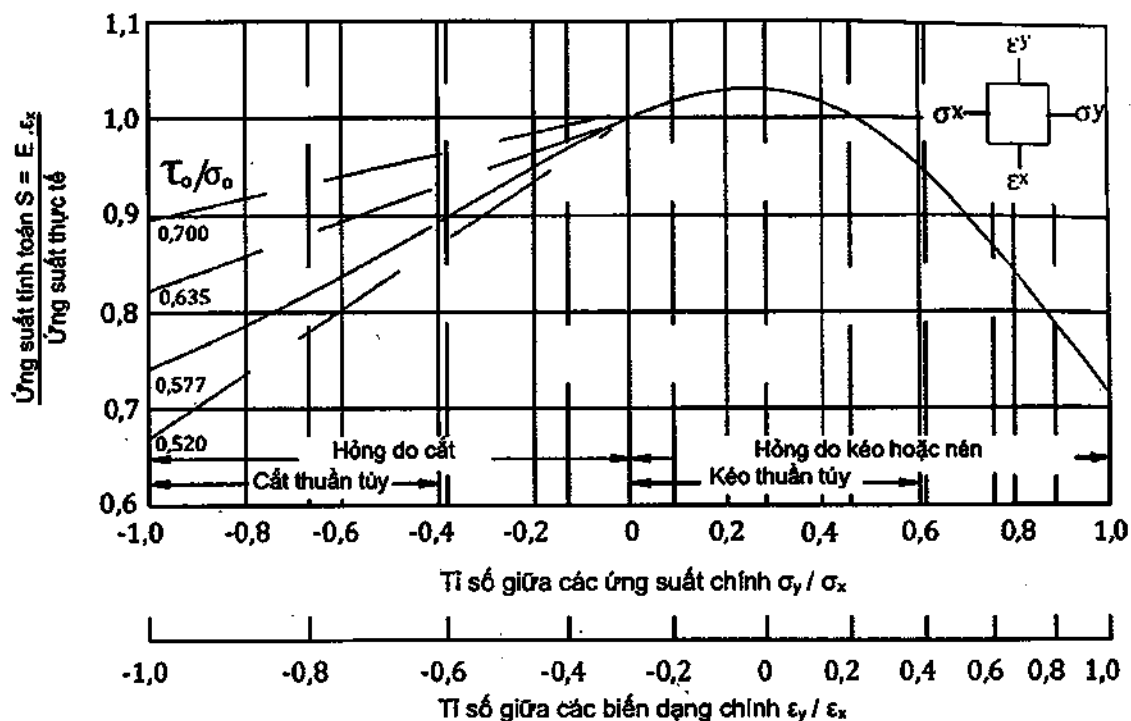
Trong phần lớn các trường ứng suất phẳng cho vật liệu dẻo, giả thuyết cho rằng ứng suất đơn tương đương  $S'$  bằng với  $E \cdot \epsilon_x$  sẽ chỉ có độ chính xác khoảng 10 %. Các yếu tố chính ảnh hưởng lên độ chính xác gồm:

- a) Tỉ số giữa ứng suất chính nhỏ nhất và ứng suất chính lớn nhất:  $\sigma_y / \sigma_x$
- b) Tỉ số giữa các giới hạn chảy khi thử cắt và giới hạn chảy khi thử kéo:  $\sigma_0 / \tau_0$ .
  - $\sigma_0$  = giới hạn chảy khi thử kéo
  - $\sigma_x$  = ứng suất chính lớn nhất
  - $\sigma_y$  = ứng suất chính nhỏ nhất

Hình A.2 thể hiện mối quan hệ giữa độ không chính xác và hai tỉ số nêu trên, với trường hợp hệ số Poát xông bằng  $\nu = 0,285$ . Đồ thị chỉ ra rằng ở trạng thái ứng suất phẳng gần với kéo hoặc nén thì sai lệch có thể đạt 25 % đến 30 %, còn ở trạng thái gần với ứng suất tiếp thuần túy thì sai lệch có thể từ 0 đến 30 % tùy theo tỉ số  $\sigma_0 / \tau_0$ .

Đường nét liền trên Hình A.2 được xây dựng dựa trên thuyết bền thế năng biến dạng, được so sánh với  $S = E \cdot \epsilon_x$ . Thuyết bền thế năng biến dạng, thường là đúng nhất, sẽ chỉ được xác thực với các thử nghiệm xoắn (cắt thuần túy) khi  $\sigma_0 / \tau_0 = 0,577$ . Đối với các loại vật liệu mà tỉ số  $\sigma_0 / \tau_0$  khác 0,577, các đường nét đứt (không tương ứng với bất kỳ thuyết bền nào, mà chỉ là kết quả thử kéo và thử xoắn) cung cấp một số ý tưởng về sai số có thể xảy ra. Nếu một cảm biến đo biến dạng đơn lẻ và biểu

thức  $S = E \cdot \varepsilon_x$  được áp dụng thay vì sử dụng một mạng nhiều cảm biến hoặc một thiết lập phức tạp hơn, thì chiều của ứng suất chính phải được xác định bằng phương pháp khác, chẳng hạn kiểm tra sơn hoặc tốt hơn bằng sơn mài giòn.



Hình A.2 – Quan hệ giữa tỉ số ứng suất tính toán và thực tế với tỉ số ứng suất phẳng

Các giá trị khuyến nghị sử dụng để tính toán ứng suất từ các cảm biến đo biến dạng được liệt kê trong Bảng A.1.

Bảng A.1 – Đặc tính đàn hồi của vật liệu

	Mô đun đàn hồi (mô đun Young) (E, 10 <sup>3</sup> MPa)	Mô đun đàn hồi trượt (mô đun độ cứng) <sup>a</sup> (G, MPa)	Hệ số Poát xông
<b>Thép</b>			
Thép cac bon hoặc thép hợp kim dùng trong kết cấu	206,7	79,2	0,285
Thép đúc	206,7	77,2	0,265
Thép không gỉ	137,8 / 192,9		0,305
Nhôm dùng trong kết cấu	72,3	27,6	0,333
Ma giê dùng trong kết cấu	44,8		
Ti tan dùng trong kết cấu	89,6 / 110,2		
<p><sup>a</sup> Mô đun đàn hồi thường được cho dưới dạng một khoảng; các giá trị trong bảng nằm ở phía cao và trong phạm vi đảm bảo an toàn. Mô đun đàn hồi của một số loại vật liệu có thể thay đổi rất rộng tùy theo mức độ các thành phần hoá học, nhiệt luyện và ứng suất. Trong các trường hợp này thì các khoảng liệt kê và các giá trị thích hợp phải được lựa chọn theo trạng thái cụ thể cho từng trường hợp.</p>			

**Phụ lục B**

(quy định)

**Ứng suất ổn định cục bộ cho các phần tử dạng cột****B.1 Lưu ý chung**

Khi trích dẫn các đồ thị hoặc bảng số về ổn định cục bộ để sử dụng trong tính toán thực tế, cần hiểu rõ về sự không hoàn hảo của các phần tử kết cấu được xem xét, chẳng hạn như sự không đồng nhất của vật liệu, sự sai lệch của hình dáng hình học (sự cong, vặn ban đầu), sự lệch tâm không mong muốn của lực do các sai sót tại xưởng chế tạo hoặc khi lắp dựng. Các sai sót này thay đổi trên phạm vi rộng và việc kết hợp với các yếu tố cụ thể khác cũng theo các cách riêng. Nhằm mục đích bù lại tất cả bất ổn gặp phải trong thực tế thì phải sử dụng các hệ số an toàn hoặc các hệ số tải (hệ số khuếch đại) thích hợp.

Mỗi phần tử chịu nén trong kết cấu đại diện cho một trường hợp riêng biệt thì phải tính toán theo tải trọng cụ thể và các điều kiện tại nút liên kết.

**B.2 Đường cong tới hạn về ổn định cục bộ liên quan đến ứng suất dư**

Các đường cong khác nhau về ổn định cục bộ thể hiện trên Hình B.2. Các đường A, B, C và D liên quan đến ứng suất dư và được sử dụng cùng với phương pháp tính toán theo ứng suất cho phép. Hệ số an toàn phải được áp dụng cho các chiều dài tới hạn lấy trên Hình B.2. Bảng B.1 liệt kê giới hạn chảy,  $S_y$ , giới hạn đàn hồi,  $S_p$ , và ứng suất dư,  $S_{RC}$ , cho mỗi loại vật liệu A, B, C và D.

Hình dạng của các đường cong này có thể xác định bởi ba thông số: mô đun đàn hồi  $E$ , giới hạn đàn hồi  $S_p$  và giới hạn chảy  $S_y$ . Các phần tử chịu tải trọng dọc trục có thể mất ổn định cục bộ ở miền đàn hồi hoặc không đàn hồi, tùy thuộc vào độ lớn ứng suất. Khi ứng suất nhỏ hơn giới hạn đàn hồi  $S_p$  thì các phần tử sẽ bị mất ổn định ở miền đàn hồi. Mất ổn định cục bộ ở miền không đàn hồi xuất hiện khi ứng suất lớn hơn giới hạn đàn hồi  $S_p$ . Đối với mất ổn định miền không đàn hồi, hệ số tính ứng suất ổn định tới hạn (tỉ số giữa ứng suất ổn định tới hạn và ứng suất giới hạn chảy) sẽ là một hàm số của tỉ số giữa ứng suất dư và giới hạn chảy, như thể hiện ở công thức (B.5).

Ứng suất dư được tính đến trực tiếp trong các công thức tính ổn định. Không có hệ số về sự bất ổn, chẳng hạn như sự không thẳng của các phần tử, được đưa vào trong các công thức. Các đường cong về ổn định thực chất là cho trường hợp đặc biệt thẳng. Tuy nhiên, hệ số dự trữ bền 1,6 (xem Bảng 1) phải được áp dụng cho các đường cong ổn định. Hệ số dự trữ bền này khắc phục các bất ổn có thể ảnh hưởng lên độ ổn định của các phần tử.

Áp dụng công thức cho các cột bị mất ổn định miền đàn hồi ( $S_{cr} \leq S_p$ ):

$$S_{\sigma} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \tag{B.1}$$

hoặc

$$X = \frac{1}{\lambda^2} \tag{B.2}$$

Áp dụng công thức cho các cột bị mất ổn định miền không đàn hồi ( $S_{\sigma} > S_p$ ):

$$S_{\sigma} = S_y - \frac{S_p(S_y - S_p)}{\pi^2 E} (KL/r)^2 \tag{B.3}$$

$$S_p = S_y - S_{RC} \tag{B.4}$$

hoặc

$$X = 1 - \left(1 - \frac{S_{RC}}{S_y}\right) \frac{S_{RC}}{S_y} \lambda^2 \tag{B.5}$$

Như chỉ ra tại Bảng 1, giá trị  $S_{RC} = 103 \text{ MPa}$  có thể thay thế cho thông tin cụ thể về ứng suất dư cho các vật liệu sau:

- a) Thép hình cán;
- b) Thép hình tôi và ram đã nhiệt luyện khử ứng suất dư;
- c) Thép hình kéo nguội đã nhiệt luyện khử ứng suất dư;
- d) Thép hình chế tạo bằng hàn đã nhiệt luyện khử ứng suất dư.

Với các vật liệu khác, có thể lấy giá trị  $S_{RC} = 0,5.S_y$  để thay thế cho thông tin cụ thể về ứng suất dư.

**Bảng B.1 – Giá định về ứng suất dư**

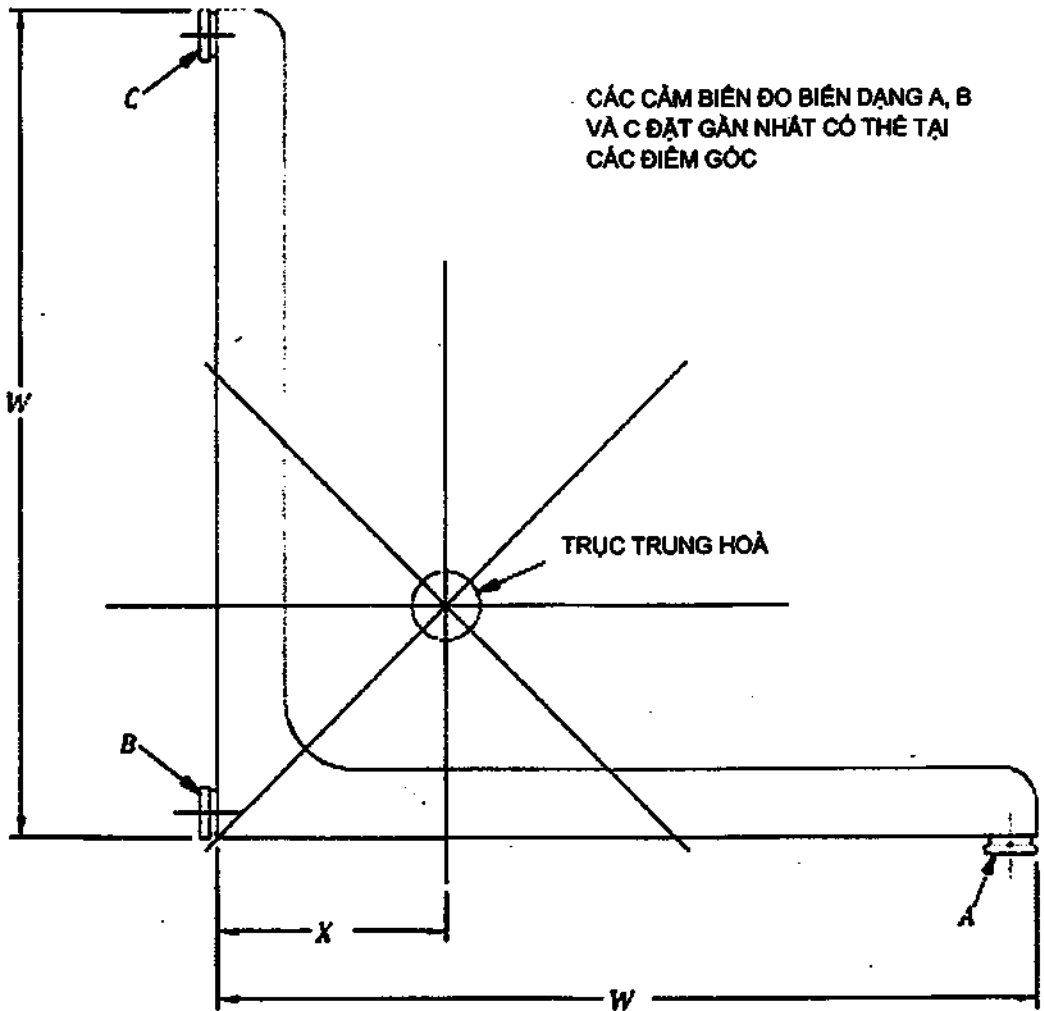
Giá định về ứng suất dư	Đường cong <sup>a</sup>	$S_y$ Giới hạn chảy (MPa)	$S_p$ Giới hạn đàn hồi (MPa)
$S_{RC} = 103 \text{ MPa}$ (ứng suất dư thấp)	A	690	586
	B	483	379
	C	345	241
	D	248	145
$S_{RC} = 0,5.S_y$ (ứng suất dư cao)	D	690	345
	D	483	241
	D	345	172
	D	248	124

<sup>a</sup> Tham khảo Hình B.2 - Các đường cong cực hạn về ổn định. Vật liệu thép khác với các loại trên có thể được sử dụng với lưu ý rằng chúng thích hợp cho ứng dụng dự kiến.

Các giá trị sau đây có thể sử dụng cho hệ số chiều dài tương đương  $K$ , phụ thuộc cách thức liên kết phần tử thanh.

- a) Đối với các thanh chính (thanh biên),  $K = 1,0$ ;
- b) Đối với các thanh phụ (thanh bụng) có tiết diện nguyên bản tại nút liên kết với thanh chính dạng ống,  $K = 0,75$ ;
- c) Đối với các thanh phụ có tiết diện nguyên bản tại nút liên kết với thanh chính dạng góc hoặc dạng chữ T,  $K = 0,9$ ;
- d) Đối với các thanh phụ có tiết diện thu nhỏ tại nút liên kết với phần tử chính,  $K = 1,0$ .

Trong quá trình thử nghiệm các phần tử chịu nén, các cảm biến đo biến dạng phải đặt tại điểm giữa phần tử hoặc tại điểm được dự đoán sẽ bị oằn. Khi các cảm biến được đặt tại vị trí hợp lý có ứng suất cao, giá trị đo lớn nhất có thể được sử dụng làm giá trị  $S_m$  thay thế cho giá trị mức ứng suất tính toán. Khi các vị trí của cảm biến không đối xứng so với trọng tâm, giá trị đo trung bình không thể được sử dụng làm giá trị của  $S_m$ . Trong trường hợp này, các giá trị đo cần được thêm trọng số sao cho  $S_m$  thể hiện giá trị mức ứng suất tại trọng tâm. Hình B.1 trình bày một phương pháp thêm trọng số cho các giá trị thử đối với tiết diện dạng góc với các cạnh bằng nhau. Các phần tử chịu nén có tiết diện không đối xứng so với trọng tâm, chẳng hạn thép kết cấu dạng góc, có các bán kính quán tính ( $r$ ) khác nhau ở các mặt phẳng khác nhau. Để đánh giá dữ liệu nhận được từ các cảm biến ở vùng này, việc xác định  $S_m$  cần dựa trên giá trị lớn nhất của tỉ số  $KL/r$ , xuất hiện tại vùng đã chọn. Đối với các thanh chính, giá trị lớn nhất của  $KL/r$  có thể được sử dụng, cho dù các thanh phụ có thể bị lệch hoặc không đúng tâm.



$$S_{xx} = \frac{x}{W}(S_{ax}) + \frac{W-2x}{W}(S_{bx}) + \frac{x}{W}(S_{cx})$$

Hình B.1 – Thêm trọng số cho các giá trị thử để xác định ứng suất trung bình

**B.3 Đường cong cực hạn liên quan đến các yếu tố không hoàn hảo**

Ứng suất ổn định cực hạn có thể lấy từ các đường cong ổn định cục bộ a, b và c như thể hiện trên hình B.2. Ba đường cong này được xây dựng theo kết quả thử nghiệm trên cột với các tiết diện khác nhau.

Đường cong thích hợp cần chọn theo Bảng B.2 đối với các phần tử có tiết diện khác nhau. Đối với các tiết diện không có trong Bảng 2, có thể sử dụng đường cong c.

Các công thức (B.6) và (B.7) có thể được sử dụng thay thế cho đường cong a, b và c với độ chính xác chấp nhận được.

$$X = \frac{1}{B + (B^2 - \bar{\lambda}^2)^{0,5}} \quad (\text{B.6})$$

Trong đó

$$B = 0,5(1 + \alpha(\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2) \quad (\text{B.7})$$

Hệ số  $\alpha$  trong công thức (B.7) là hệ số, tính đến sự không hoàn hảo của kết cấu như sự không thẳng ban đầu, tải trọng lệch tâm và ứng suất dư.

$\bar{\lambda}_0$  thể hiện độ mảnh tương đối, tại đó chưa xuất hiện mất ổn định do các ảnh hưởng của biến cứng.

Các hệ số  $\alpha$  và  $\bar{\lambda}_0$  tương ứng với các đường cong ổn định cục bộ phải chọn như sau:

- Đường cong a:  $\alpha = 0,21$ ;  $\bar{\lambda}_0 = 0,2$
- Đường cong b:  $\alpha = 0,34$ ;  $\bar{\lambda}_0 = 0,2$
- Đường cong c:  $\alpha = 0,49$ ;  $\bar{\lambda}_0 = 0,2$

Các giá trị khác của  $\alpha$  và  $\bar{\lambda}_0$  có thể sử dụng trong công thức (B.7) lấy theo ISO 10721-1.

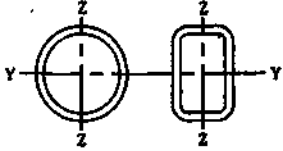
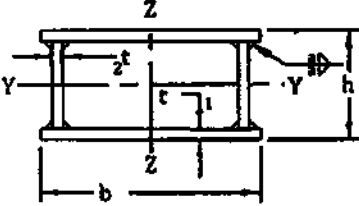
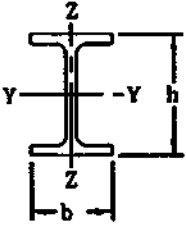
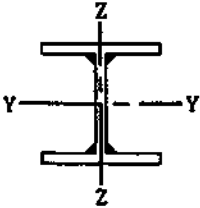
#### B.4 Ứng suất ổn định cho phép kết hợp với hai hệ số an toàn

Trong các áp dụng cụ thể của ứng suất ổn định cực hạn, ứng suất ổn định cho phép có thể được thiết lập bằng các phương pháp khác nhau. Một trong các phương pháp này là sử dụng hai hệ số an toàn: 2,5 đối với ứng suất ổn định tới hạn Euler  $S_{\alpha}$  (mất ổn định miền đàn hồi) và 1,5 cho ứng suất ổn định tới hạn Jager  $S_{\alpha k}$ . Ứng suất ổn định cho phép  $S_K$  cho mỗi phần tử có thể xác định như sau:

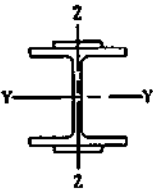
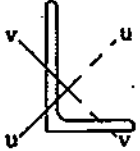
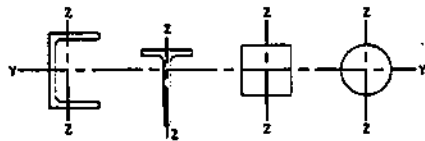
$$S_K = \min \{ S_{\alpha} / 2,5; S_{\alpha} / 1,5 \} \quad (\text{B.8})$$

Các đường cong b và c trên Hình B.2 thể hiện ứng suất ổn định tới hạn Jager. Đường cong b cho các tiết diện dạng ống và đường cong c cho các tiết diện tổng quát. Ứng suất ổn định tới hạn Euler  $S_{\alpha}$  được xác định theo công thức (B.1) và (B.2).

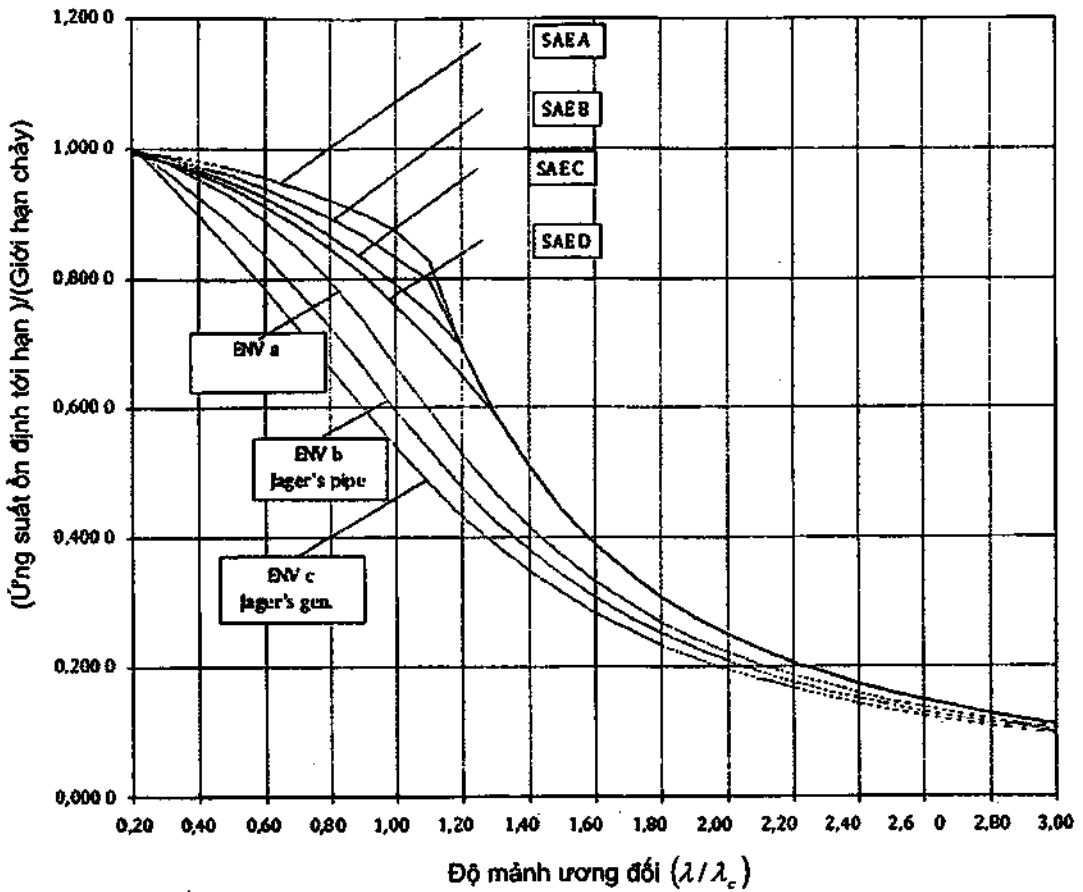
**Bảng B.2 – Mối liên hệ giữa tiết diện và đường cong ổn định tương ứng**

Tiết diện	Điều kiện yêu cầu	Mặt ổn định theo phương vuông góc với trục	Đường cong ổn định					
<p>Các tiết diện rỗng</p> 	Tạo hình nóng hoặc nguội, đã khử ứng suất dư	Y-Y hoặc Z-Z	a					
	Tạo hình nguội (trên cơ sở kiểm tra cột đơn giản)	Y-Y hoặc Z-Z	b					
<p>Tiết diện hộp kết cấu hàn</p> 	Đã khử ứng suất dư	Y-Y hoặc Z-Z	a					
	Kết cấu hàn, trừ các trường hợp bên dưới.	Y-Y hoặc Z-Z	b					
	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td rowspan="2">Các mối hàn đầy <math>\left(a &gt; \frac{t}{2}\right)</math></td> <td><math>\frac{b}{t} &lt; 30</math></td> <td>Y-Y</td> <td rowspan="2">c</td> </tr> <tr> <td><math>\frac{h}{t} &lt; 30</math></td> <td>Z-Z</td> </tr> </table>	Các mối hàn đầy $\left(a > \frac{t}{2}\right)$	$\frac{b}{t} < 30$	Y-Y	c	$\frac{h}{t} < 30$	Z-Z	
Các mối hàn đầy $\left(a > \frac{t}{2}\right)$	$\frac{b}{t} < 30$		Y-Y	c				
	$\frac{h}{t} < 30$	Z-Z						
<p>Tiết diện I cán</p> 	$\frac{h}{b} \leq 1,2$	Y-Y	a					
		Z-Z	b					
	$\frac{h}{b} > 1,2$	Y-Y	b					
		Z-Z	c					
<p>Tiết diện I kết cấu hàn</p> 	Đã khử ứng suất dư	Y-Y	a					
		Z-Z	b					
	Cánh được làm bằng cách cắt	Y-Y hoặc Z-Z	b					
	Cánh được làm bằng cách cán	Y-Y	b					
Z-Z		c						

Bảng B.2 – Mối liên hệ giữa tiết diện và đường cong ổn định tương ứng (kết thúc)

Tiết diện	Điều kiện yêu cầu	Mất ổn định theo phương vuông góc với trục	Đường cong ổn định
Tiết diện I được gia cường 	Tiết diện I cân với cánh được hàn tấm tăng cường	Y-Y	b
		Z-Z	a
Tiết diện góc (L) 	Thông thường		c
	Được mạ nhúng nóng	u-u hoặc v-v	b
Tiết diện U, T và các tiết diện đặc 		Y-Y hoặc Z-Z	c

Hình B.2 – Các đường cong ổn định tới hạn



Các đường cong A, B, C và D áp dụng cho trường hợp ứng suất dư = 103 MPa

Đường cong A: Ứng suất giới hạn chảy = 690 MPa

Đường cong B: Ứng suất giới hạn chảy = 483 MPa

Đường cong C: Ứng suất giới hạn chảy = 345 MPa

Đường cong D: Ứng suất giới hạn chảy = 248 MPa

Ứng suất ổn định phụ thuộc vào tỉ số giữa ứng suất dư và ứng suất giới hạn chảy.

ENV a: Hệ số không hoàn hảo  $\alpha = 0,21$

ENV b: Hệ số không hoàn hảo  $\alpha = 0,34$

ENV c: Hệ số không hoàn hảo  $\alpha = 0,49$

Hệ số không hoàn hảo phụ thuộc vào:

1. độ không thẳng của phần tử
2. độ lệch tâm của tải trọng
3. ứng suất dư

**Phụ lục C**

(quy định)

**Trạng thái thử và giới hạn an toàn**

Các trạng thái thử sau đây (Bảng C.1, C.2 và C.3) có mục đích để thử nghiệm các cần trục được quy định trong phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này. Phương pháp thử có thể áp dụng cho các cần trục loại khác, nhưng các trạng thái thử và giới hạn an toàn (hệ số dự trữ bền) đưa ra ở tiêu chuẩn này nên được xem xét và có thể thay đổi cho phù hợp với ứng dụng cụ thể.

Các trạng thái tải trọng thử tiêu chuẩn đối với các thành phần kết cấu chính của cần trục được liệt kê trong các Bảng C.1, C.2 và C.3.

Các hệ số dự trữ bền (giới hạn an toàn) tối thiểu được đề nghị đối với các tải trọng này cho trong Bảng 1. Các bảng này áp dụng cho cần trục với tải trọng treo trên móc mà số chu trình nâng liên quan đến độ bền mỏi không cần phải xem xét. Điều này trái ngược với các ứng dụng có tính lặp lại như ở cần trục gầu xúc, nam châm hoặc gầu ngoạm. Ngoại trừ các trạng thái quá tải, các trạng thái được liệt kê có tải trọng xấp xỉ bằng giá trị lớn nhất điển hình cho cần trục khi làm việc trong phạm vi tải trọng do nhà sản xuất công bố.

Bảng C.1 – Cân trục tổ hợp kiểu tháp-cân – Trạng thái thử

Thử	Trạng thái thử				Mục đích thử	Bộ phận phải thử và giới hạn an toàn*			
	Đầu tiên sẽ chọn	Chú thích	Sau đó áp dụng			Kết cấu khung gầm	Kết cấu phía trên	Kết cấu tổ hợp	Hệ thống neo (trừ cáp)
			Tải trọng làm việc	Tải trọng quá tải					
A	Tải trọng danh định tính toán lớn nhất ứng với tầm với xa nhất. Sử dụng tháp dài nhất tương ứng với tải trọng này.	2 9 16 17	(Y) <i>RL</i> khi phân kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	(Z) 1,25 <i>RL</i> hoặc tải trọng đầu cân, lấy giá trị bé hơn.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp và kết cấu phía trên.	-	Y,Z	Y,Z	-
B	Tích số ( <i>RRxRL</i> ) lớn nhất với tải trọng danh định lớn nhất tương ứng với mô men tải này.	3 6 8 12 17	(Y) <i>RL</i> và <i>SL</i> ( <i>0,02RL</i> ) cả hai bên. Kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	(Z) 1,25 <i>RL</i> hoặc tải trọng đầu cân, lấy giá trị bé hơn. Kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	Kết cấu phía trên và hệ thống neo chịu mô men tải lớn nhất	-	Y,Z	-	Y,Z
C	Tích số ( <i>RRxRL</i> ) lớn nhất khi cân hướng sang bên với tải trọng danh định lớn nhất tương ứng với mô men tải này.	1 3 5 6 7 8 12 17	(Y) <i>RL</i> và định vị kết cấu phía trên để có biến dạng lớn nhất tại phần tử thử nghiệm.	(Z) 1,25 <i>RL</i> hoặc tải trọng đầu cân, lấy giá trị bé hơn. Kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	Kết cấu khung gầm chịu mô men tải lớn nhất	Y,Z	-	-	-
D	Tích số ( <i>RRxRL</i> ) lớn nhất khi cân hướng về phía cuối với tải trọng danh định lớn nhất tương ứng với mô men tải này.	1 3 5 6 7 8 12 17	(Y) <i>RL</i> và định vị kết cấu phía trên để có biến dạng lớn nhất tại phần tử thử nghiệm.	(Z) 1,25 <i>RL</i> hoặc tải trọng đầu cân, lấy giá trị bé hơn. Kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	Kết cấu khung gầm chịu mô men tải lớn nhất	Y,Z	-	-	-
E	Tải trọng danh định gây giá trị lớn nhất của tích số ( <i>RRxRL</i> ). Sử dụng cân lắp trên tháp có chiều dài lớn nhất ứng với tầm với này.	6 13 14 15 16 17	(Y) <i>RL</i> và <i>SL</i> ( <i>0,02RL</i> ) cả hai bên. Kết cấu phía trên ở vị trí góc.	(Z) 1,25 <i>RL</i> hoặc tải trọng đầu cân, lấy giá trị bé hơn. Kết cấu phía trên ở vị trí góc.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp và kết cấu phía trên.	-	-	Y,Z	Y,Z

**Bảng C.1 – Cần trục tổ hợp kiểu tháp–cần – Trạng thái thử (tiếp theo)**

Thứ	Trạng thái thử				Mục đích thử	Bộ phận cần thử và giới hạn an toàn <sup>**</sup>			
	Đầu tiên sẽ chọn	Chú thích	Sau đó áp dụng			Kết cấu khung gầm	Kết cấu phía trên	Kết cấu tổ hợp	Hệ thống neo (trừ cáp)
			Tải trọng làm việc	Tải trọng quá tải					
F	Chiều dài lớn nhất của tổ hợp tháp–cần đề nghị cho mỗi hệ thống neo cụ thể.	4 16 18	(X) Tháp và cần ngay gần mặt nền	Không	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp và hệ thống neo.	–	–	X	X
G	Chiều dài lớn nhất của tổ hợp tháp–cần được đề nghị cho mỗi hệ thống neo cụ thể.	13 14 15 16	(Y) <i>RL</i> khi <i>RR</i> nhỏ nhất và <i>SL</i> (0,02 <i>RL</i> ) cả hai bên. Kết cấu phía trên ở vị trí góc.	(Z) 1,25 <i>RL</i> hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên ở vị trí góc.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp và hệ thống neo.	–	–	Y,Z	Y,Z
H	Giá trị lớn nhất của tích ( <i>RL</i> x Chiều-dà-cần x Sinβ). Sử dụng cần lắp trên tháp có chiều dài lớn nhất có thể. Sau đó chọn tháp dài nhất trong các trạng thái này.	11 13 14 15 16	(Y) <i>RL</i> khi <i>RR</i> lớn nhất và <i>SL</i> (0,02 <i>RL</i> ) cả hai bên, kết cấu phía trên ở vị trí góc.	(Z) 1,25 <i>RL</i> hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên ở vị trí góc.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp khi chịu xoắn lớn nhất.	–	–	Y,Z	–
I	Thứ cần phụ. Chiều dài lớn nhất của tổ hợp tháp–cần và cần phụ cho mỗi hệ thống neo cụ thể với độ lệch của cần phụ ít nhất.	4 10 11 16 18	(X) Cần lắp trên tháp và cần phụ ngay sát mặt nền.	Không	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp, kết cấu phía trên và hệ thống neo.	–	X	X	X

Bảng C.1 – Cần trục tổ hợp kiểu tháp–cần – Trạng thái thử (tiếp theo)

Thử	Trạng thái thử				Mục đích thử	Bộ phận cần thử và giới hạn an toàn <sup>~</sup>			
	Đầu tiên sẽ chọn	Chú thích	Sau đó áp dụng			Kết cấu khung gầm	Kết cấu phía trên	Kết cấu tổ hợp	Hệ thống neo (trừ cáp)
			Tải trọng làm việc	Tải trọng quá tải					
J	Thử cần phụ. Chiều dài lớn nhất của tổ hợp tháp–cần và cần phụ cho mỗi hệ thống neo cụ thể với độ lệch của cần phụ ít nhất.	10 11 13 14 15 16	(Y) <i>RL</i> tại <i>RR</i> nhỏ nhất và <i>SL</i> ( <i>0,02RL</i> ) cả hai bên, kết cấu phía trên ở vị trí góc.	(Z) <i>1,25RL</i> hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên ở vị trí góc.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp.	-	-	Y,Z	-
K	Thử cần phụ. Giá trị lớn nhất của tích số ( <i>RL-cần-phụ x Chiều-dài-cần-phụ x Sinβ</i> ). Sử dụng cần phụ có chiều dài lớn nhất có thể. Sau đó chọn cần dài nhất trong các trạng thái này.	11 13 14 15 16	(Y) <i>RL</i> tại <i>RR</i> nhỏ nhất và <i>SL</i> ( <i>0,02RL</i> ) cả hai bên, kết cấu phía trên ở vị trí góc.	(Z) <i>1,25RL</i> hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên ở vị trí góc.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp.	-	-	Y,Z	-
L	Thử hệ thống nâng tải phụ giữa cần ( <i>midrail</i> ). Tải trọng danh định tính toán lớn nhất tại tâm với danh định lớn nhất. Sử dụng cần có chiều dài lớn nhất cho tải trọng này.	13 15 16	(Y) <i>RL</i> và <i>SL</i> ( <i>0,02RL</i> ) cả hai bên. Định vị kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	(Z) <i>1,25RL</i> hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp, hệ thống neo và hệ thống nâng tải phụ giữa cần.	-	-	Y,Z	Y,Z

Bảng C.1 – Cần trục tổ hợp kiểu tháp-cần – Trạng thái thử (tiếp theo)

Thử	Trạng thái thử				Mục đích thử	Bộ phận cần thử và giới hạn an toàn <sup>**</sup>			
	Đầu tiên sẽ chọn	Chú thích	Sau đó áp dụng			Kết cấu khung gầm	Kết cấu phía trên	Kết cấu tổ hợp	Hệ thống neo (trừ cáp)
			Tải trọng làm việc	Tải trọng quá tải					
M	Thử hệ thống nâng tải phụ giữa cần (midfall). Chiều dài lớn nhất có thể của tổ hợp tháp-cần được đề nghị cho mỗi hệ thống neo.	2 9 12 13 15 16	(Y) <i>RL</i> và <i>SL</i> (0,02 <i>RL</i> ) cả hai bên cho cả tầm với lớn nhất và nhỏ nhất. Định vị kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	(Z) 1,25 <i>RL</i> hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp, hệ thống neo và hệ thống nâng tải phụ giữa cần.	-	-	Y,Z	Y,Z
N	Thử hệ thống nâng tải phụ giữa cần (midfall). Giá trị lớn nhất của tích số ( <i>RL-midfall</i> x <i>Chiều-dài-midfall</i> x <i>Sinβ</i> ). Sử dụng cần có chiều dài lớn nhất có thể. Sau đó chọn cần dài nhất trong các trạng thái này.	13 15 16	(Y) <i>RL</i> khi <i>RR</i> lớn nhất và <i>SL</i> (0,02 <i>RL</i> ). Định vị kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	(Z) 1,25 <i>RL</i> hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp, hệ thống neo và hệ thống nâng tải phụ giữa cần.	-	-	Y,Z	Y,Z

<sup>\*\*</sup> X – tải trọng do lắp đặt, Y – tải trọng danh định, Z – tải trọng quá tải

CHÚ THÍCH 1: Định vị kết cấu phía trên theo quy định trong hồ sơ kỹ thuật của nhà sản xuất

CHÚ THÍCH 2: Khi tải trọng danh định này được đề nghị cho loại kết cấu phía trên với đối trọng có thể thay đổi ở các vị trí khác nhau thì thử nghiệm phải thực hiện với đối trọng ở vị trí xa nhất so với trục quay.

CHÚ THÍCH 3: Khi tải trọng danh định này được đề nghị cho loại kết cấu phía trên với đối trọng có thể thay đổi ở các vị trí khác nhau thì thử nghiệm phải thực hiện với đối trọng ở vị trí gần nhất so với trục quay.

CHÚ THÍCH 4: Cùm pull treo móc, quả cầu căng cáp hoặc các thiết bị mang tải kèm theo phải đặt trên nền.

CHÚ THÍCH 5: Đối với các kết cấu khung gầm cho phép các cấu hình khác nhau về kết cấu phía trên hoặc tháp thì chỉ cần thử với cấu hình gây ra trạng thái mô men lớn nhất.

Bảng C.1 – Căn trực tổ hợp kiểu tháp–cần – Trạng thái thử (kết thúc)

Thứ	Trạng thái thử			Mục đích thử	Bộ phận cần thử và giới hạn an toàn <sup>~</sup>			
	Đầu tiên sẽ chọn	Chú thích	Sau đó áp dụng		Kết cấu khung gầm	Kết cấu phía trên	Kết cấu tổ hợp	Hệ thống neo (trừ cáp)
			Tải trọng làm việc					
CHÚ THÍCH 6: Đối với kết cấu phía trên cho phép các cấu hình tháp khác nhau thì chỉ cần thử với cấu hình gây ra trạng thái mô men lớn nhất.								
CHÚ THÍCH 7: Sử dụng đối trọng phụ nặng nhất quy định cho kết cấu khung gầm.								
CHÚ THÍCH 8: Nếu có nhiều lựa chọn cho đối trọng đối với trạng thái mô men lớn nhất thì sử dụng đối trọng nhẹ nhất quy định cho trạng thái này.								
CHÚ THÍCH 9: Sử dụng đối trọng nặng nhất quy định cho kết cấu phía trên.								
CHÚ THÍCH 10: Khi có nhiều hơn một tổ hợp cần-cần phụ gây ra cùng giá trị tính toán lớn nhất (ví dụ: cần 100' + cần phụ 60' = 160' và cần 120' + cần phụ 40' = 160') thì sử dụng tổ hợp có cần dài nhất (tổ hợp: cần 120' + cần phụ 40' trong ví dụ trên).								
CHÚ THÍCH 11: Khi hai hoặc nhiều cần được lắp lên nhau để tăng chiều dài kết cấu tổ hợp, mỗi hệ thống phải được thử nghiệm như các kết cấu nâng khác nhau. [Áp dụng tiêu chuẩn này cho tháp + cần (A) và sau đó cho tháp + cần (A) + cần phụ (B)].								
CHÚ THÍCH 12: Đối với kết cấu phía trên cho phép các cấu hình tháp khác nhau chỉ cần thử với cấu hình gây ra trạng thái tải trọng lớn nhất.								
CHÚ THÍCH 13: Trong bất kỳ trường hợp nào gió cũng không được tạo ra các ảnh hưởng có lợi cho kết quả thử.								
CHÚ THÍCH 14: Chú ý chiều của chuyển vị đầu cần do việc treo tải trực tiếp tại điểm cuối. Quay kết cấu phía trên theo cùng hướng và góc gần nhất để thử nghiệm.								
CHÚ THÍCH 15: Sử dụng cách đi cáp quy định trong hồ sơ kỹ thuật của nhà sản xuất với bộ phận nâng tải có số lượng chỉ tiết ít nhất và cáp nâng trên tang ở vị trí tùy ý.								
CHÚ THÍCH 16: Khi nhiều tháp với các khác biệt đáng kể về kết cấu hoặc hình dáng được sử dụng trên cùng một kết cấu trên thì phải thử cho từng tháp.								
CHÚ THÍCH 17: Các thử nghiệm C và D có thể loại bỏ nếu cần trực đã được thử ở kết cấu tổ hợp khác với giá trị $RR \times RL$ lớn hơn và cũng đã được thử với lực lớn hơn ở kết cấu tổ hợp khác.								
CHÚ THÍCH 18: Khi điểm lắp cần trên tháp không thể nâng lên khỏi mặt nền với điểm lắp cần gắn sát mặt nền thì yêu cầu thử hai tư thế sau:								
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tháp ngay gần mặt nền – điểm lắp tháp nằm trên nền.</li> <li>- Điểm lắp tháp tại vị trí có góc nhỏ nhất đủ để lắp cần – điểm lắp cần ngay gần mặt nền.</li> </ul>								

**Bảng C.2 – Cần trục lắp cần dạng giàn – Trạng thái thử**

Thứ	Trạng thái thử				Mục đích thử.	Bộ phận cần thử và giới hạn an toàn <sup>1</sup>			
	Đầu tiên sẽ chọn	Chú thích	Sau đó áp dụng			Kết cấu khung gầm	Kết cấu phía trên	Kết cấu tổ hợp	Hệ thống neo (trừ cáp)
			Tải trọng làm việc	Tải trọng quá tải					
<b>A</b>	Tải trọng danh định tính toán lớn nhất ứng với tầm với xa nhất. Sử dụng tháp dài nhất tương ứng với tải trọng này.	2 9 16 17	(Y) RL khi phần kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	(Z) 1,25RL hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp và kết cấu phía trên.	-	Y,Z	Y,Z	-
<b>B</b>	Tích số (RRxRL) lớn nhất với tải trọng danh định lớn nhất tương ứng với mô men tải này.	3 6 8 12 17	(Y) RL và SL (0,02RL) cả hai bên. Kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	(Z) 1,25RL hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	Kết cấu phía trên và hệ thống neo chịu mô men tải lớn nhất	-	Y,Z	-	Y,Z
<b>C</b>	Tích số (RRxRL) lớn nhất khi cần hướng sang bên với tải trọng danh định lớn nhất tương ứng với mô men tải này.	1 3 5 6 7 8 12 17	(Y) RL và định vị kết cấu phía trên để có biến dạng lớn nhất tại phần tử thử nghiệm.	(Z) 1,25RL hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	Kết cấu khung gầm chịu mô men tải lớn nhất	Y,Z	-	-	-
<b>D</b>	Tích số (RRxRL) lớn nhất khi cần hướng về phía cuối với tải trọng danh định lớn nhất tương ứng với mô men tải này.	1 3 5 6 7 8 12 17	(Y) RL và định vị kết cấu phía trên để có biến dạng lớn nhất tại phần tử thử nghiệm.	(Z) 1,25RL hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Kết cấu phía trên ở vị trí bất kỳ.	Kết cấu khung gầm chịu mô men tải lớn nhất	Y,Z	-	-	-
<b>E</b>	Tải trọng danh định gây giá trị lớn nhất của tích số (RRxRL). Sử dụng cần có chiều dài lớn nhất ứng với tầm với này.	6 13 14 15 16 17	(Y) RL và SL (0,02RL) cả hai bên. Kết cấu phía trên ở vị trí góc.	(Z) 1,25RL hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Kết cấu phía trên ở vị trí góc.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp và kết cấu phía trên.	-	-	Y,Z	Y,Z

TCVN 12162-2:2017

Bảng C. 2 – Cần trục lắp cần dạng giàn – Trạng thái thử (tiếp theo)

Thử	Trạng thái thử				Mục đích thử	Bộ phận cần thử và giới hạn an toàn <sup>1</sup>			
	Đầu tiên sẽ chọn	Chú thích	Sau đó áp dụng			Kết cấu khung gầm	Kết cấu phía trên	Kết cấu tổ hợp	Hệ thống neo (trừ cáp)
			Tải trọng làm việc	Tải trọng quá tải					
F	Chiều dài lớn nhất của cần được đề nghị cho mỗi hệ thống neo cụ thể.	4 16	(X) Cần và cần phụ ngay gần mặt nền	Không	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp và hệ thống neo.	-	-	X	X
G	Chiều dài lớn nhất của cần, được đề nghị cho mỗi hệ thống neo cụ thể.	13 14 15 16	(Y) RL khi RR nhỏ nhất và SL (0,02RL) cả hai bên. Kết cấu phía trên ở vị trí góc.	(Z) 1,25RL hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên ở vị trí góc.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp và hệ thống neo.	-	-	Y,Z	Y,Z
H	Chiều dài lớn nhất của tổ hợp cần và cần phụ cho mỗi hệ thống neo cụ thể với độ lệch của cần phụ ít nhất.	4 10 11 16	(Y) RL khi RR lớn nhất và SL (0,02RL) cả hai bên, kết cấu phía trên ở vị trí góc.	(Z) 1,25RL hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên ở vị trí góc.	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp khi chịu xoắn lớn nhất.	-	-	Y,Z	-
I	Chiều dài lớn nhất của tổ hợp cần và cần phụ cho mỗi hệ thống neo cụ thể với độ lệch của cần phụ ít nhất.	11 13 14 15 16	(X) Cần và cần phụ sát mặt nền.	Không	Tình trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp, kết cấu phía trên và hệ thống neo.	-	X	X	X

Bảng C. 2 – Cản trực lập cản dạng giàn – Trạng thái thử (tiếp theo)

Thử	Trạng thái thử				Mục đích thử	Bộ phận cản thử và giới hạn an toàn**			
	Đầu tiên sẽ chọn	Chú thích	Sau đó áp dụng			Kết cấu khung gầm	Kết cấu phía trên	Kết cấu tổ hợp	Hệ thống neo (trừ cáp)
			Tải trọng làm việc	Tải trọng quá tải					
J	Giá trị lớn nhất của tích số (RL-cản-phụ x Chiều-dài-cản-phụ x Sinβ). Sử dụng cản phụ có chiều dài lớn nhất có thể. Sau đó chọn cản dài nhất trong các trạng thái này.	11 13 14 15 16	(Y) RL tại RR nhỏ nhất và SL (0,02RL) cả hai bên, kết cấu phía trên ở vị trí góc.	(Z) 1,25RL hoặc tải trọng đầu cản, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên ở vị trí góc.	Tình-trạng nguyên vẹn của kết cấu tổ hợp.	-	-	Y,Z	-

\*\* X – tải trọng do lắp đặt, Y – tải trọng danh định, Z – tải trọng quá tải

CHÚ THÍCH 1: Định vị kết cấu phía trên theo quy định trong hồ sơ kỹ thuật của nhà sản xuất

CHÚ THÍCH 2: Khi tải trọng danh định này được đề nghị cho loại kết cấu phía trên với đối trọng có thể thay đổi ở các vị trí khác nhau thì thử nghiệm phải thực hiện với đối trọng ở vị trí xa nhất so với trục quay.

CHÚ THÍCH 3: Khi tải trọng danh định này được đề nghị cho loại kết cấu phía trên với đối trọng có thể thay đổi ở các vị trí khác nhau thì thử nghiệm phải thực hiện với đối trọng ở vị trí gần nhất so với trục quay.

CHÚ THÍCH 4: Cụm pull treo móc, quả cầu căng cáp hoặc các thiết bị mang tải kèm theo phải đặt trên nền.

CHÚ THÍCH 5: Đối với các kết cấu khung gầm cho phép các cấu hình khác nhau về kết cấu phía trên hoặc cản thì chỉ cản thử với cấu hình gây ra trạng thái mô men lớn nhất.

CHÚ THÍCH 6: Đối với kết cấu phía trên cho phép các cấu hình cản khác nhau thì chỉ cản thử với cấu hình gây ra trạng thái mô men lớn nhất.

CHÚ THÍCH 7: Sử dụng đối trọng phụ nặng nhất quy định cho kết cấu khung gầm.

CHÚ THÍCH 8: Nếu có nhiều lựa chọn cho đối trọng đối với trạng thái mô men lớn nhất thì sử dụng đối trọng nhẹ nhất quy định cho trạng thái này.

CHÚ THÍCH 9: Sử dụng đối trọng nặng nhất quy định cho kết cấu phía trên.

CHÚ THÍCH 10: Khi có nhiều hơn một tổ hợp cản và cản phụ gây ra cùng giá trị tính toán lớn nhất (ví dụ: cản 100' + cản phụ 60' = 160' và cản 120' + cản phụ 40' = 160') thì sử dụng tổ hợp có cản dài nhất (tổ hợp: cản 120' + cản phụ 40' trong ví dụ trên).

CHÚ THÍCH 11: Khi hai hoặc nhiều cản được lắp liền nhau để tăng chiều dài kết cấu tổ hợp, mỗi hệ thống phải được thử nghiệm như các kết cấu nặng khác nhau. (Áp dụng tiêu chuẩn này cho cản + cản phụ (A) và sau đó cho cản + cản phụ (A) + cản phụ (B)).

Bảng C.2 – Cần trục lắp cần dạng giàn – Trạng thái thử (kết thúc)

Thử	Trạng thái thử				Mục đích thử	Bộ phận cần thử và giới hạn an toàn <sup>1</sup>			
	Đầu tiên sẽ chọn	Chú thích	Sau đó áp dụng			Kết cấu khung gảm	Kết cấu phía trên	Kết cấu tổ hợp	Hệ thống neo (trừ cáp)
			Tải trọng làm việc	Tải trọng quá tải					
<p>CHÚ THÍCH 12: Đối với kết cấu phía trên cho phép các cấu hình cần khác nhau chỉ cần thử với cấu hình gây ra trạng thái tải trọng lớn nhất.</p> <p>CHÚ THÍCH 13: Trong bất kỳ trường hợp nào gió cũng không được tạo ra các ảnh hưởng có lợi cho kết quả thử.</p> <p>CHÚ THÍCH 14: Chú ý chiều của chuyển vị đầu cần do việc treo tải trực tiếp tại điểm cuối. Quay kết cấu phía trên theo cùng hướng về góc gần nhất để thử nghiệm.</p> <p>CHÚ THÍCH 15: Sử dụng cách đi cáp quy định trong hồ sơ kỹ thuật của nhà sản xuất với bộ phận nâng tải có số lượng chi tiết ít nhất và cáp nâng trên tang ở vị trí tùy ý.</p> <p>CHÚ THÍCH 16: Khi nhiều cần với các khác biệt đáng kể về kết cấu hoặc hình dáng được sử dụng trên cùng một kết cấu trên thì phải thử cho từng cần.</p> <p>CHÚ THÍCH 17: Các thử nghiệm C và D có thể loại bỏ nếu cần trục đã được thử ở kết cấu tổ hợp khác với giá trị <math>RR \times RL</math> lớn hơn và cũng đã được thử với lực lớn hơn ở kết cấu tổ hợp khác.</p>									

**Bảng C.3 – Cân trực lắp cân hộp ống lồng – Trạng thái thử**

Thứ	Trạng thái thử			Mục đích thử	Bộ phận cân thử và giới hạn an toàn <sup>1</sup>			
	Đầu tiên sẽ chọn	Chú thích	Sau đó áp dụng		Kết cấu khung gầm	Kết cấu phía trên	Kết cấu tổ hợp	Hệ thống neo (trừ cáp)
1	Tích số ( $RR \times RL$ ) lớn nhất và tải trọng danh định lớn nhất tương ứng với mô men tải này. a. về phía cuối b. về phía bên	1 2 3 4 9	$RL$ và định vị kết cấu phía trên trong miền cho phép quay để có biến dạng lớn nhất tại phần tử thử nghiệm.	Chân chống kéo dài và khung gầm chịu mô men tải lớn nhất.	Y Y	Y -	- -	- -
2	Tích số ( $RR \times RL$ ) lớn nhất và cân ống lồng dài nhất tương ứng với mô men tải này	4	a. $RL$ và $SL (0,03RL)$ b. $1,25RL$ hoặc tải trọng đầu cân, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên về phía cuối.	a. Hiệu ứng chống của cân ống lồng, hệ thống nâng hoặc neo, kết cấu phía trên và hệ thống tựa quay. b. Ổn định cục bộ của cân ống lồng, xi lanh nâng hoặc hệ thống neo.	- -	Y Z	Y Z	Y Z
3	Cân ống lồng dài nhất, sau đó chọn giá trị ( $RR \times RL$ ) lớn nhất	8	a. $RL$ và $SL$ b. $1,25RL$ hoặc tải trọng đầu cân, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên về phía cuối.	a. Hiệu ứng chống của cân ống lồng. b. Ổn định cục bộ của cân ống lồng và hiệu ứng uốn về phía bên.	- -	- Z	Y Z	Y -
4	Cân dài nhất, sau đó chọn giá trị $RR$ nhỏ nhất có thể	8	a. $RL$ và $SL (0,03RL)$ b. $1,25RL$ hoặc tải trọng đầu cân, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên về phía cuối.	a. Uốn về phía bên của cân ống lồng, ảnh hưởng của tải trọng bên lên kết cấu trên. b. Ổn định cục bộ của xi lanh ra vào cân, hiệu ứng uốn cân ống lồng, ổn định cục bộ của xi lanh nâng hoặc hệ thống neo.	- -	Y Z	Y Z	Y Z

Bảng C.3 – Căn trực lập căn hộp ống lồng – Trạng thái thử (tiếp theo)

Thử	Trạng thái thử			Mục đích thử	Bộ phận căn thử và giới hạn an toàn <sup>1</sup>			
	Đầu tiên sẽ chọn	Chú thích	Sau đó áp dụng		Kết cấu khung găm	Kết cấu phía trên	Kết cấu tổ hợp	Hệ thống neo (trừ cáp)
5	Tải trọng tĩnh toán lớn nhất, sau đó chọn căn ống lồng ngắn nhất và giá trị $RR$ nhỏ nhất	1 6	a. $RL$ và định vị kết cấu phía trên để có biến dạng lớn nhất tại phần tử thử nghiệm. b. $1,25RL$ hoặc tải trọng đầu căn, lấy giá trị bé hơn.	a. Tình trạng nguyên vẹn của điểm lắp căn ống lồng, lực tại chốt chân, chân chống kéo dài và khung găm. Hệ thống tựa quay. b. Hệ thống neo	Y Z	Y Z	Y Z	- Z
6	Giá trị lớn nhất của tích số [ $RL$ -trên-căn-phụ $\times$ Chiều dài-căn-phụ $\times$ $\cos(\alpha-\beta)$ ], sau đó chọn căn ống lồng và căn phụ dài nhất theo quy định	5	a. $RL$ và $SL (0,03RL)$ b. $1,25RL$ hoặc tải trọng đầu căn, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên về phía cuối.	Tình trạng nguyên vẹn của căn phụ, điểm lắp căn ống lồng và đoạn căn ống lồng trên cùng.	- -	- -	Y Z	Y Z
7	Giá trị lớn nhất của tích số ( $RL$ -trên-căn-phụ $\times$ Chiều dài-căn-phụ $\times$ $\sin\beta$ ), sau đó chọn căn ống lồng dài nhất theo quy định	5	a. $RL$ và $SL (0,03RL)$ b. $1,25RL$ hoặc tải trọng đầu căn, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên về phía cuối.	Ảnh hưởng của xoắn do độ lệch của căn phụ lên căn ống lồng và căn phụ.	- -	- -	Y Z	Y Z
8	Góc nâng căn lớn nhất, chiều dài căn lớn nhất, chiều dài căn phụ lớn nhất theo quy định với độ lệch nhỏ nhất	5 7	a. $RL$ và $SL (0,03RL)$ b. $1,25RL$ hoặc tải trọng đầu căn, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên về phía cuối.	Tình trạng nguyên vẹn và độ ổn định cục bộ của căn phụ và căn ống lồng.	- -	- -	Y Z	Y Z
9	Giá trị cho phép lớn nhất của $RL$ khi căn hộp ống lồng đẩy ra từ 1 đến 3 inch (25 đến 76mm) tại $RR$ nhỏ nhất	8	$1,25RL$ hoặc tải trọng đầu căn, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên về phía cuối.	Các mối liên kết của xi lanh ra vào căn ống lồng.	-	-	Z	Z

**Bảng C.3 – Cần trục lắp cần hộp ống lồng – Trạng thái thử (kết thúc)**

Thử	Trạng thái thử			Mục đích thử	Bộ phận cần thử và giới hạn an toàn**			
	Đầu tiên sẽ chọn	Chú thích	Sau đó áp dụng		Kết cấu khung gầm	Kết cấu phía trên	Kết cấu tổ hợp	Hệ thống neo (trừ cáp)
10	Giá trị lớn nhất của tích số ( $RL \times l$ ) cho mỗi đoạn cần cùng với tải trọng danh định cho phép tương ứng với mô men tải này	8	a. $RL$ và $SL (0,03RL)$ b. $1,25RL$ hoặc tải trọng đầu cần, lấy giá trị bé hơn. Định vị kết cấu phía trên về phía cuối:	Ảnh hưởng uốn của các đoạn cần vận hành bằng tay hoặc bằng động cơ tại góc nâng cần và đoạn cần ngẫu nhiên.	-	-	Y Z	-
11	Tải trọng lớn nhất trên chân chống phụ kéo dài		a. $RL$ b. $1,25RL$ hoặc tải trọng đầu cần.	Tình trạng nguyên vẹn của chân chống kéo dài và khung gầm	Y Z	-	-	-

\*\* X – tải trọng đo lắp đặt, Y – tải trọng danh định, Z – tải trọng quá tải

CHÚ THÍCH 1: Định vị kết cấu phía trên theo quy định trong hồ sơ kỹ thuật của nhà sản xuất

CHÚ THÍCH 2: Đối với các kết cấu khung gầm cho phép các cấu hình khác nhau về kết cấu phía trên hoặc cần thì chỉ cần thử với cấu hình gây ra trạng thái mô men lớn nhất.

CHÚ THÍCH 3: Sử dụng đối trọng phụ nặng nhất quy định cho kết cấu khung gầm.

CHÚ THÍCH 4: Nếu có nhiều lựa chọn cho đối trọng đối với trạng thái mô men lớn nhất thì sử dụng đối trọng nhẹ nhất quy định cho trạng thái này.

CHÚ THÍCH 5: Khi hai hoặc nhiều cần phụ được lắp liền nhau để tăng chiều dài kết cấu tổ hợp cần ống lồng, mỗi hệ thống phải được thử nghiệm như các kết cấu nâng khác nhau.

[Áp dụng tiêu chuẩn này cho cần ống lồng + cần phụ (A) và sau đó cho cần ống lồng + cần phụ (A) + cần phụ (B)].

CHÚ THÍCH 6: Đối với kết cấu phía trên cho phép các cấu hình cần ống lồng khác nhau thì chỉ cần thử với cấu hình gây ra trạng thái mô men lớn nhất.

CHÚ THÍCH 7: Trong bất kỳ trường hợp nào gió cũng không được tạo ra các ảnh hưởng có lợi cho kết quả thử.

CHÚ THÍCH 8: Khi nhiều cần ống lồng với các khác biệt đáng kể về kết cấu hoặc hình dáng được sử dụng trên cùng một kết cấu trên thì phải thử cho từng cần.

CHÚ THÍCH 9: Có thể bỏ qua thử nghiệm nếu cần trục đã được thử ở kết cấu tổ hợp khác với giá trị  $RR \times RL$  lớn hơn và cũng đã được thử với lực lớn hơn ở kết cấu tổ hợp khác.

**Phụ lục D**  
(tham khảo)

**Mẫu báo cáo**

Các dữ liệu tối thiểu sau đây phải được ghi vào báo cáo:

a) Trang tiêu đề, gồm:

- 1) Ngày lập báo cáo
- 2) Ngày thử nghiệm và nhân viên tham gia
- 3) Mô tả về cần trục được thử
- 4) Mô tả vắn tắt về thiết bị sử dụng
- 5) Ký xác nhận rằng cần trục đã được thử và đáp ứng các yêu cầu tối thiểu của tiêu chuẩn này
- 6) Phương pháp thử.

b) Mục lục

c) Tóm tắt bằng văn bản kết quả thử

d) Bảng kê vị trí của cảm biến đo biến dạng

e) Biểu đồ tải trọng danh định như đã công bố

f) Tóm tắt các trạng thái thử, dạng bảng (xem Hình D.1)

g) Các bảng kê tóm tắt về ứng suất trong cột (xem Hình D.2)

h) Các bảng kê tóm tắt về ứng suất (xem Hình D.3)

Mô đun cần trục _____			Ngày _____			Tải trọng, kg (lbs)	Tải trọng bên, kg (lbs)	Vị trí của kết cấu trên
Thử nghiệm số. (theo ISO)	Cần		Cần phụ		Dài, m (ft)			
	Dài, m (ft)	Góc, độ	Tầm với, m (ft)	Dài, m (ft)				

**Hình D.1 – Mẫu điển hình về bảng tóm tắt trạng thái thử**

Tóm tắt ứng suất: CỘT (CÀN PHỤ)_____				Thử nghiệm số. (theo ISO) _____						
Mô đen _____				Ngày _____ Trang ____ / ____						
Chuyển vị SLR _____				Chuyển vị SLL _____						
Cảm biến số.	Khoảng cách đến chân cần	$S_{cr}$	$S_y$	Trạng thái không tải		SLL		SLR		N min.
				$S_{ra}$	$S_{rm}$	$S_{ra}$	$S_{rm}$	$S_{ra}$	$S_{rm}$	

Hình D.2 – Mẫu điển hình về bảng tóm tắt ứng suất trong cột

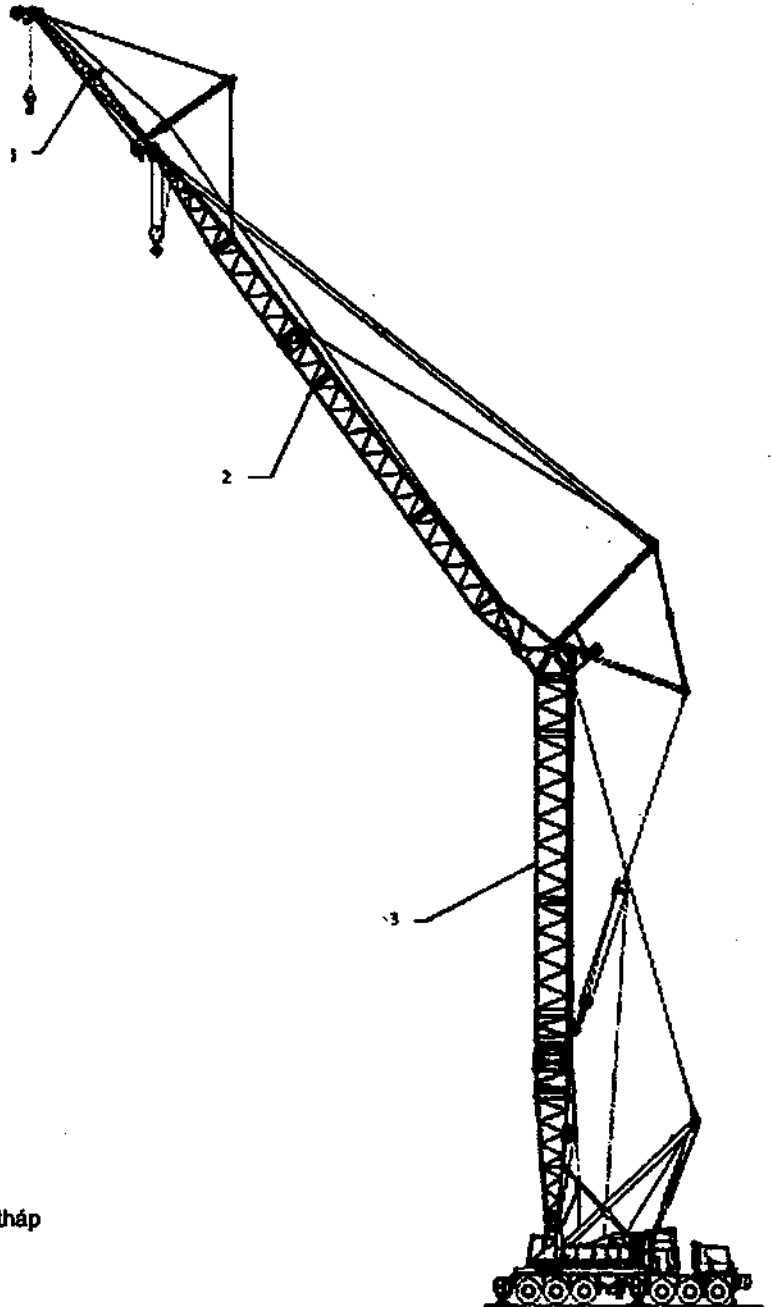
Tóm tắt ứng suất: TÔ HỢP, HỆ THỐNG NEO, KHUNG GẮM_____						Thử nghiệm số. (theo ISO) _____		
Mô đen _____						Ngày _____ Trang ____ / ____		
Cảm biến số.	$S_1$	$S_2$	$S_r$ (SLL)	$S_r$ (SLR)	$S'_{max}$	$S_y$	Nhóm ứng suất	N min.

Hình D.3 – Mẫu điển hình về bảng tóm tắt ứng suất

Phụ lục E  
(tham khảo)

Ví dụ về cần trục điển hình

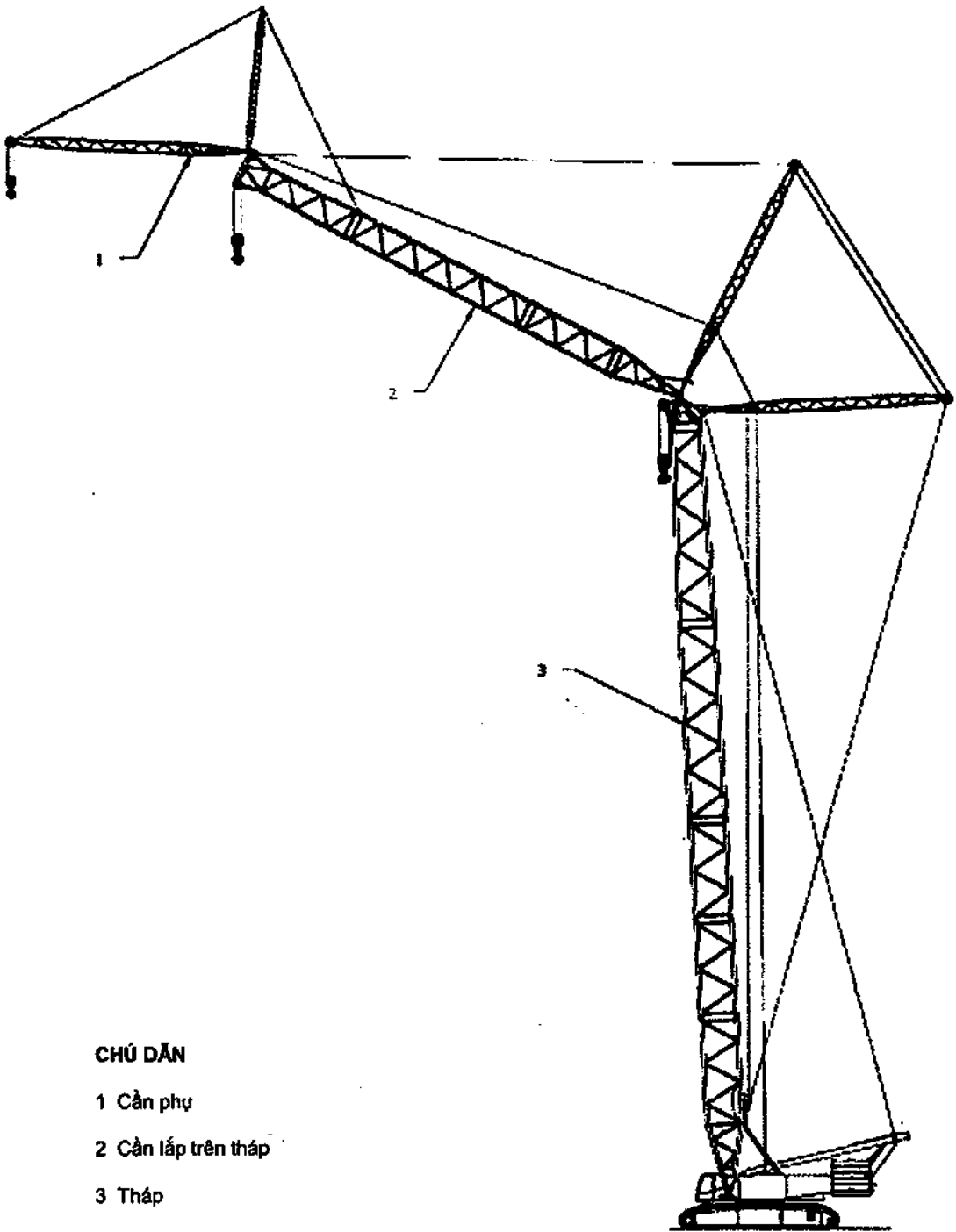
Xem các Hình E.1 đến E.4.



CHÚ DẪN

- 1 Cần phụ
- 2 Cần lắp trên tháp
- 3 Tháp

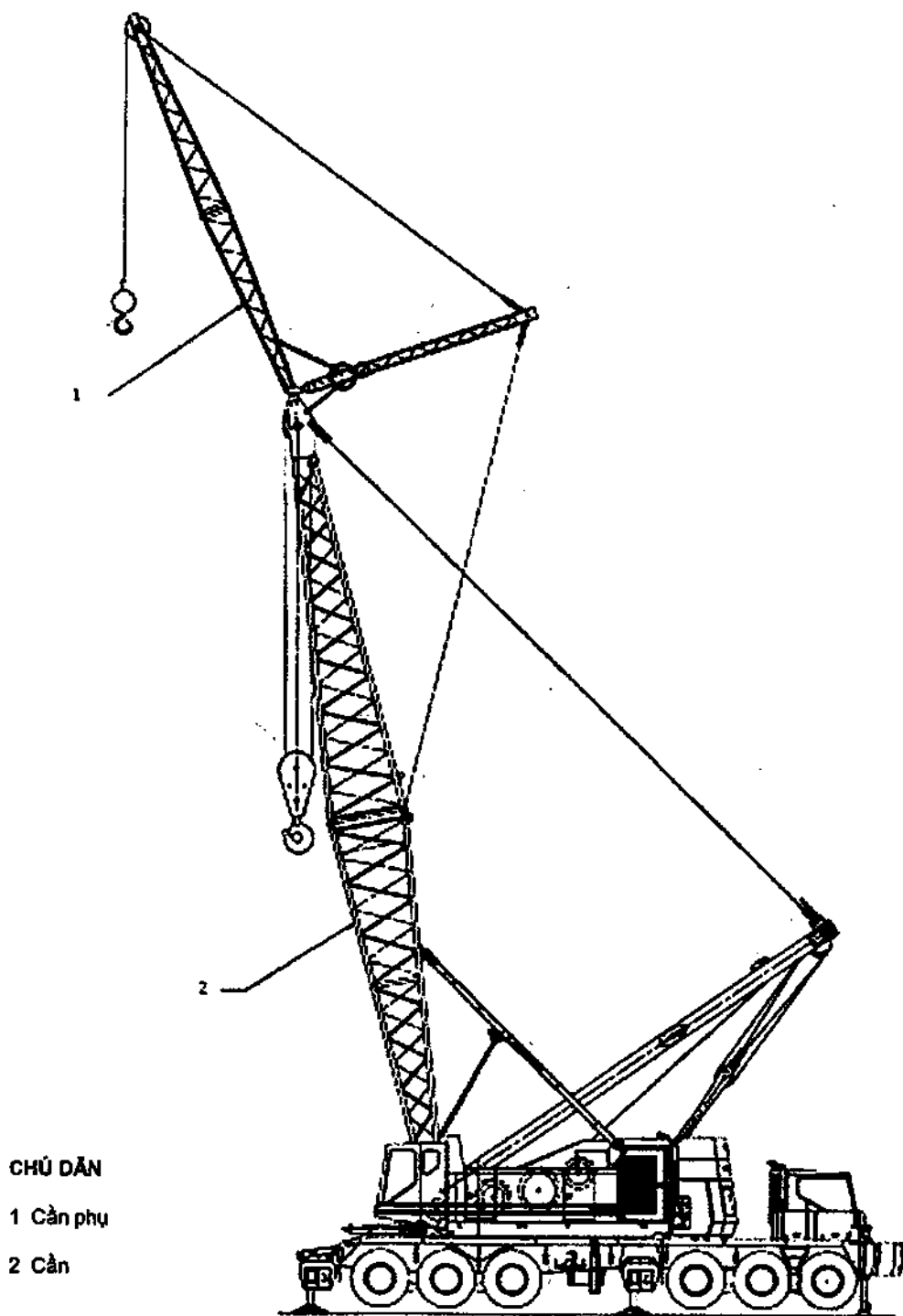
Hình E.1 – Cần trục bánh lốp lắp tổ hợp tháp-cần và cần phụ



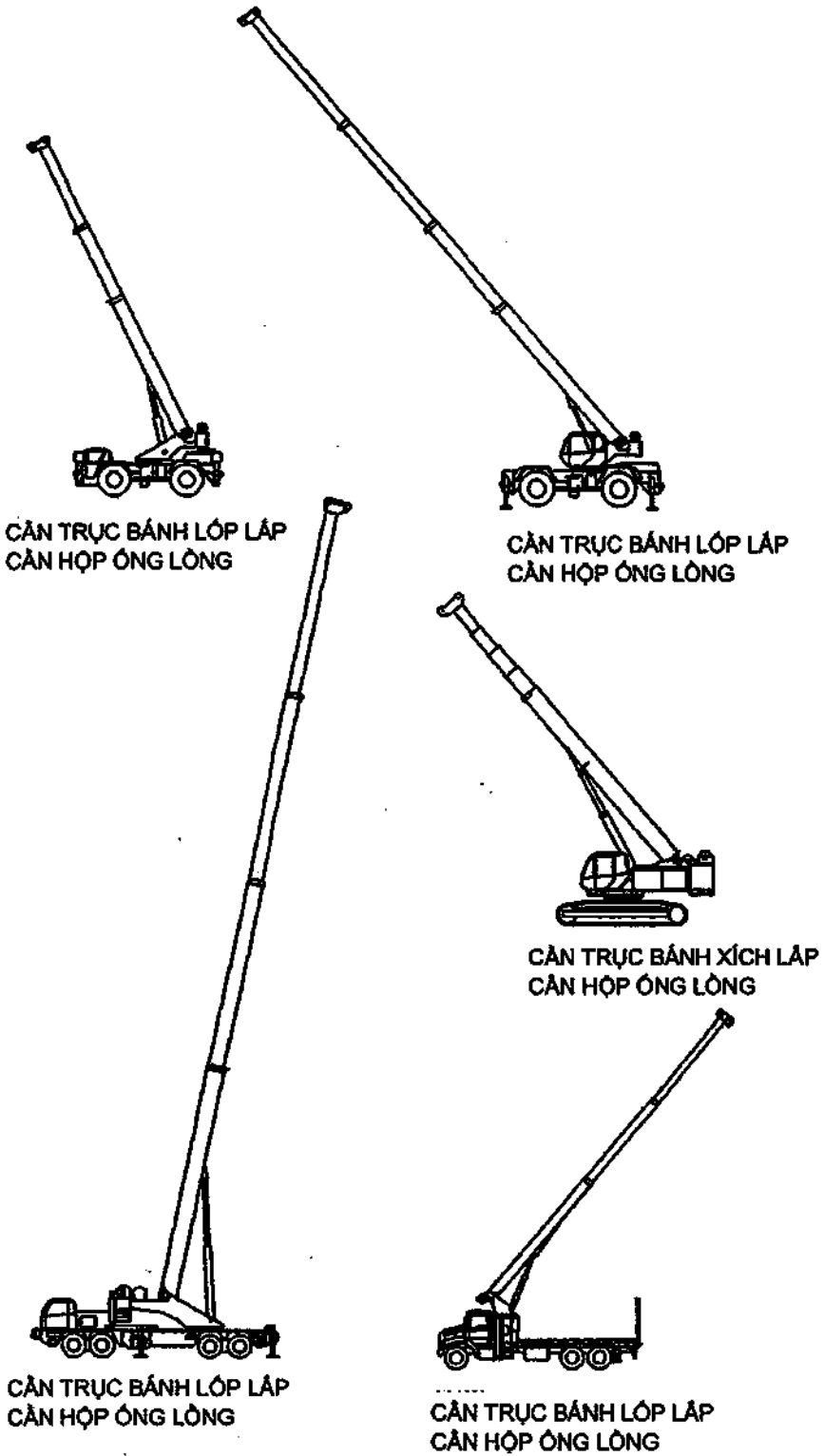
**CHÚ DẪN**

- 1 Cản phụ
- 2 Cản lắp trên tháp
- 3 Tháp

**Hình E.2 – Cản trục bánh xích lắp tổ hợp tháp-cản và cản phụ**



Hình E.3 – Cản trục bánh lốp lắp cẩu dạng giàn và cẩu phụ



Hình E.4 – Cản trực lắp càn hộp ống lồng

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] TCVN 8242-1:2009 (ISO 4306-1:2007), *Cần trục – Từ vung – Phần 1: Quy định chung.*
  - [2] TCVN 8242-2:2009 (ISO 4306-2:1994), *Cần trục – Từ vung – Phần 2: Cần trục tự hành.*
  - [3] ISO 10721-1, *Steel structures – Part 1: Materials and design (Kết cấu thép – Phần 1: Vật liệu và thiết kế).*
-