

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11078:2015

ISO 16625:2013

Xuất bản lần 1

CÀN TRỤC VÀ TỜI - CHỌN CÁP, TANG VÀ PULY

Cranes and hoists -- Selection of wire ropes, drums and sheaves

HÀ NỘI - 2015

Lời nói đầu

TCVN 11078:2015 hoàn toàn tương đương với ISO 16625:2013.

TCVN 11078:2015 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 96 Cầu cầu biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Cần trục và tời - Chọn cáp, tang và puly

Cranes and hoists - Selection of wire ropes, drums and sheaves

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các hệ số thiết kế thực tế nhỏ nhất Z_p theo các nhóm chế độ làm việc khác nhau của cơ cấu, các loại cáp, công dụng của cáp và cách cuốn cáp, và các minh hoạ cách sử dụng các hệ số này để xác định lực kéo đứt nhỏ nhất của cáp.

Tiêu chuẩn này quy định các hệ số chọn cho tang và puly theo các nhóm chế độ làm việc khác nhau của cơ cấu, các loại cáp và công dụng của cáp, và cách sử dụng các hệ số này để xác định đường kính thực tế nhỏ nhất của tang và puly để làm việc cùng với cáp đã chọn.

Danh sách các loại cần trục và tời thuộc phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này được cho trong Phụ lục A.

Phụ lục B cung cấp các yếu tố bổ sung phải xem xét khi chọn cáp và các thiết bị liên quan.

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 5757 (ISO 2408), *Cáp thép sử dụng cho mục đích chung – Yêu cầu tối thiểu.*

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

TCVN 8490-1:2010 (ISO 4301-1:1986), *Cần trục – Phân loại theo chế độ làm việc – Phần 1: Quy định chung.*

TCVN 10837 (ISO 4309), *Cần trục – Dây cáp – Bảo dưỡng, bảo trì, kiểm tra và loại bỏ.*

TCVN 11078:2015

ISO 10425, *Steel wire ropes for the petroleum and natural gas industries – Minimum requirements and terms of acceptance* (Cáp thép dùng trong công nghiệp dầu khí – Yêu cầu tối thiểu về điều khoản chấp nhận).

ISO 17893, *Steel wire ropes – Vocabulary, designation and classification* (Cáp thép – Từ vựng, ký hiệu và phân loại).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong TCVN 8242-1 (ISO 4306-1) và ISO 17893.

CHÚ THÍCH 1: Trong tiêu chuẩn này, "cáp một lớp" và "cáp bên song song" như định nghĩa trong ISO 17893 được gọi chung là "cáp tiêu chuẩn" để phân biệt với "cáp chống xoắn".

CHÚ THÍCH 2: Cáp một lớp và cáp bên song song đôi khi cũng được gọi là "cáp không chống xoắn".

4 Chế độ làm việc của cơ cấu xét một cách tổng thể

Chế độ làm việc của cơ cấu (M4, M5, v.v...) phải được tính đến khi thiết lập hệ số thiết kế nhỏ nhất và kích thước nhỏ nhất của tang và puly.

Chế độ làm việc của cơ cấu xem xét toàn diện cả trạng thái chịu tải (nhẹ, trung bình, nặng, v.v...) và cấp sử dụng của cơ cấu (dựa trên tổng thời gian sử dụng), như mô tả chi tiết trong TCVN 8490-1 (ISO 4301-1).

CHÚ THÍCH: Các phần khác của TCVN 8490 (ISO 4301) (ví dụ TCVN 8490-2 (ISO 4301-2), áp dụng cho cần trục tự hành) quy định chế độ làm việc của các loại cần trục riêng biệt và các cơ cấu liên quan có tính đến công dụng của cáp (cáp nâng tải, cáp nâng cần, v.v...) và điều kiện vận hành của cần trục.

5 Chọn cáp

5.1 Loại và kết cấu cáp

Cáp được chọn phải đáp ứng TCVN 5757 (ISO 2408) và ISO 10425, tùy theo nơi sử dụng và/hoặc công dụng.

5.2 Hệ số thiết kế Z_p

Hệ số thiết kế nhỏ nhất phải xác định theo Bảng 1, 2 hoặc 3 khi có thể áp dụng, có xét đến chế độ làm việc của cơ cấu và công dụng của cáp hoặc tời và, đối với cáp tĩnh, là chế độ làm việc của cần trục.

CHÚ THÍCH: Hệ số thiết kế cho trong các bảng dựa trên kinh nghiệm lâu dài trong lĩnh vực này.

**Bảng 1 – Hệ số thiết kế nhỏ nhất đối với tất cả các cần trục
ngoại trừ cần trục tự hành**

Chế độ làm việc của cơ cấu theo TCVN 8490-1 (ISO 4301-1)	Nâng tải				Nâng/quay cần	
	Cuốn một lớp		Cuốn nhiều lớp		Cấp tiêu chuẩn	Cấp chống xoắn
	Cấp tiêu chuẩn	Cấp chống xoắn	Cấp tiêu chuẩn	Cấp chống xoắn		
M1	3,15	3,15	3,55	3,55	3,55	4,5
M2	3,35	3,35	3,55	3,55	3,55	4,5
M3	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	4,5
M4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5
M5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
M6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
M7	7,1	7,1	-	-	7,1	-
M8	9,0	9,0	-	-	9,0	-

Bảng 2 – Hệ số thiết kế nhỏ nhất đối với cần trục tự hành

Chế độ làm việc của cơ cấu theo TCVN 8490-1 (ISO 4301-1)	Cấp chạy						Vào ra cần ống lồng
	Nâng tải		Nâng cần				
			Làm việc		Lắp dựng		
	Cấp tiêu chuẩn	Cấp chống xoắn	Cấp tiêu chuẩn	Cấp chống xoắn	Cấp tiêu chuẩn	Cấp chống xoắn	
M1	3,55	4,5	3,35	4,5	3,05	4,5	3,15
M2	3,55	4,5	3,35	4,5	3,05	4,5	3,35
M3	3,55	4,5	3,35	4,5	3,05	4,5	3,35
M4	4,0	4,5	3,35	4,5	3,05	4,5	3,35
M5	4,5	4,5	3,35	4,5	-	-	-
M6	5,6	5,6	3,35	5,6	-	-	-

Bảng 3 – Cấp tính và cấp cho lắp dựng

Chế độ làm việc của cần trục	Tất cả các cần trục	
	Cấp tính	Cấp cho lắp dựng
A1	3,0	2,73
A2	3,0	2,73
A3	3,0	2,73
A4	3,5	2,73
A5	4,0	2,73
A6	4,5	-
A7	5,0	-
A8	5,0	-

5.3 Lực kéo đứt nhỏ nhất

Lực kéo đứt nhỏ nhất của cáp, F_{\min} , phải được tính theo công thức (1):

$$F_{\min} \geq S \times Z_p \quad (1)$$

Trong đó

S lực căng cáp lớn nhất, tính bằng kN;

Z_p hệ số thiết kế nhỏ nhất.

Đối với cáp nâng tải, lực căng dây lớn nhất có tính đến các yếu tố sau:

- tải trọng làm việc danh định của thiết bị;
- khối lượng của cụm puly và/hoặc các thiết bị mang tải khác;
- bội suất pa lăng;
- hiệu suất của tời (ví dụ hiệu suất ổ trục);
- sự tăng lực căng cáp do cáp bị nghiêng khi móc ở vị trí cận trên, nếu cáp bị nghiêng quá $22,5^\circ$ so với trục tang.

Đối với cáp tính, S là lực căng dây lớn nhất, tính bằng kN có tính cả tải trọng tĩnh và tải trọng động. Trong đó Z_p là hệ số thiết kế nhỏ nhất.

Giá trị của hệ số Z_p xem 5.2. Ngoài ra, trong trường hợp sử dụng cáp chống xoắn nâng tải và không tính đến khối lượng cụm puly cùng các bộ phận mang tải khác cũng như bỏ qua hiệu suất của tời thì hệ số thiết kế phải lấy ít nhất là 5.

Trường hợp thiết bị sử dụng gầu ngoạm, khi khối lượng tải không phải lúc nào cũng phân bố đều

giữa cáp đóng gầu và cáp nâng gầu trong suốt chu trình thì giá trị của S phải được xác định như sau:

a) Nếu cơ cấu nâng tự nó đảm bảo việc phân đều tải nâng giữa các cáp đóng gầu và cáp nâng gầu, và mọi sự khác biệt giữa tải trọng tác động lên các dây cáp được giới hạn trong khoảng thời gian ngắn tại cuối thời điểm đóng gầu hoặc đầu thời điểm mở gầu thì:

1) Đối với cáp đóng gầu, $S = 66\%$ tải trọng của gầu chất đầy tải chia cho số nhánh cáp đóng gầu;

2) Đối với các cáp nâng gầu, $S = 66\%$ tải trọng của gầu chất đầy tải chia cho số nhánh cáp nâng gầu.

b) Nếu cơ cấu nâng tự nó không thể đảm bảo việc phân đều tải nâng giữa các cáp đóng gầu và cáp nâng gầu trong chuyển động nâng, và trong thực tế, gần như toàn bộ tải trọng sẽ tác động lên cáp đóng gầu, do đó:

1) Đối với cáp đóng gầu, $S =$ tổng tải trọng của gầu chất đầy tải chia cho số nhánh cáp đóng gầu;

2) Đối với các cáp nâng gầu, $S = 66\%$ tải trọng của gầu chất đầy tải chia cho số nhánh cáp nâng gầu.

CHÚ THÍCH: Đối với nhiều loại cáp và kết cấu cáp, kể cả cáp độ bền khi có thể áp dụng, bằng các hệ số (kinh nghiệm) để tính lực kéo đứt nhỏ nhất cho trong TCVN 5757 (ISO 2408) và ISO 10425 có thể tính được giá trị lực kéo đứt nhỏ nhất theo đường kính danh nghĩa đã biết của cáp. Tuy nhiên phải lưu ý rằng các hệ số mà nhà sản xuất cáp sử dụng có thể lớn hơn so với giá trị cho ở các tiêu chuẩn trên sẽ làm tăng giá trị lực kéo đứt nhỏ nhất như quy định.

5.4 Đường kính

Trong quá trình chọn cáp nhằm thỏa mãn yêu cầu về lực kéo đứt nhỏ nhất như trong 5.3, do các nguyên nhân thực tế (ví dụ sự có sẵn, các kích thước ưu tiên), có thể phát sinh tình trạng lực kéo đứt nhỏ nhất vượt quá giá trị nhỏ nhất yêu cầu, dẫn đến làm tăng các hệ số thiết kế so với giá trị nhỏ nhất như tại 5.2. Trong trường hợp đó, đường kính danh nghĩa đã chọn của cáp phải được sử dụng khi tính đường kính tang và puly (xem 6.2).

CHÚ THÍCH: Đường kính danh nghĩa đối với từng kiểu cáp, kết cấu hoặc loại cáp đã cho, kể cả cáp độ bền khi có thể áp dụng, được thiết lập bởi nhà sản xuất cáp.

6 Tang và puly

6.1 Vật liệu puly

Nhà sản xuất phải lưu ý đến cách cuốn cáp khi chọn vật liệu puly hoặc lớp lót rãnh puly.

Cáp cuốn một lớp

Khi cuốn cáp một lớp lên tang, việc chọn vật liệu puly là rất quan trọng bởi sự hư hỏng của cáp thường vì mỗi do uốn – đặc biệt nếu góc lệch không quá lớn.

TCVN 11078:2015

Nếu tất cả các puly hoặc lớp lót rãnh puly được làm từ chất dẻo thì có khả năng các hư hỏng do uốn bên trong cáp tăng lên mà không nhận biết được khi làm việc, ngoại trừ khi thay đổi một cách thích đáng tiêu chí loại bỏ cáp hoặc/và tăng tần suất kiểm tra so với quy định trong TCVN 10837 (ISO 4309) và tuân thủ chặt chẽ các thay đổi này. Phải tránh cách bố trí này; xem các khuyến cáo trong B.3.1.

Nếu góc lệch lớn hơn so với khuyến cáo thì các hư hỏng nghiêm trọng nhất của tời cáp có thể ở dạng tăng mòn/xước và hư hỏng do mài mòn xuất hiện giữa các vòng cáp trên tang do chịu tải trọng ngang lớn hơn bình thường tại các vị trí cực hạn của hành trình.

Cáp cuốn nhiều lớp

Khi cuốn cáp nhiều lớp lên tang, có thể đoán trước rằng hư hỏng lớn nhất của cáp sẽ ở tại các phần ngay cạnh vùng cáp chéo trên tang chứ không ở các phần đơn thuần chạy qua puly. Trong trường hợp này, các puly bằng chất dẻo hoặc lót rãnh bằng chất dẻo, cũng như các puly thép, đều có thể sử dụng, với điều kiện là các tính chất khác, chẳng hạn áp lực hướng tâm giới hạn, không vượt quá (giá trị cho phép) của vật liệu được chọn.

6.2 Tính đường kính nhỏ nhất của tang và puly

Đường kính vòng tròn chia (đường kính danh nghĩa) của tang và puly đối với cáp "nâng" phải được tính theo công thức (2) hoặc (3).

CHÚ THÍCH: Mọi việc tăng đường kính danh nghĩa so với các giá trị tính được đều làm tăng độ bền uốn của cáp.

$$D_1 \geq h_1 \times t \times d \quad (2)$$

$$D_2 \geq h_2 \times t \times d \quad (3)$$

Trong đó

D_1 đường kính danh nghĩa nhỏ nhất của tang cuốn cáp;

D_2 đường kính danh nghĩa nhỏ nhất của puly;

d đường kính danh nghĩa của cáp đã chọn;

h_1 hệ số đường kính áp dụng cho tang (tỉ số giữa đường kính danh nghĩa của tang và đường kính danh nghĩa của cáp), lấy theo Bảng 4 và 5;

h_2 hệ số đường kính áp dụng cho puly (tỉ số giữa đường kính danh nghĩa của puly và đường kính danh nghĩa của cáp);

t hệ số ảnh hưởng của loại cáp theo Bảng 6.

**Bảng 4 – Hệ số đường kính h_1 , h_2 và h_3 – Cấp nâng tải và nâng/quay cần –
Cần trục và tời, ngoại trừ cần trục tự hành**

Nhóm chế độ làm việc của cơ cấu theo TCVN 8490-1 (ISO 4301-1)	Tang, h_1		Puly, h_2		Puly cân bằng, h_3	
	nhỏ nhất		nhỏ nhất		nhỏ nhất	nhỏ nhất nên dùng ^a
M1	11,2	12,5	12,5	14,0	11,2	12,5
M2	12,5	14,0	14,0	16,0	12,5	14,0
M3	14,0	16,0	16,0	18,0	14,0	16,0
M4	16,0	18,0	18,0	20,0	16,0	18,0
M5	18,0	20,0	20,0	22,4	18,0	20,0
M6	20,0	22,4	22,4	25,0	20,0	22,4
M7	22,4	25,0	25,0	28,0	22,4	25,0
M8	25,0	28,0	28,0		25,0	28,0

^a Các hệ số này được khuyến cáo đặc biệt để giảm áp lực hướng tâm giới hạn tại các vùng cấp vào/ra khi cuốn một lớp và mỗi do uốn thường là kiểu hư hỏng chính.

Bảng 5 – Hệ số đường kính h_1 , h_2 và h_3 – Cần trục tự hành

Công dụng của cấp và nhóm chế độ làm việc của cơ cấu theo TCVN 8490-1 (ISO 4301-1)		Tang, h_1			Puly, h_2			Puly cân bằng, h_3		
		Cấp tiêu chuẩn	Cấp chống xoắn		Cấp tiêu chuẩn	Cấp chống xoắn		Cấp tiêu chuẩn	Cấp chống xoắn	
			nhỏ nhất	nhỏ nhất		nhỏ nhất nên dùng ^a	nhỏ nhất		nhỏ nhất	nhỏ nhất nên dùng ^b
Nâng tải	M1 đến M6	16	18	20	18	18	20	14	18	20
Nâng/quay cần	M1 đến M6	14	16	20	16	16	20	12,5	16	20
Vào ra cần	M1 đến M4	-	-	-	14	-	-	10	-	-

^a Các hệ số này được khuyến cáo đặc biệt để giảm áp lực hướng tâm giới hạn và các ảnh hưởng do biến dạng cấp kèm theo tại vùng cấp chéo liên quan đến cấp cuốn nhiều lớp.

^b Các hệ số này được khuyến cáo đặc biệt để giảm áp lực hướng tâm giới hạn và tăng độ bền mỏi do uốn đối với các cơ cấu cấp cuốn một lớp.

^c Các hệ số này được khuyến cáo đặc biệt để giảm áp lực hướng tâm giới hạn tại các vùng cấp vào/ra khi cuốn một lớp và mỗi do uốn thường là kiểu hư hỏng chính.

Bảng 6 – Hệ số ảnh hưởng của loại cáp

Số tao cáp ở lớp ngoài cùng	Hệ số ảnh hưởng t
3	1,25
4 đến 5	1,15
6 đến 10	1,00
8 đến 10, tấm nhựa	0,95
10 và nhiều hơn, chống xoắn	1,00

7 Điều kiện đặc biệt

Đối với các điều kiện đặc biệt, chẳng hạn vận chuyển kim loại nóng chảy, môi trường quá bẩn hoặc/và ăn mòn cao thì:

- a) không được sử dụng chế độ làm việc thấp hơn M5, và
- b) giá trị Z_p phải tăng thêm 25 % nhưng tối đa là 9,0.

8 Bảo dưỡng, bảo trì và loại bỏ

Chọn cáp, tang và puly theo tiêu chuẩn này không đủ để đảm bảo cáp vận hành an toàn vô thời hạn.

Đối với tang và puly, phải tuân thủ các chỉ dẫn do nhà sản xuất cáp cung cấp về bảo dưỡng, bảo trì, kiểm tra và loại bỏ.

Đối với cáp phải áp dụng TCVN 10837 (ISO 4309).

Phụ lục A
(quy định)

Các loại cần trục và tời có thể áp dụng

Tiêu chuẩn này có thể áp dụng cho các loại cần trục và tời sau đây, phần lớn các cần trục này được quy định trong TCVN 8242-1 (ISO 4306-1):

- a) Cầu trục;
- b) Tời cáp;
- c) Cần trục chân đế hoặc bán chân đế;
- d) Cổng trục hoặc bán cổng trục;
- e) Cần trục cáp hoặc cần trục cáp dạng cổng (chỉ áp dụng cho cơ cấu nâng hạ tải và cơ cấu di chuyển xe con);
- f) Cần trục tự hành;
- g) Cần trục tháp;
- h) Cần trục đường sắt;
- i) Cần trục nổi;
- j) Cần trục tàu thủy;
- k) Cần trục cột buồm và cần trục cột buồm kiểu cáp chằng;
- l) Cần trục cột buồm kiểu chân cứng;
- m) Cần trục công xôn (cần trục công xôn trên cột, cần trục kiểu cần, cần trục lắp trên tường, cần trục hai bánh);
- n) Cần trục trên công trình biển.

Phụ lục B

(tham khảo)

Các yếu tố thiết kế liên quan đến cáp và chọn cáp khác

B.1 Quy định chung

Ngoài quy trình chọn cáp (Điều 5) và xác định đường kính nhỏ nhất của tang cuốn cáp và puly (Điều 6) cần xem xét các yếu tố thiết kế khác liên quan đến cáp đối với từng loại máy và công dụng cụ thể của cáp để chọn loại cáp, kết cấu cáp, loại lõi cáp, bề mặt các sợi con và chiều bện của cáp.

Thông tin và các khuyến cáo trong Phụ lục B trợ giúp người thiết kế khi xem xét các yếu tố trên.

B.2 Loại tang và chọn cáp

B.2.1 Loại tang

B.2.1.1 Quy định chung

Bề mặt tang có thể trơn nhẵn hoặc được cắt rãnh.

Để đạt tuổi thọ lớn nhất, tang chỉ nên cuốn một lớp cáp. Trường hợp không thể được do các hạn chế về kích thước, cần hai hoặc nhiều lớp hơn để cuốn được hết cáp.

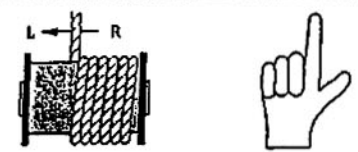
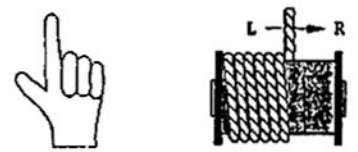
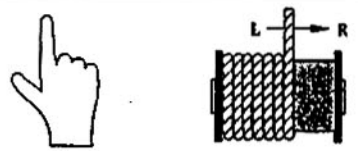

Tang cắt rãnh giúp cáp cuốn tốt hơn trên tang và cáp mòn ít hơn so với khi sử dụng tang trơn cuốn nhiều lớp cáp.

Khi cuốn nhiều lớp, sau khi lớp thứ nhất cuốn hết lên tang, cáp phải quay ngược lại so với chiều cuốn của lớp dưới để tiếp tục cuốn lên tang. Các vùng mà các vòng cáp lớp trên cắt chéo với các vòng lớp dưới được gọi là vùng cáp chéo và cáp trong các phần này dễ bị đập và mòn nhanh.

Khi cuốn nhiều lớp, thành tang phải cao hơn so với lớp cáp cuối cùng ít nhất bằng 0,5 lần đường kính danh nghĩa của cáp.

Chiều cuốn lên tang rất quan trọng, đặc biệt ở các tang trơn. Chiều cuốn này phụ thuộc vào chiều bện cáp (xem Hình B.1).

Khi sử dụng tang cắt rãnh cáp bện chiều nào cũng có thể chọn nhưng ưu tiên chiều bện giống như đối với tang trơn.

	<p>a) Cáp bên phải – cuộn từ dưới lên</p> <p>Cuốn từ phải qua trái đối với cáp bên phải</p>
	<p>b) Cáp bên trái – cuộn từ dưới lên</p> <p>Cuốn từ trái qua phải đối với cáp bên trái</p>
	<p>c) Cáp bên phải – cuộn từ trên xuống</p> <p>Cuốn từ trái qua phải đối với cáp bên phải</p>
	<p>a) Cáp bên trái – cuộn từ trên xuống</p> <p>Cuốn từ phải qua trái đối với cáp bên trái</p>
<p>Ngón cái chỉ phía cố định đầu cáp.</p>	

Hình B.1 – Phương pháp đúng để chọn điểm cố định đầu cáp trên tang

B.2.1.2 Tang tròn

Bất kỳ sự chùng cáp hoặc cuộn cáp không đều cũng gây nên mòn, dập hoặc xoắn cáp quá mức.

B.2.1.3 Tang cắt rãnh

Đối với tang cắt rãnh, lớp cáp dưới cùng sẽ được cuộn chính xác và các rãnh sẽ hỗ trợ cho cáp, làm giảm áp lực lên cáp.

Có hai dạng rãnh cáp:

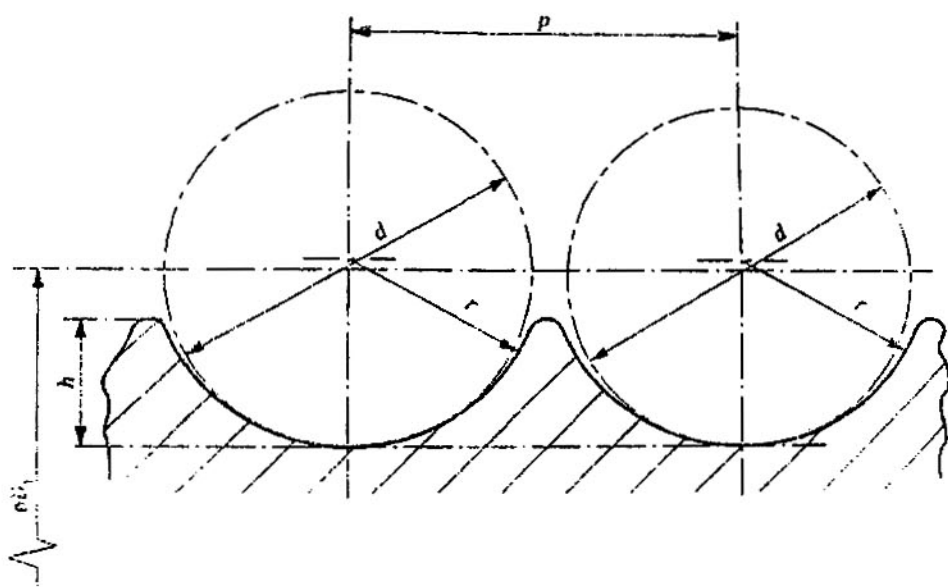
a) Rãnh xoắn, được gia công thành đường xoắn ốc liên tục trên tang, đảm bảo lớp cáp thứ nhất cuộn đạt yêu cầu (không được khuyến cáo cuộn nhiều hơn 3 lớp);

b) Rãnh song song, được gia công song song với thành tang.

Một phần trên bề mặt tang để nhả hoặc cắt rãnh xoắn ốc để tạo điều kiện chuyển tiếp cáp từ rãnh song song này sang rãnh kế tiếp. Dạng cắt rãnh này được sử dụng khi cuộn nhiều lớp cáp để tránh hư hỏng cáp tại các vùng cáp chéo.

Mối quan hệ giữa đường kính cáp thực tế và đường kính tang, bước cắt rãnh và kiểu cắt rãnh là rất quan trọng.

Đáy rãnh nên có dạng tròn, và khuyến cáo nên chọn bán kính cong, r , của rãnh trong khoảng từ $0,525d$ đến $0,550d$, giá trị tối ưu là $0,5375d$ (xem Hình B.2).



CHÚ DẪN:

d đường kính danh nghĩa của cáp

h chiều sâu rãnh

p bước cắt rãnh

r bán kính cong rãnh

ϕD_1 đường kính danh nghĩa của tang cuốn cáp

Hình B.2 – Kết cấu rãnh trên tang

B.2.2 Bộ phận trợ giúp xếp cáp

Các chêm cáp hoặc các vòng cáp dẫn có thể được sử dụng để hướng cáp dọc theo tang vào các vị trí đúng của chúng khi cuốn lên tang tại vị trí bắt đầu lớp cáp thứ hai.

Tương tự, các tấm bên cũng có thể được dùng để bảo đảm cáp cuốn đạt yêu cầu trên lớp thứ hai và các lớp tiếp theo.

B.2.3 Chọn cáp tùy theo loại tang

Khi yêu cầu cuốn nhiều lớp thì nên dùng cáp lõi thép. Cáp lõi thép ít bị méo hơn.

Cáp được sản xuất với các lớp ngoài được ép nhỏ hoặc cáp được ép nhỏ có khả năng chống đập và chống bóp méo tốt hơn.

Cáp tấm chất dẻo có thể được chọn để chống cáp bị bóp méo và hạn chế hơi nước từ môi trường thâm nhập vào.

B.3 Puly, con lăn đỡ và chọn cáp

B.3.1 Quy định chung

Puly được sử dụng khi có yêu cầu đổi hướng cáp trong cần trục hoặc tời. Puly phải quay tự do và được thiết kế đủ khả năng đỡ cáp, tránh ứng suất uốn, áp lực hướng tâm và quán tính quá lớn. Nếu không thể tránh được uốn đổi chiều thì cần khoảng cách ít nhất $20d$ (giữa các điểm uốn) hoặc khoảng thời gian ít nhất $0,25\text{ s}$ (giữa hai lần uốn) để cho phép cáp tự phục hồi từ trạng thái bị uốn theo chiều này sang trạng thái bị uốn theo chiều ngược lại.

Puly truyền thống được làm từ gang hoặc thép, nhưng các puly được làm từ chất dẻo hoặc lót/phủ chất dẻo ngày càng được sử dụng nhiều hơn. Sử dụng puly gang hoặc thép ở nơi làm việc với cường độ cao sẽ dễ làm cáp bị mòn bên ngoài giúp cho việc kiểm tra cáp dễ hơn. Trong nhiều trường hợp, puly làm từ chất dẻo hoặc lót/phủ chất dẻo làm tăng tuổi thọ cáp, nhưng cách thức hư hỏng cáp có thể thay đổi. Nếu không có các phương tiện thực tế để nhận biết cách thức hư hỏng của cáp, và đặc biệt khi cuốn một lớp, thì khuyến cáo ít nhất một puly bằng gang hoặc thép phải được đưa vào trong sơ đồ mắc cáp (thường là puly nằm gần tang nhất).

B.3.2 Biên dạng rãnh puly

Để đạt tuổi thọ tối ưu, biên dạng rãnh puly cần phải tương xứng với đường kính cáp.

Nếu rãnh puly quá nhỏ, cáp sẽ bị kẹt khi xiết xuống rãnh puly do ảnh hưởng của tải, do đó làm hư hỏng cả cáp và puly.

Nếu rãnh puly quá lớn, có khả năng cáp không được đỡ đầy đủ, do đó cáp sẽ bị bẹp và méo, làm cáp nhanh hỏng hơn.

Bán kính cong rãnh puly, r , nên nằm trong khoảng $0,525d$ đến $0,550d$, giá trị tối ưu là $0,5375d$, trong đó d là đường kính danh nghĩa của cáp.

Puly nên có rãnh được gia công nhẵn, không có các gờ nhỏ, với chiều sâu rãnh không nhỏ hơn 1,5 lần đường kính danh nghĩa của cáp. Đáy rãnh nên có biên dạng tròn. Góc mở ω giữa các thành bên của rãnh (xem Hình B.3) nên nằm trong khoảng 45° đến 60° . Góc mở nên lấy lớn hơn nếu góc lệch của cáp vượt quá giá trị trong B.4, tuy nhiên điều này không áp dụng cho cần trục tự hành, đặc biệt trong sơ đồ mắc cáp thông qua các cụm puly ống lồng.

B.3.3 Con lăn đỡ cáp

Con lăn đỡ cáp có thể được lắp trên những khoảng cách thích hợp khi cần đỡ cáp vắt qua những khoảng cách lớn nhằm tránh cáp tiếp xúc với các kết cấu máy. Con lăn nói chung không được dùng để đổi hướng cáp vì với đường kính tương đối nhỏ của chúng có thể gây ứng suất uốn và nén quá cao, cũng như có thể làm cáp bị xoắn.

TCVN 11078:2015

Sự giòn bề mặt của cáp có thể do việc cáp bị uốn vào puly và con lăn thép với tốc độ cao hoặc tốc độ thay đổi nhanh, đặc biệt ở những nơi có góc đổi hướng nhỏ. Nên xem xét sử dụng vật liệu phi kim loại hoặc lót bằng vật liệu phi kim loại cho các con lăn.

B.4 Góc lệch và chọn cáp

Hình B.4 a) thể hiện tang dài có góc xoắn của rãnh cáp α cùng với puly đổi hướng. Nếu cáp được cuốn về hai phía đầu tang, nó sẽ bị lệch so với rãnh puly các góc lệch β_{left} và β_{right} . Đối với rãnh trên tang, các góc lệch này sẽ lần lượt là $(\beta_{left} + \alpha)$ và $(\beta_{right} - \alpha)$.

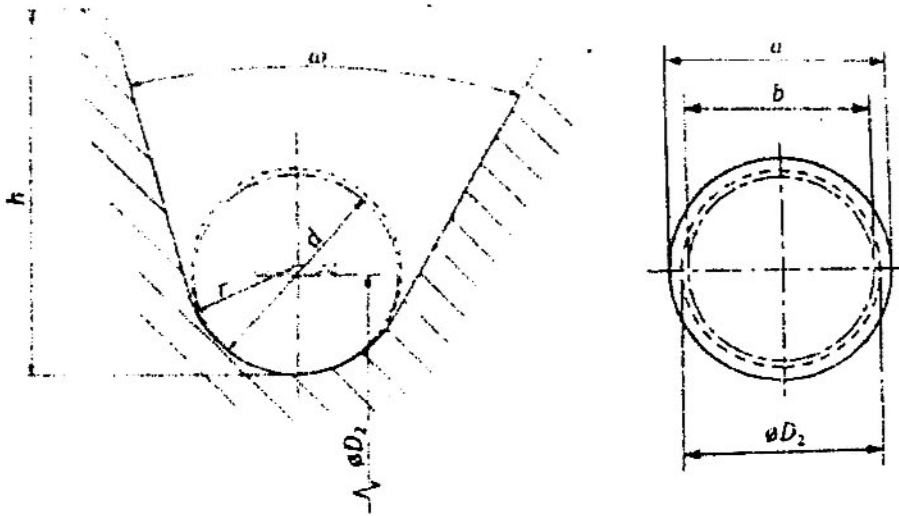
Cáp khi cuốn vào hoặc nhả ra khỏi tang hoặc đi qua puly với góc lệch sẽ bị xoắn khi lăn dọc thành xuống đáy rãnh cáp trên tang hoặc puly (Hình B.5). Việc này sẽ làm thay đổi bước xoắn của các tao cáp, ảnh hưởng đến chất lượng của cáp và cuốn cáp. Trong trường hợp xấu nhất có thể dẫn đến hư hỏng kết cấu cáp như kiểu "lồng chim". Do vậy, góc lệch cần được giữ ở mức nhỏ nhất.

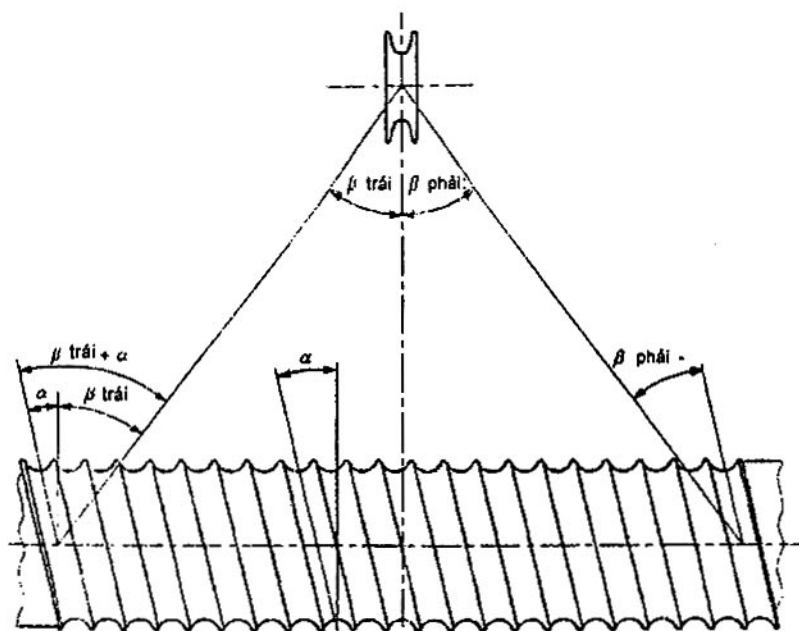
Góc lệch trong tời cáp không nên vượt quá 2° đối với cáp chống xoắn và 4° đối với cáp tiêu chuẩn. Góc lệch này có thể giảm đi, chẳng hạn bằng cách:

- a) Giảm chiều dài phần cuốn cáp trên tang (xem Hình B.4), hoặc
- b) Tăng khoảng cách giữa puly và tang.

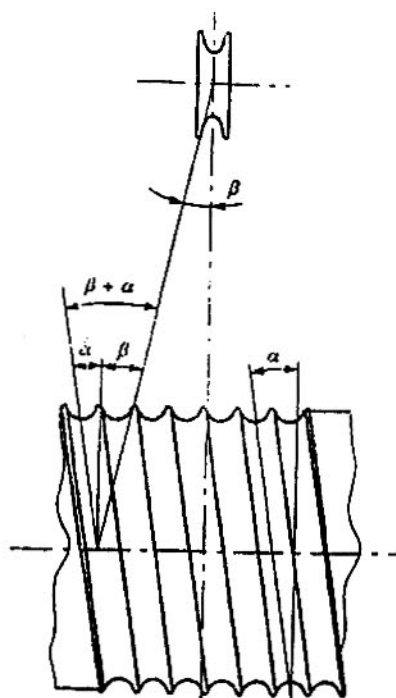
Khi cáp cuốn nhiều lớp trên tang, góc lệch tại các thành tang phải lớn hơn $0,5^\circ$ để tránh cáp bị chồng lên nhau.

CHÚ THÍCH: Hình vẽ thể hiện sự đỡ của rãnh cáp đối với cáp cho các kích thước khác nhau của puly và cáp. Đó không phải là đề xuất rằng puly nên được thiết kế với góc độ khác nhau giữa các thành bên.

**CHÚ DẪN:** a đường kính ngoài của puly b đường kính đáy rãnh puly h chiều sâu rãnh ω góc mở d đường kính danh nghĩa của cáp r bán kính cong rãnh puly ϕD_2 đường kính danh nghĩa của puly cáp**Hình B.3 – Rãnh puly**

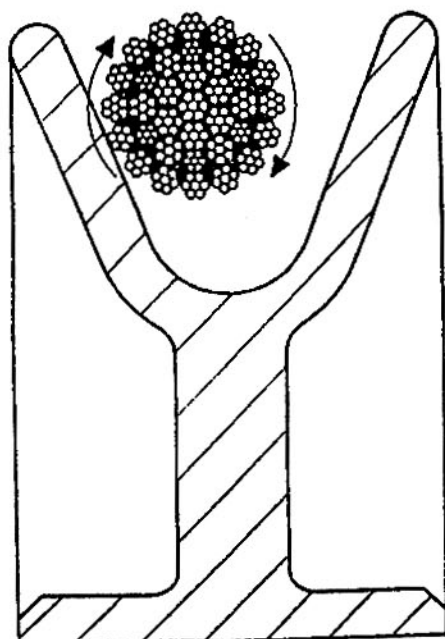


a) Góc lệch và góc xoắn rãnh cáp



b) Giảm góc lệch bằng cách tăng đường kính và giảm chiều rộng tang

Hình B.4 – Góc lệch



Hình B.5 – Sự xoắn cáp do góc lệch gây ra

B.5 Tốc độ, gia tốc cáp và chọn cáp

Sự thay đổi nhanh tốc độ và gia tốc cáp có thể ảnh hưởng đến hoạt động của cáp, làm cho chiều dài/góc tiếp xúc của cáp với puly nhỏ hơn và làm tăng quán tính của puly. Trong một số trường hợp có thể phải chọn cáp có kết cấu với đặc tính mỗi uôn thấp hơn để tăng khả năng chống mài mòn.

B.6 Xoắn cáp và sử dụng khớp xoay

B.6.1 Quy định chung

Xoắn là yếu tố có thể tác động lên sự vận hành hiệu quả của cáp và trong phạm vi nào đó có thể gây hư hỏng sớm trước thời hạn cho cáp. Mọi cáp đều có khả năng bị xoắn một góc nào đó khi làm việc, và khi nâng tải không được dẫn hướng chỉ bằng một dây thì cáp chống xoắn nên được xem xét sử dụng.

B.6.2 Khớp xoay

Để hạn chế nguy hiểm do tải bị xoay khi nâng hạ và để đảm bảo an toàn cho người ở khu vực nâng hạ, nên ưu tiên chọn cáp chống xoắn, loại cáp chỉ xoay một góc rất nhỏ khi chịu tải [xem a) dưới đây]. Đối với loại cáp này, các khớp xoay được dùng để giảm xoắn cáp gây nên bởi sự lệch góc trên tang hoặc puly.

Các loại cáp chống xoắn với khả năng chống xoắn ít hơn [xem b) dưới đây] có thể cần sự trợ giúp của các khớp xoay để giảm thiểu nguy hiểm. Tuy nhiên, đối với trường hợp này cần phải thừa nhận rằng

TCVN 11078:2015

cáp xoắn quá mức có thể tác động có hại lên hoạt động của cáp và làm giảm lực kéo đứt cáp, mức độ có hại này sẽ phụ thuộc vào khả năng chống xoắn của cáp chọn và độ lớn của tải nâng.

Mỗi thao tác nâng hạ phải được người có thẩm quyền đánh giá và phải tham khảo sách hướng dẫn sử dụng, sự chấp thuận sử dụng khớp xoay dựa trên cơ sở điều kiện nâng tải lớn nhất của cáp và sự kiểm tra cáp tại các khoảng thời gian đã định.

Dưới đây nêu tóm tắt các hướng dẫn chung khi sử dụng khớp xoay trên cơ sở khả năng chống xoắn của cáp:

- Khả năng chống xoắn nhỏ hơn hoặc bằng 1 vòng/1000*d* và nâng tải bằng 20% F_{min} : khớp xoay có thể sử dụng;
- Khả năng chống xoắn từ trên 1 đến 4 vòng/1000*d* và nâng tải bằng 20% F_{min} : khớp xoay có thể sử dụng tùy thuộc vào khuyến cáo của nhà sản xuất cáp và/hoặc sự chấp thuận của người có thẩm quyền;
- Khi khả năng chống xoắn lớn hơn 4 vòng/1000*d* và nâng tải bằng 20% F_{min} : khớp xoay không nên sử dụng.

Trong đó

d đường kính danh nghĩa của cáp;

F_{min} lực kéo đứt nhỏ nhất của cáp;

1 vòng = 360°.

B.7 Chiều cao nâng và cách luồn cáp

Việc chọn cáp cần nhận biết các tính chất chống xoắn của loại cáp. Nếu một đầu cáp có thể xoay tự do (cáp treo đơn) một số loại cáp không thể sử dụng.

Nếu hai đầu cáp đều được cố định (cáp tĩnh và cáp được sử dụng trong tời cáp) thì cần lưu ý đến mức độ xoắn. Mức độ xoắn có ảnh hưởng đến độ lệch góc của cụm pully trong tời cáp và vị trí thích hợp của cáp tương ứng với chiều cao nâng cần đạt được sao cho có thể tránh được sự lệch góc quá mức khi cuốn cáp.

Sự ổn định của hệ thống tời cáp sẽ giảm khi:

- khoảng cách giữa các nhánh cáp giảm;
- số nhánh cáp không chẵn;
- chiều cao nâng tải tăng;
- mức độ xoắn của loại cáp tăng.

Khả năng chống xoắn của loại cáp (góc xoay và mức độ xoắn) được lưu ý khi chọn cáp phải được cung cấp bởi nhà sản xuất cáp. Nếu cần thiết, phải liên hệ với nhà sản xuất cáp để được trợ giúp.

B.8 Nguyên nhân gây hư hỏng cáp

B.8.1 Quy định chung

Nguyên nhân chính gây hư hỏng cáp của cần trục và tời khi sử dụng gồm môi, ăn mòn, các hư hỏng cơ khí và ăn mòn, tùy theo môi trường làm việc.

Một hoặc nhiều nguyên nhân có thể xuất hiện hoặc vượt trội tùy thuộc vào chế độ làm việc. Cần thiết phải chọn cáp phù hợp cho từng chế độ làm việc cụ thể, và nhà sản xuất hoặc cung ứng cáp thường là nơi tốt nhất để tư vấn.

B.8.2 Môi do uốn

Hiện tượng môi trong cáp chạy thường do sự uốn lặp lại của cáp khi chịu kéo, tức là khi cáp cuốn vòng qua puly hoặc cuốn vào tang.

Các yếu tố chính ảnh hưởng lên tuổi thọ môi của cáp gồm cách cuốn cáp (một hay nhiều lớp), tải tác động lên cáp (lực căng), tỉ số đường kính tang hoặc puly và đường kính cáp, số lượng puly, hướng di chuyển và tần suất của chu trình làm việc. Các yếu tố khác, chẳng hạn hình dạng và trạng thái của rãnh puly, vật liệu rãnh puly, góc lệch cáp và tải trọng động, cũng ảnh hưởng đến tuổi thọ cáp.

Nhìn chung, khả năng làm việc của cáp sẽ tốt hơn khi lực căng giảm, với giả định các kích thước khác của cơ cấu không thay đổi. Khả năng tải của cáp cũng tăng rõ rệt khi tăng các hệ số đường kính h_1 và h_2 .

Các yêu cầu đối với kích thước của puly và tang, nói một cách đơn giản, có liên quan trực tiếp đến việc chọn đường kính danh nghĩa của cáp, nhưng mối quan hệ giữa đường kính puly hoặc tang và đường kính dây lớp ngoài của cáp sẽ ảnh hưởng nhiều nhất lên khả năng làm việc của cáp.

Tuổi thọ môi của cáp tạo tròn bên xuôi thường tốt hơn cáp bên chéo cùng kết cấu đối với cáp chạy qua các puly.

Trường hợp cuốn nhiều lớp, phải dự đoán trước rằng cáp sẽ bị hư hỏng nhanh hơn ở các vùng cáp chéo so với các phần cáp chỉ đơn thuần chạy qua puly trước khi cáp có khả năng đạt đến tuổi thọ mới tiềm năng. Khi đó khả năng tuổi thọ môi kéo dài có thể bị che khuất bởi yêu cầu cao hơn về khả năng chống đập, do đó trong nhiều trường hợp cần kết cấu cáp có số sợi bên ngoài hoặc số tao ít hơn.

B.8.3 Ăn mòn

Ăn mòn, thường kết hợp với môi, là nguyên nhân chính gây hư hỏng cáp khi làm việc. Ngoại trừ làm việc trong môi trường rất khô, luôn có hiện tượng ăn mòn đối với các sợi thép để trần, không được bảo vệ.

Trong một số khía cạnh, các yêu cầu chống mòn và môi là mâu thuẫn nhau. Đối với ăn mòn, sử dụng ít sợi nhưng sợi to ở lớp ngoài là một lợi thế, nhưng đối với môi lại ưu tiên sử dụng nhiều sợi thép nhỏ. Do đó, sự chọn kết cấu cáp luôn gần như là một thỏa hiệp. Để hạn chế ăn mòn, cáp cần được bảo vệ thường xuyên bởi lớp vỏ phù hợp trong suốt đời làm việc của chúng. Nếu có nguy cơ ăn mòn nghiêm trọng thì nên sử dụng cáp làm từ các sợi tráng kẽm.

B.8.4. Mài mòn

Sự mài mòn xuất hiện chủ yếu ở các sợi thép bên ngoài. Trong điều kiện dễ mài mòn, cáp với số sợi phía ngoài ít nhưng kích thước sợi lớn, ví dụ cáp Seale 6x19, sẽ có tuổi thọ cao hơn so với cáp lớp ngoài gồm nhiều sợi nhỏ, chẳng hạn cáp Warrington-Seale 6x36. Cáp với các tao ngoài được ép nhỏ có tuổi thọ cao hơn so với cáp thường.

B.8.5 Khả năng chịu mỏi và chịu mài mòn

Các yêu cầu về khả năng chịu mỏi và chịu mài mòn gần như đối lập nhau. Thông thường khi số sợi thép ở lớp ngoài tăng thì khả năng chịu mỏi tăng, trong khi khả năng chịu mài mòn giảm.

B.8.6 Sự đập

Nếu đập là yếu tố chính gây hư hỏng cáp khi cuốn nhiều lớp thì nên lưu ý chọn cáp được ép nhỏ hoặc cáp với các tao lớp ngoài được ép nhỏ.

Ngoài ra để chọn loại cáp thích hợp còn có hai lựa chọn cho người thiết kế nhằm giảm hạn chế mức độ đập: tăng hệ số đường kính, k_1 , và giảm lực căng dây, S .

B.9 Sự giãn dài và chọn cáp

Sự giãn dài của cáp do nhiều nguyên nhân:

- Sự sắp đặt lại các thành phần của cáp trong quá trình "chạy rà" (thường liên quan đến độ giãn dài vĩnh viễn do cấu tạo cáp và xuất hiện tương đối sớm trong tuổi thọ sử dụng của cáp);
- Biến dạng đàn hồi do lực căng cáp;
- Thay đổi nhiệt độ;
- Cáp xoay làm tăng chiều dài các tao (tháo xoắn).

Cáp lõi sợi sẽ có độ giãn dài lớn hơn so với cáp lõi thép. Nếu giá trị độ giãn dài cáp được yêu cầu khi chọn cáp thì cần được cho sẵn bởi nhà sản xuất cáp tùy phạm vi sử dụng cụ thể.

B.10 Nhiệt độ và chọn cáp

B.10.1 Cáp

Phải lưu ý nhiệt độ lớn nhất có thể đạt tới khi cáp làm việc. Đánh giá thấp nhiệt độ dự kiến có thể dẫn đến trạng thái nguy hiểm.

Cáp nhiều tao lõi sợi hoặc các tao lõi sợi có thể sử dụng với nhiệt độ cao nhất là 100°C.

Cáp nhiều tao lõi thép và cáp xoắn đơn (tức là cáp một tao bình thường và cáp một tao với các sợi lớp ngoài có tiết diện đặc biệt để khoá tao) có thể sử dụng đến nhiệt độ 200 °C mặc dù cần giảm tải trọng làm việc giới hạn, lượng giảm này phụ thuộc vào thời gian phơi nhiễm ở nhiệt độ cao và đường kính sợi. Khi nhiệt độ làm việc trong khoảng từ 100 °C đến 200 °C thì độ bền của cáp ước tính sẽ giảm 10 %.

Khi nhiệt độ lớn hơn 100 °C có thể cần đến các chất bôi trơn đặc biệt và sự giảm độ bền của cáp lớn hơn so với dự kiến trên đây cần được chú ý. Nên liên hệ với nhà sản xuất cáp trực hoặc nhà sản xuất cáp.

Độ bền của cáp thép không bị ảnh hưởng xấu khi nhiệt độ môi trường thấp hơn -40 °C và không cần giới hạn tải trọng làm việc; tuy nhiên, khả năng làm việc của cáp có thể suy giảm tùy theo sự hiệu quả của chất bôi trơn cáp khi ở nhiệt độ thấp.

Khi cáp được trang bị các đầu nối, xem B.10.2.

B.10.2 Đầu nối cáp

Để bổ sung cho các hướng dẫn tại B.10.1 đối với cáp, và nếu không có quy định khác của nhà sản xuất cáp trực hoặc nhà sản xuất cáp thì nhiệt độ làm việc không nên vượt quá các giá trị sau:

- Các khuyên cáp tạo bằng cách vòng ngược đầu cáp và cố định bằng ống nối nhôm: 150 °C;
- Các khuyên cáp tạo bằng cách bện kết hợp với cố định bằng ống nối thép: 200 °C;
- Ống kẹp đổ hợp kim chì: 80 °C;
- Ống kẹp đổ kẽm hoặc hợp kim kẽm: 120 °C;
- Ống kẹp đổ nhựa: theo các chỉ dẫn của người thiết kế hệ thống ống kẹp đổ nhựa.

B.11 Chọn đầu nối cáp

Có hai dạng đầu nối cáp cho phép liên kết cáp với các bộ phận cáp. Đó là:

- a) Tạo khuyên ở đầu cáp (cáp được bảo vệ bằng lót cáp);
- b) Sử dụng đầu nối gắn với cáp.

Khuyên được tạo bằng cách bện cáp thông thường, hoặc bện kết hợp với cố định bằng ống nối hoặc vòng ngược đầu cáp lại và cố định bằng ống nối.

Mỗi kiểu đầu nối cáp có hiệu quả và khả năng làm việc khác nhau. Khả năng sử dụng cũng bị ảnh hưởng bởi loại cáp chọn, do đó cần tham khảo các tiêu chuẩn trong Thư mục tài liệu tham khảo.

B.12 Bôi trơn tại nơi sản xuất

Cáp thường được bôi trơn, ít nhất là trong quá trình bện (ví dụ khi sản xuất các tao cáp).

Bôi trơn tại thời điểm đóng gói sản phẩm được yêu cầu khi sử dụng và cho các chế độ làm việc với điều kiện sử dụng và/hoặc môi trường khắc nghiệt. Môi trường nhiệt độ quá cao có thể yêu cầu sử dụng chất bôi trơn đặc biệt. Nên có sự thảo luận với nhà sản xuất cáp ngay từ giai đoạn lên phương án chọn cáp.

Nếu môi trường yêu cầu cáp không bôi trơn thì nên thảo luận với nhà sản xuất cáp ngay từ giai đoạn lên phương án chọn cáp. Có những yêu cầu đặc biệt dành cho việc kiểm tra thường xuyên cáp đối với trường hợp cáp không được bôi trơn.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO 3189-1, *Sockets for wire ropes for general purposes – Part 1: General characteristics and conditions of acceptance* (Ổng kẹp dùng cho cáp công dụng chung – Phần 1: Đặc tính chung và điều kiện chấp nhận).
- [2] ISO 3189-2, *Sockets for wire ropes for general purposes – Part 2: Special requirements for sockets produced by forging or machined from the solid* (Ổng kẹp dùng cho cáp công dụng chung – Phần 2: Yêu cầu đặc biệt đối với ống kẹp chế tạo bằng phương pháp rèn hoặc gia công từ phối đặc).
- [3] ISO 3189-3, *Sockets for wire ropes for general purposes – Part 3: Special requirements for sockets produced by casting* (Ổng kẹp dùng cho cáp công dụng chung – Phần 3: Yêu cầu đặc biệt đối với ống kẹp chế tạo bằng phương pháp đúc).
- [4] TCVN 8490-2 (ISO 4301-2), *Cần trục – Phân loại theo chế độ làm việc – Phần 2: Cần trục tự hành*.
- [5] ISO 8793, *Steel wire ropes – Ferrule-secured eye terminations* (Đầu nối dạng khuyên cố định bằng ống nối).
- [6] ISO 8794, *Steel wire ropes – Splices eye terminations for slings* (Đầu nối bằng cách bện dùng cho các dây treo).
- [7] ISO 17558, *Steel wire ropes – Socketing procedures – Molten metal and resin socketing* (Cáp thép – Quy trình tạo ống kẹp – Tạo ống kẹp bằng kim loại nóng chảy và bằng nhựa).
-