

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 8855-1 : 2011

ISO 4308-1 : 2003

CẦN TRỤC VÀ THIẾT BỊ NÂNG – CHỌN CÁP – PHẦN 1: YÊU CẦU CHUNG

Cranes and lifting appliances – Selection of wire ropes – Part 1: General

Lời nói đầu

TCVN 8855-1:2011 hoàn toàn tương đương với ISO 4308-1:2003.

TCVN 8855-1:2011 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 8855 (ISO 4308), *Cần trục và thiết bị nâng – Chọn cáp* gồm các phần sau:

- TCVN 8855-1:2011 (ISO 4308-1:2003), Phần 1: Yêu cầu chung.
- TCVN 8855-2:2011 (ISO 4308-2:1988), Phần 2: Cần trục tự hành – Hệ số an toàn.

CẦN TRỤC VÀ THIẾT BỊ NÂNG – CHỌN CÁP – PHẦN 1: YÊU CẦU CHUNG

Cranes and lifting appliances – Selection of wire ropes – Part 1: General

1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định hai phương pháp chọn cáp dùng cho thiết bị nâng được quy định trong TCVN 8242-1 (ISO 4306-1). Một phương pháp dựa trên giá trị của hệ số chọn cáp C còn phương pháp kia dựa trên giá trị của hệ số an toàn Z_p .

Tiêu chuẩn này quy định yêu cầu tối thiểu đối với giới hạn bền chấp nhận được và mức chất lượng của cáp đối với việc thiết kế, sử dụng và bảo dưỡng thiết bị nâng.

Tiêu chuẩn này quy định yêu cầu tối thiểu đối với đường kính tang cuốn cáp và puly kết hợp với cáp được chọn.

Danh mục (chưa đầy đủ) của loại thiết bị nâng thuộc phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này cho trong Phụ lục A.

Phụ lục B cung cấp một số ví dụ về chọn cáp.

Phụ lục C đưa ra các yếu tố bổ sung cần chú ý khi chọn cáp.

Phụ lục D quy định phương pháp chọn đường kính puly cân bằng sử dụng trong cơ cấu nâng hạ tải.

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 5757:2009 (ISO 2408:2004), *Cáp thép sử dụng cho mục đích chung – Yêu cầu tối thiểu*

TCVN 8242-1:2009 (ISO 4306-1:1990), *Cần trục – Từ vừng – Phần 1: Yêu cầu chung*.

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

ISO 4309, *Cranes – Wire ropes – Care, maintenance (including installation), inspection (Cần trục – Cáp – Bảo trì, bảo dưỡng (gồm cả lắp đặt), kiểm tra)*.

3. Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau đây:

3.1. Cáp bện song song (parallel-closed rope)

Cáp bện cấu tạo từ ít nhất hai lớp tào, xoắn cùng chiều và cùng bước bện quanh một tào khác hoặc quanh lõi sợi.

3.2. Cáp chống xoắn (rotation-resistance rope/multi-strand rope/no-rotating rope)

Cáp bện từ các tào, được thiết kế để giảm đến mức tối thiểu khả năng xoắn hoặc xoay của cáp khi chịu tải.

CHÚ THÍCH 1: Cáp chống xoắn chủ yếu được cấu tạo từ hai hoặc nhiều lớp tào xoắn quanh tâm, chiều bện của lớp ngoài cùng ngược với chiều bện của lớp tào bên trong.

CHÚ THÍCH 2: Cáp có ba hoặc bốn tào cũng được thiết kế để chống xoắn.

3.3. Cáp một lớp (single-layer rope)

Cáp bện gồm một lớp tào xoắn quanh lõi.

3.4. Cáp bện (stranded rope)

Cấu tạo từ các tào cáp, xoắn thành một hoặc nhiều lớp quanh lõi (cáp một lớp) hoặc quanh tâm (cáp chống xoắn hoặc cáp bện song song).

CHÚ THÍCH: Cáp một lớp gồm ba hoặc bốn tào có thể có hoặc không có lõi.

4. Loại cáp

Khi có thể, cáp được chọn phải phù hợp TCVN 5757 (ISO 2408).

Được phép chọn cáp không được quy định trong TCVN 5757 (ISO 2408), nhưng trong trường hợp này nhà cung cấp cáp phải trình cho người sử dụng chứng chỉ, được xác nhận bằng hồ sơ kỹ thuật của nhà sản xuất cáp, trong đó chỉ rõ cáp có giới hạn bền chấp nhận được và mức chất lượng phù hợp khi thiết kế cơ cấu, sử dụng và bảo dưỡng thiết bị nâng.

5. Chế độ làm việc

Các cơ cấu của thiết bị nâng phải được phân nhóm chế độ làm việc phù hợp với TCVN 8490-1 (ISO 4301-1).

6. Quy trình chọn cáp

6.1. Tính giá trị hệ số C

Giá trị của hệ số chọn cáp C là hàm số của hệ số an toàn Z_p và được tính theo công thức (1):

$$C = \sqrt{\frac{Z_p}{K' \times R_0}} \quad (1)$$

Trong đó:

C – Hệ số chọn cáp (nhỏ nhất);

K' – Hệ số kinh nghiệm đối với lực kéo đứt nhỏ nhất ứng với kết cấu cáp đã cho (xem Bảng 3 trong TCVN 5757:2009 (ISO 2408:2004) hoặc do nhà cung cấp cáp quy định);

R_0 – Giới hạn bền kéo nhỏ nhất của sợi dùng bện cáp, tính bằng Mega pascal;

Z_p – Hệ số an toàn thực tế nhỏ nhất.

6.2. Giá trị hệ số Z_p

Bảng 1 cho các giá trị của Z_p phải sử dụng cho mỗi nhóm chế độ làm việc của cơ cấu để đáp ứng các yêu cầu tối thiểu của tiêu chuẩn này. Bảng này cũng cho giá trị tính toán của hệ số C tương ứng với cáp loại (6 x 36 WS – IWRC) với $R_0 = 1770$ MPa và hệ số kinh nghiệm $K' = 0,356$.

Bảng 1 – Giá trị Z_p và C (với $R_0 = 1770$ MPa và $K' = 0,356$)

Nhóm chế độ làm việc của cơ cấu	Giá trị Z_p	Giá trị C
M1	3,15	0,071
M2	3,35	0,073
M3	3,55	0,075
M4	4,0	0,080
M5	4,5	0,085
M6	5,6	0,094
M7	7,1	0,106
M8	9,0	0,120

CHÚ THÍCH: Công thức (1) thể hiện chính xác quan hệ giữa C và Z_p , còn các giá trị trong Bảng 1 đã được làm tròn tới ba chữ số sau dấu phẩy.

Đối với cáp có giới hạn bền kéo R_0 và hệ số kinh nghiệm K' khác các giá trị nêu trên, các giá trị khác nhau của hệ số C có thể tính theo công thức (1) và được thay thế vào công thức (2) trong 6.3.

6.3. Tính đường kính cáp nhỏ nhất

Đường kính cáp nhỏ nhất d_{min} , tính bằng milimét, được tính theo công thức (2):

$$d_{min} = C\sqrt{S} \quad (2)$$

Trong đó:

d_{min} – Đường kính tính toán nhỏ nhất của cáp, và là giá trị sử dụng trong quá trình chọn để tính đường kính tang và pully;

C – Hệ số chọn cáp;

S – Lực căng cáp lớn nhất, tính bằng Newton, có tính đến các yếu tố sau:

- Tải trọng làm việc định mức của thiết bị;
- Khối lượng của cụm pully và/hoặc các bộ phận kèm theo khác của thiết bị nâng;
- Bội suất pa lăng;
- Hiệu suất pa lăng;
- Sự tăng lực căng cáp do cáp bị nghiêng khi móc ở vị trí cận trên, nếu cáp bị nghiêng quá 22,5° so với trục tang.

Đường kính danh nghĩa d của cáp được chọn phải nằm giữa d_{min} và $1,25 \times d_{min}$.

6.4. Tính lực kéo đứt nhỏ nhất

Lực kéo đứt nhỏ nhất F_{min} , tính bằng Newton, đối với cáp cụ thể định sử dụng được tính theo công thức (3):

$$F_{min} = S \times Z_p \quad (3)$$

Trong đó:

S – Lực căng cáp lớn nhất, tính bằng Newton, xác định theo 6.3;

Z_p – Hệ số an toàn thực tế nhỏ nhất.

Ví dụ về chọn cáp cho trong Phụ lục B.

7. Đường kính tang cuốn cáp và puly

Đường kính danh nghĩa nhỏ nhất của tang cuốn cáp và puly phải được tính dựa trên đường kính cáp nhỏ nhất xác định theo 6.3 khi áp dụng các hệ số tương ứng h_1 và h_2 trong Bảng 2 tùy theo nhóm chế độ làm việc của cơ cấu và hệ số ảnh hưởng của loại cáp t trong Bảng 3, nếu có thể áp dụng, theo các công thức (4) và (5):

$$D_1 \geq h_1 \times t \times d_{min} \quad (4)$$

Hoặc

$$D_2 \geq h_2 \times t \times d_{min} \quad (5)$$

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_{min} – Đường kính nhỏ nhất của cáp, tính theo 6.3;

h_1 – Hệ số đường kính áp dụng cho tang cuốn cáp (tỉ số giữa đường kính danh nghĩa của tang và đường kính tính toán của cáp);

h_2 – Hệ số đường kính áp dụng cho puly (tỉ số giữa đường kính danh nghĩa của puly và đường kính tính toán của cáp);

t – Hệ số ảnh hưởng của loại cáp theo Bảng 3. Hệ số này tính đến ảnh hưởng của mỗi uốn đối với các loại cáp khác nhau.

Bảng 2 – Chọn hệ số đường kính h_1 và h_2

Nhóm chế độ làm việc của cơ cấu	Tang, h_1	Puly, h_2
M1	11,2	12,5
M2	12,5	14,0
M3	14,0	16,0
M4	16,0	18,0
M5	18,0	20,0
M6	20,0	22,4
M7	22,4	25,0
M8	25,0	28,0

Đối với cơ cấu nâng hạ tải, đường kính nhỏ nhất của puly cân bằng phải tính theo Phụ lục D.

Bảng 3 – Hệ số ảnh hưởng đối với các loại cáp, t

Số tao cáp ở lớp ngoài cùng	Hệ số t
3 đến 5	1,25
6 đến 10	1,00
8 đến 10 tấm nhựa	0,95
≥ 10 với cáp chống xoắn	1,00

8. Cáp tính

Cáp tĩnh được cố định cả hai đầu và không bị cuốn vào tang hoặc puly. Việc chọn chúng được tiến hành theo 6.4 với hệ số Z_p được quy định trong Bảng 4, trong đó lực căng cáp lớn nhất S phải được nhà sản xuất quy định các cơ cấu khi tính đến tất cả các tải trọng tĩnh.

Bảng 4 – Giá trị Z_p đối với cáp tĩnh

Nhóm chế độ làm việc của cơ cấu	Giá trị Z_p
M1	2,5
M2	2,5
M3	3,0
M4	3,5
M5	4,0
M6	4,5
M7	5,0
M8	5,0

9. Điều kiện làm việc nguy hiểm

Trong điều kiện làm việc nguy hiểm, ví dụ khi vận hành với kim loại nóng chảy, thì

- Chế độ làm việc không thấp hơn M5;
- Khi chọn cáp, giá trị Z_p phải tăng thêm 25% nhưng tối đa là 9,0 hoặc sử dụng hệ số C ứng với chế độ làm việc nặng hơn một cáp.

10. Bảo trì, bảo dưỡng, kiểm tra và loại bỏ cáp

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

Phải tuân thủ theo các chỉ dẫn về bảo trì, bảo dưỡng (gồm cả lắp đặt), kiểm tra và loại bỏ cáp cho trong ISO 4309.

Phụ lục A

(Quy định)

Các thiết bị nâng thuộc phạm vi áp dụng trong tiêu chuẩn này

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các loại cần trục và thiết bị nâng sau đây (danh mục chưa đầy đủ, trích từ TCVN 8242-1 (ISO 4306-1)):

- Cần trục;
- Pa lăng cáp;
- Cần trục chân đế hoặc bán chân đế;
- Cồng trục hoặc bán cồng trục;
- Cần trục cáp hoặc cần trục cáp dạng cồng (chỉ áp dụng cho cơ cấu nâng hạ tải và cơ cấu di chuyển xe con);
- Cần trục tự hành;
- Cần trục tháp;
- Cần trục đường sắt;
- Cần trục nổi;

j) Cản trực tàu thủy;

k) Cản trực cột buồm và cản trực cột buồm kiểu cáp chằng;

l) Cản trực cột buồm kiểu chân cứng;

m) Cản trực công xôn (cản trực công xôn trên cột, cản trực tay cần, cản trực lắp trên tường, cản trực hai bánh).

Cản trực có thể sử dụng với móc treo, gầu ngoạm, nam châm, thùng, xô hoặc ngăn xếp và có thể vận hành bằng tay, bằng điện hoặc thủy lực.

Phụ lục B

(Tham khảo)

Các ví dụ về chọn cáp

B.1 Ví dụ 1

Thiết bị nâng được dự kiến để vận hành với chế độ làm việc của cơ cấu là M4. Lực căng cáp lớn nhất quy định là 79 kN.

Loại cáp và cấp độ bền của cáp được chọn có hệ số $K' = 0,356$ và $R_0 = 1770$ MPa. Từ Bảng 1, tra được hệ số $C = 0,080$.

Sử dụng công thức (2), từ 6.3:

$$d_{min} = 0,080 \times (79000)^{1/2} = 22,486 \text{ mm}$$

Thực tế, đường kính nhỏ nhất của cáp chọn phải nằm trong khoảng từ 22,5 mm đến 28,1 mm.

Sử dụng công thức (3) từ 6.4:

$$\text{Lực kéo đứt nhỏ nhất } F_{min} = 79 \times 4 = 316 \text{ kN}$$

Thực tế, lực kéo đứt nhỏ nhất của cáp chọn phải không nhỏ hơn 316 kN.

B.2 Ví dụ 2

Các thông số yêu cầu tương tự ví dụ 1, nhưng nhà sản xuất thiết bị nâng muốn sử dụng cáp nhỏ hơn để giảm khối lượng thiết bị, và do đó đã sử dụng cáp có $K' = 0,497$ và $R_0 = 1960$ MPa.

Từ công thức (1) của 6.1:

$$C = [4 / (0,497 \times 1960)]^{1/2} = 0,0641$$

làm tròn về giá trị 0,065 (trong dãy Renard R40) và

$$d_{min} = 0,065 \times (79000)^{1/2} = 18,270 \text{ mm}$$

Thực tế, đường kính danh nghĩa của cáp chọn phải nằm trong khoảng từ 19 mm đến 22 mm.

Từ 6.4, sử dụng công thức (3) như trong ví dụ 1

Lực kéo đứt nhỏ nhất:

$$F_{min} = 79 \times 4 = 316 \text{ kN}$$

Phụ lục C

(Tham khảo)

Các yếu tố chọn cáp khác

C.1 Yêu cầu chung

Để bổ sung cho quy trình chọn cáp (Điều 6) và xác định đường kính tang cuốn cáp và puly (Điều 7), cần xem xét thêm các yếu tố khác khi chọn cáp độ bền, kết cấu và chủng loại cáp. Kết quả chọn cáp có thể ảnh hưởng đến việc thiết kế cơ cấu.

C.2 Loại tang và chọn cáp

C.2.1 Loại tang

C.2.1.1 Yêu cầu chung

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

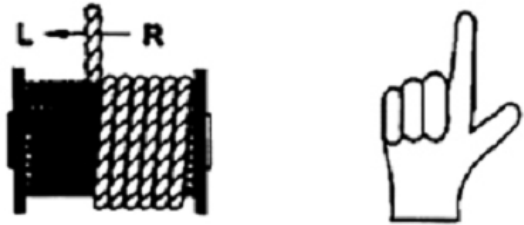
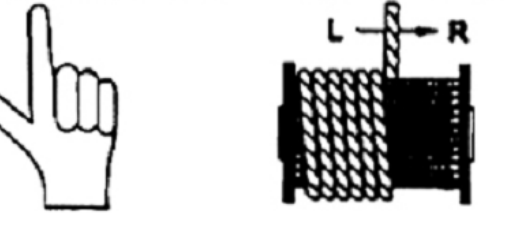
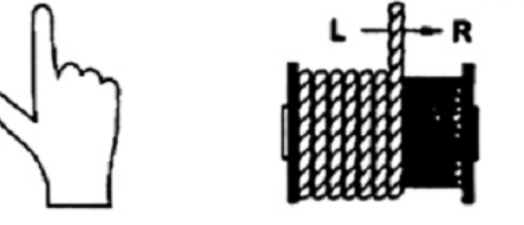
Để đạt tuổi thọ lớn nhất, tang chỉ nên cuốn một lớp cáp. Trường hợp không thể được, chẳng hạn do hạn chế về kích thước, cần hai hoặc nhiều lớp cáp hơn để cuốn được hết cáp.

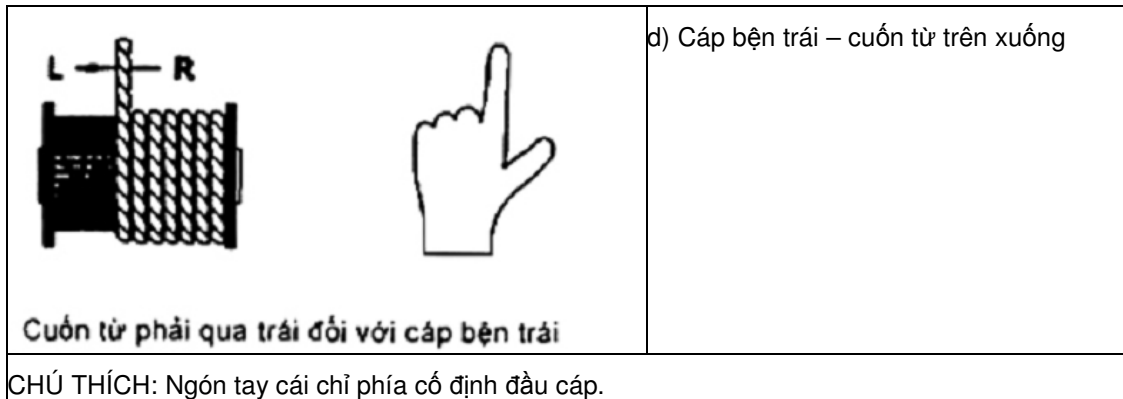
Tang cắt rãnh giúp cáp cuốn tốt hơn trên tang và giảm mòn cho cáp so với khi sử dụng tang trơn trong trường hợp cuốn nhiều lớp cáp.

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

Thành tang phải nhô cao hơn so với lớp cáp cuối cùng một khoảng ít nhất bằng 1,5 lần đường kính cáp.

Chiều cuốn của cáp lên tang rất quan trọng. Chiều cuốn này tùy thuộc vào chiều bên cáp (xem Hình C.1), áp dụng cho cả tang có bề mặt trơn nhẵn hoặc được cắt rãnh.

 <p>Cuốn từ phải qua trái đối với cáp bên phải</p>	a) Cáp bên phải – cuốn từ dưới lên
 <p>Cuốn từ trái qua phải đối với cáp bên trái</p>	b) Cáp bên trái – cuốn từ dưới lên
 <p>Cuốn từ trái qua phải đối với cáp bên phải</p>	c) Cáp bên phải – cuốn từ trên xuống



Hình C.1 – Phương pháp đúng để chọn điểm cố định đầu cáp

C.2.1.2 Tang trơn

Cuốn cáp lên tang nhẵn đòi hỏi phải được bảo trì tốt.

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

C.2.1.3 Tang cắt rãnh

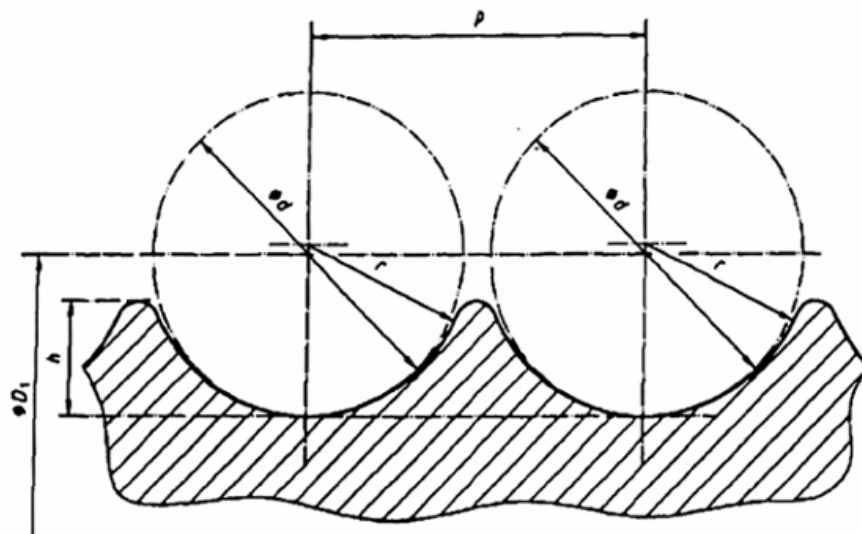
Đối với tang cắt rãnh, lớp cáp dưới cùng sẽ được cuốn chính xác và các rãnh sẽ hỗ trợ cho cáp, làm giảm áp lực lên cáp.

- Rãnh xoắn, được gia công thành đường xoắn ốc liên tục trên tang, đảm bảo lớp cáp thứ nhất cuốn đạt yêu cầu;
- Rãnh song song, được gia công song song với thành tang.

Một phần trên mặt tang nhẵn hoặc cắt rãnh xoắn ốc để tạo điều kiện chuyển tiếp của cáp từ rãnh song song này sang rãnh kế tiếp. Dạng cắt rãnh này được sử dụng khi cuốn nhiều lớp cáp để giảm hư hỏng cáp tại các điểm cắt chéo.

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

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



d – Đường kính danh nghĩa của cáp

h – Chiều sâu rãnh

p – Bước cắt rãnh

r – Bán kính cong rãnh

d_1 – Đường kính danh nghĩa của tang cuốn cáp

Hình C.2 – Thiết kế rãnh tang

C.2.2 Bộ phận trợ giúp xếp cáp

Khi sử dụng tang trơn hoặc tang cắt rãnh song song với phần cắt chéo nhẵn, 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 có thể được dùng để bảo đảm cáp cuốn đạt yêu cầu trên lớp thứ hai và các lớp tiếp theo.

Nếu việc sử dụng bộ phận trợ giúp xếp cáp cần cân nhắc thì nên tham khảo nhà sản xuất cáp và/hoặc nhà sản xuất tang.

C.2.3 Chọn cáp

Cáp lõi sợi chỉ nên sử dụng cho tang cuốn một lớp cáp. Khi yêu cầu cuốn nhiều lớp cáp thì nên dùng cáp lõi thép.

Cáp lõi thép ít bị méo hơn so với cáp lõi sợi khi sử dụng để cuốn nhiều lớp.

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

Cáp tấm chất dẻo có thể sử dụng để hạn chế cáp bị bóp méo và giảm hơi nước từ môi trường thâm nhập vào.

Đường kính cáp chọn nên tương ứng với kích thước của rãnh cắt trên tang, đặc biệt là bước cắt rãnh.

C.3 Puly, con lăn đỡ và chọn cáp

C.3.1 Yêu cầu chung

Puly được sử dụng khi có yêu cầu đổi hướng cáp trong máy hoặc hệ thống. Puly nên 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 sử dụng cho trường hợp uốn đổi chiều thì cần đủ thời gian (nhỏ nhất 0,25 s) để cho phép cáp phục hồi từ trạng thái uốn này đến khi bị uốn theo hướng ngược lại.

Puly và con lăn đỡ có thể bị hư hỏng bề mặt rãnh cuốn nếu cáp được chọn gây quá tải so với chỉ tiêu thiết kế của vật liệu đã định.

Puly truyền thống được làm từ gang (thép), nhưng các puly được làm từ chất dẻo hoặc lót chất dẻo ngày càng được sử dụng nhiều hơn. Trong nhiều trường hợp, puly làm từ chất dẻo hoặc lót chất dẻo làm tăng tuổi thọ của cáp, nhưng kiểu hư hỏng cáp có thể thay đổi. Nếu không có các phương tiện thực tế để nhận biết cách thức hư hỏng của cáp thì ít nhất một puly làm bằng gang (thép) phải được đưa vào trong sơ đồ mắc cáp.

C.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 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 sai lệch hình dạng dưới tác dụng của tải, làm cáp nhanh hỏng hơn.

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

Pulley nên có rãnh được gia công nhẵn, không có các gờ nhô, 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 , tạo bởi các thành bên của rãnh (xem Hình C.3) nên nằm trong khoảng 30° đến 60° nhưng có thể lớn hơn nếu góc lệch của cáp vượt quá giá trị khuyến cáo trong C.4.

CHÚ THÍCH: Đối với cần trục tự hành, câu cuối của điều này có thể không áp dụng, đặc biệt khi cáp được luồn qua tổ hợp pulley ống lồng.

C.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 lớn nhằm tránh cáp tiếp xúc với các kết cấu máy. Con lăn không được thiết kế để đổi hướng dây vì với đường kính tương đối bé của chúng có thể gây ứng suất uốn và nén quá cao, cũng như có thể gây xoắn cáp.

Sự giòn hóa bề mặt của cáp có thể được hình thành do cáp bị uốn vào pulley hoặc con lăn 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.

Cáp với số tao lớp ngoài bằng tám hoặc nhiều hơn có thể cho tính năng cải thiện hơn so với cáp sáu tao.

C.3.4 Chọn cáp

Nếu chế độ làm việc của cơ cấu thấp hơn M4, kích thước của các sợi thép ngoài cùng ở các tao lớp ngoài không được nhỏ hơn 0,05 lần đường kính danh nghĩa của cáp. Kết cấu tao của cáp có đường kính nhỏ hơn 8 mm cần được chọn với chú ý đặc biệt, đảm bảo kích thước các sợi thép phù hợp với chế độ làm việc.

Nếu chế độ làm việc của cơ cấu tương đương hoặc cao hơn M4, loại cáp được chọn nói chung nên có các đặc tính mỗi uốn tối ưu.

Nếu không thể chọn loại cáp có tính năng mỗi uốn thỏa đáng, cần xem xét tăng hệ số đường kính pulley (h_2) lớn hơn các giá trị cho trong Bảng 2.

Xem thêm C.4

C.4 Góc lệch và chọn cáp

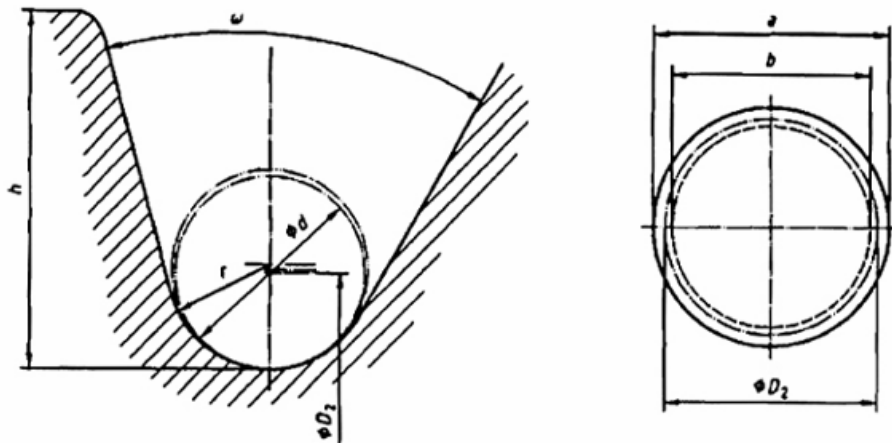
Hình C.4 a) thể hiện tang dài có góc xoắn của rãnh cáp α cùng với pulley đổi hướng. Nếu cáp được cuốn về phía hai đầu tang, nó sẽ bị lệch so với rãnh pulley các góc lệch β_{left} và β_{right} . Đối với rãnh trên tang, các góc lệch này sẽ lần lượt là $(\beta_{\text{left}} + \alpha)$ và $(\beta_{\text{right}}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

Cáp khi cuốn vào hoặc nhả ra khỏi tang hoặc khi đi qua pulley với góc lệch có thể bị xoắn khi lăn dọc thành xuống đáy rãnh cáp trên tang hoặc pulley (Hình C.5). Việc này sẽ làm thay đổi bước xoắn của các tao cáp, gây nên sự giảm độ bền mỏi của cáp và cáp cuốn bị xấu đi. Trong trường hợp xấu nhất có thể dẫn đến sự hư hỏng của kết cấu như kiểu "lông chim". Do vậy, góc lệch trong pa lăng cáp cần được giữ ở mức nhỏ nhất.

Góc lệch trong pa lăng cáp không nên vượt quá 4° đối với tất cả các loại cáp, không lớn hơn 2° đối với cáp chống xoắn. Góc lệch này có thể được giảm đi, chẳng hạn bằng cách:

- Giảm chiều dài của tang và/hoặc tăng đường kính tang (xem Hình C.5);
- Tăng khoảng cách giữa pulley và tang.

Khi cáp cuốn nhiều lớp lên tang, góc lệch tại thành tang phải lớn hơn 0,5° để tránh cáp bị chồng lên nhau.

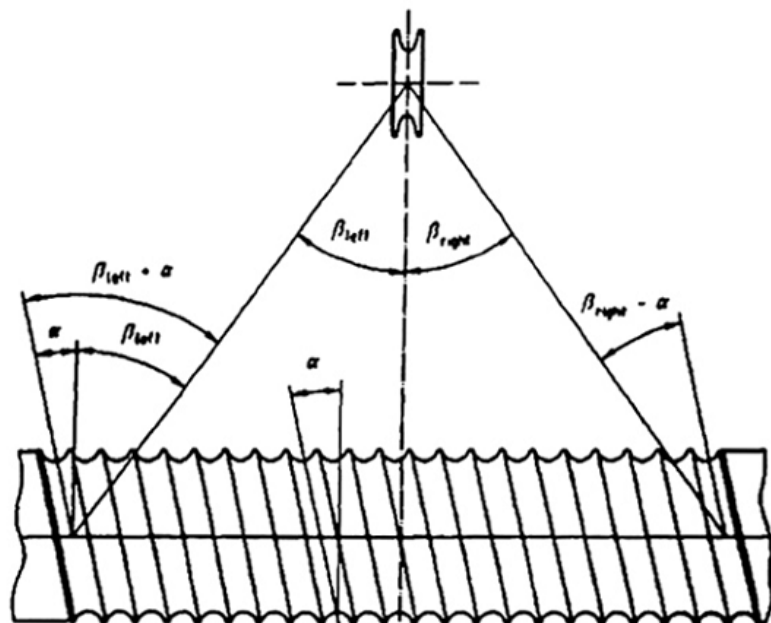


CHÚ DẪN

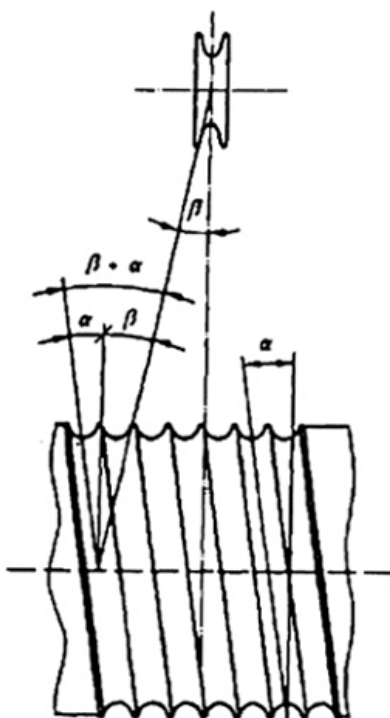
- a – Đường kính ngoài của puly
- b – Đường kính đáy rãnh puly
- h – Chiều sâu rãnh
- ω - Góc mở
- d – Đường kính danh nghĩa của cáp
- r – Bán kính cong rãnh puly
- D_2 – Đường kính danh nghĩa của puly cáp

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.

Hình C.3 – Rãnh puly

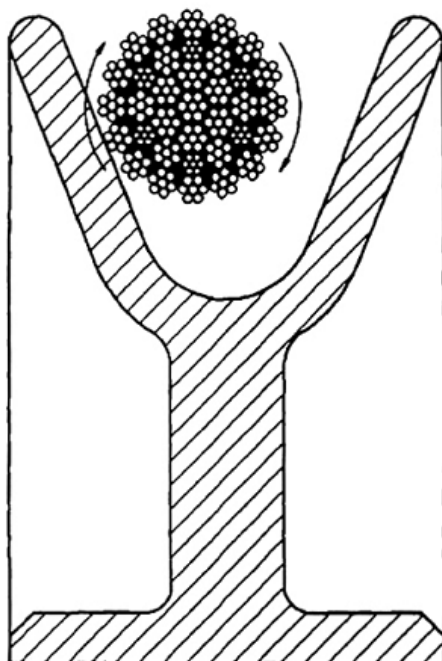


a) Góc lệch và góc xoắn rãnh cáp



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

Hình C.4 – Góc lệch



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

C.5 Tốc độ cáp

Việc tăng đường kính tang hoặc puly sẽ phải cân nhắc khi áp dụng đối với trường hợp tốc độ cáp vượt quá 4 m/s. Nếu việc tăng đường kính này kéo theo quán tính phụ (đối với các puly hợp kim sắt) thì nên xem xét sử dụng puly làm bằng vật liệu phi kim loại.

Nếu tốc độ cáp vượt quá 4 m/s, cần chú ý đặc biệt đến loại cáp. Cáp với tám hoặc nhiều tao hơn ở lớp ngoài có thể cho tính năng cải thiện hơn so với cáp có số tao ít hơn.

C.6 Xoắn cáp và sử dụng khớp xoay

C.6.1 Yêu cầu 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 vĩnh viễn 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.

C.6.2 Khớp xoay

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

Các loại cáp chống xoắn với khả năng chống xoắn ít hơn khi chịu tải [xem b) dưới đây] có thể cần sự trợ giúp của các khớp xoay để giảm tối thiểu nguy hiểm. Tuy nhiên, đối với trường hợp này cần phải thừa nhận rằng 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 cần được người có thẩm quyền đánh giá, và cần tham khảo sách hướng dẫn sử dụng cần trục, sự chấp thuận sử dụng khớp xoay dựa trên cơ sở điều kiện nâng tải lớn nhất và thử nghiệm cáp trong khoảng thời gian quy 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 bé 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 được 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:

1 vòng = 360°;

d – Đường kính danh nghĩa của cáp;

F_{min} – Lực kéo đứt nhỏ nhất của cáp.

C.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 và một số loại cáp chỉ được dùng ứng với chiều cao nâng nhất định.

Nếu hai đầu cáp đều được cố định (cáp tĩnh và cáp sử dụng trong pa lẳng cáp) thì cần lưu ý đến mức độ xoắn. Mức độ xoắn có ảnh hưởng đến độ lệch góc của cụm puly trong pa lẳng 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.

Độ ổn định của hệ thống pa lăng cáp:

- a) Giảm khi giảm khoảng cách giữa các nhánh cáp;
- b) Giảm khi số nhánh cáp không chẵn;
- c) Giảm khi tăng chiều cao nâng tải;
- d) Giảm khi tăng mức độ xoắn của loại cáp.

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

C.8 Nguyên nhân gây hư hỏng cáp

C.8.1 Yêu cầu chung

Nguyên nhân chính gây hư hỏng cáp khi sử dụng gồm môi, ăn mòn, mài mòn và các hư hỏng cơ khí.

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.

C.8.2 Môi

Hiện tượng môi của cáp thường do sự uốn lặp lại của cáp khi chịu kéo, tức là khi cáp cuốn vòng qua pully hoặc cuốn lên tang.

Các yếu tố chính ảnh hưởng lên hiện tượng môi gồm tải tác động lên cáp, tỷ số đường kính tang hoặc pully với đường kính cáp, khả năng uốn của cáp và số chu trình làm việc.

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

Tuổi thọ môi tương đối của cáp đối với cáp tào tròn bên xuôi có xu hướng tốt hơn cáp bên chéo cùng kết cấu. Tuy nhiên loại cáp một lớp và cáp bên xuôi song song chỉ nên chọn khi cả hai đầu cáp được cố định để chống xoay.

C.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 trơn, không được bảo vệ.

Trong một số khía cạnh, các yêu cầu chống ăn mòn và môi là mâu thuẫn nhau. Đối với ăn mòn, sử dụng các sợi thép to là một lợi thế, nhưng đối với môi lại ưu tiên các sợi thép kích thước nhỏ. Khi đó, sự chọn kết cấu luôn gần như một sự 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 thép tráng kẽm.

C.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 6 x 19, sẽ có tuổi thọ cao so với cáp có lớp ngoài gồm nhiều sợi nhỏ, chẳng hạn cáp Warrington-Seale 6 x 36. Cáp với các tào ở lớp ngoài được ép nhỏ có tuổi thọ cao hơn so với cáp thường.

C.8.5 Khả năng chịu môi và chịu mài mòn

Các yêu cầu về khả năng chịu mỏi và chịu mài mòn gần như đối ngược 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.

C.8.6 Sự dập

Nếu dập là yếu tố chính gây hư hỏng cáp thì nên sử dụng cáp bện song song lõi thép với các tao lớp ngoài được ép nhỏ.

C.9 Sự giãn dài và chọn cáp

Sự giãn dài của cáp xuất hiện do nhiều nguyên nhân:

- a) Do việc lắp đặt lại các thành phần của cáp (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);
- b) Biến dạng đàn hồi do lực căng cáp;
- c) Thay đổi nhiệt độ;
- d) Cáp xoay (tháo xoắn).

Cáp với lõi sợi sẽ có độ giãn dài lớn hơn nhiều 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.

C.10 Nhiệt độ và chọn cáp

Các cảnh báo và hướng dẫn an toàn sản phẩm của nhà sản xuất cáp cần phải được xem xét với các chú ý đặc biệt đối với các giới hạn về nhiệt độ.

C.11 Chọn đầu nối cáp

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

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

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

Đầu nối gắn trực tiếp với đầu cáp có thể là ống kẹp, ống côn, được dập hoặc ép chặt. Cáp tĩn không thể gắn với ống côn mà không kèm theo sự tăng đường kính cáp làm giảm hiệu quả của đầu nối, và trong sách hướng dẫn sử dụng cần trực sẽ phải có các điều hướng dẫn kiểm tra đầu nối và đối với những trường hợp đặc biệt, cần có hướng dẫn cho việc lắp đặt lại ống côn sau những khoảng thời gian nhất định.

Các dạng đầu nối cáp có khả năng sử dụng khác nhau và khả năng này sẽ ảnh hưởng đến loại cáp được chọn, do đó cần tham khảo danh mục các tiêu chuẩn trong Thư mục tài liệu tham khảo.

C.12 Bôi trơn tại nơi sản xuất

Nhà sản xuất thường bôi trơn cáp trong quá trình bện các tao và bện lõi cáp.

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

Chất bôi trơn được chọn áp dụng cho cáp khi làm việc thường khác với chất bôi trơn ban đầu do các phương pháp khác nhau được áp dụng trong quá trình sản xuất. Tuy nhiên, các chất bôi trơn này cần tương thích với nhau và do vậy nên tiếp nhận các lời khuyên từ nhà sản xuất 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.

Phụ lục D

(Quy định)

Cơ cấu nâng hạ tải – Đường kính puly cân bằng

Đường kính danh nghĩa của puly cân bằng phải được tính toán với đường kính cáp nhỏ nhất tính theo 6.3, sử dụng hệ số đường kính h_3 cho trong Bảng D.1 và hệ số tính đến loại cáp t cho trong Bảng 3, nếu có thể áp dụng được, tùy theo nhóm chế độ làm việc của cơ cấu, theo công thức (D.1):

$$D_3 \geq h_3 \times t \times d_{min} \quad (D.1)$$

Trong đó:

D_3 – Đường kính danh nghĩa nhỏ nhất của puly cân bằng;

h_3 – Hệ số đường kính chọn cho puly cân bằng (tỉ số giữa đường kính danh nghĩa của puly và đường kính tính toán của cáp, xem Bảng D.1);

t – Hệ số ảnh hưởng của kiểu cáp, quy định trong Bảng 3.

d_{min} – Đường kính nhỏ nhất của cáp, tính theo 6.3;

Bảng D.1 – Chọn hệ số đường kính h_3

Nhóm chế độ làm việc của cơ cấu	Hệ số cho puly cân bằng h_3
M1	11,2
M2	12,5
M3	12,5
M4	14,0
M5	14,0
M6	16,0
M7	16,0
M8	18,0

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 phôi 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] ISO 7595, *Socketing procedures for wire rope – Molten metal socketing* (Quy trình tạo đầu nối cáp bằng ống kẹp – Tạo đầu nối bằng kim loại nóng chảy).

[5] ISO/TR 7596, *Socketing procedures for wire rope – Resin socketing* (Quy trình tạo đầu nối cáp bằng ống kẹp – Tạo đầu nối bằng chất dẻo).

[6] ISO 8793, *Steel wire ropes – Ferrule-secured eye terminations* (Cáp thép – Khuyên nối cáp gia cường bằng ống nối).

[7] ISO 8794, *Steel wire rope – Spliced eye terminations for slings* (Cáp thép – Khuyên nối cáp bằng cách bện dùng cho dây treo).