

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA XÂY DỰNG
ĐẶNG ĐÌNH MINH

THI CÔNG
CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC
(GIA CÔNG VÀ LẮP ĐẶT CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2010

LỜI NÓI ĐẦU

Thi công lắp đặt cốt thép dự ứng lực được ứng dụng rất nhiều trong các công trình giao thông và công trình xây dựng công nghiệp. Hiện nay, ngoài các công trình nói trên, người ta còn ứng dụng cho các kết cấu sàn, khung các công trình xây dựng dân dụng... việc ứng dụng gần như phổ biến và rộng rãi...

Tập sách "Thi công cốt thép dự ứng lực" (Gia công lắp đặt cốt thép dự ứng lực) là một tài liệu cóp nhặt - được biên dịch và sắp xếp là nhằm phục vụ yêu cầu tìm hiểu của quý độc giả quan tâm về lĩnh vực này.

Tài liệu chỉ chú trọng về biện pháp thi công - Cách gia công lắp đặt cốt thép dự ứng lực.

Tài liệu này được biên soạn theo yêu cầu của Khoa Xây dựng trường Đại học Kiến trúc thành phố Hồ Chí Minh (thuộc Bộ Xây dựng). Tài liệu rất có ích cho các cá nhân đơn vị đang tìm hiểu hoặc đang thi công bê tông cốt thép dự ứng lực, đồng thời cũng là tài liệu tham khảo cho sinh viên và các giảng viên thi công của ngành xây dựng, ngành cầu đường, thủy lợi... và các cơ sở đang gia công chế tạo các cấu kiện bê tông cốt thép tiền chế.

Tác giả chỉ có công biên dịch, sắp xếp hiệu chỉnh lại các tài liệu của nước ngoài. Quá trình thực hiện chắc chắn không tránh khỏi các sai sót. Mong các độc giả góp ý phê bình để tái bản được tốt hơn (Nhà xuất bản Xây dựng - 37 Lê Đại Hành, Hà Nội).

Tác giả

PHẦN 1

VẬT LIỆU LÀM CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

So với bê tông cốt thép thông thường thì bê tông cốt thép dự ứng lực có diện tích mặt cắt cấu kiện nhỏ hơn, trọng lượng nhẹ, độ cứng lớn, khả năng kháng nứt cao, bền, ít tiêu hao vật tư. Tuy nhiên để thi công các kết cấu bê tông dự ứng lực, yêu cầu phải có các vật liệu đặc biệt (thép cường độ cao) và phải có các thiết bị chuyên dùng, các công cụ đặc biệt và một công nghệ riêng biệt có tính đặc thù... Do vậy giá thành của thành phẩm cũng cao hơn.

Đối với các kết cấu công trình có khẩu độ và gián cách (cột, tường...) lớn và tải trọng lớn,... thì việc ứng dụng kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực là điều tất yếu và phổ biến. Vì nó sẽ góp phần làm giảm tiêu hao vật tư đồng thời nâng cao tính năng kỹ thuật của kết cấu và làm tăng hiệu quả kinh tế. Hiện nay việc ứng dụng nó đã mang lại nhiều hiệu quả thiết thực về nhiều mặt.

Tuỳ theo mức độ yêu cầu chịu lực mà phân ra:

Bê tông dự ứng lực toàn phần và bê tông dự ứng lực bộ phận.

Bê tông dự ứng lực toàn phần là kết cấu bê tông mà tại các mép biên dưới tác dụng của tải trọng, tại những vị trí đó bê tông dự ứng lực không xảy ra ứng suất kéo. Bê tông dự ứng lực toàn phần ứng dụng cho các cấu kiện yêu cầu không xuất hiện vết nứt.

Bê tông dự ứng lực bộ phận là kết cấu bê tông dưới tác dụng của tải trọng cho phép xuất hiện ứng suất kéo hoặc vết nứt tại một số vị trí nhất định. Tính năng tổng hợp của bê tông dự ứng lực bộ phận tương đối tốt, chi phí thấp hơn nên được ứng dụng nhiều hơn.

Theo phương pháp gia công thực hiện, người ta có thể chia ra ba dạng sau:

Bê tông dự ứng lực tiên chế (đúc sẵn).

Bê tông dự ứng lực đổ tại chỗ.

Bê tông dự ứng lực theo lớp.

Theo phương pháp tạo ứng lực, người ta chia ra.

Bê tông dự ứng lực căng trước.

Bê tông dự ứng lực căng sau.

Bê tông dự ứng lực căng sau còn được chia ra làm hai loại.

Bê tông dự ứng lực căng sau có dính kết.

Bê tông dự ứng lực căng sau không có dính kết.

§1. CỐT THÉP DÙNG CHO BÊTÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

Cốt thép dùng cho bê tông (cốt thép) dự ứng lực cũng có nhiều loại:

Thép sợi.

Thép thanh.

Cáp thép.

Các sợi cốt phi kim loại.

Trong 4 loại trên, thép sợi và cáp thép được dùng nhiều hơn.

1. Thép sợi

Các loại sợi thép thường dùng là:

CFRP (Carbon fibre reinforced plastic)

GFRP (Glass fibre reinforced plastic).

Sau đây sẽ giới thiệu một số thép sợi dùng làm cốt thép dự ứng lực.

a) Sợi thép kéo nguội

Sợi thép kéo nguội là sợi thép sau khi được kéo nguội được đem dùng trực tiếp mà không cần qua xử lý. Đường kính cuộn thép cơ bản bằng đường kính quán thép của máy kéo sợi thép. Thép sản xuất có dạng xoắn tròn vì vậy không có độ giãn dài tốt. Loại thép này còn ứng suất dư (residual stress), giới hạn chảy thấp, độ giãn dài nhỏ. Loại thép sợi kéo nguội này thường chỉ dùng làm cốt thép cho các khối bê tông tà vẹt, bê tông ống nước áp lực, cột điện. Đường kính thép: $\phi 3 \sim \phi 12$.

b) Sợi thép xử lý ứng suất chùng thông thường

Sợi thép xử lý ứng suất chùng thông thường là sợi thép sau khi kéo nguội được nắn thẳng bằng các ống quay cao tốc và được ram (tempering) xử lý ở nhiệt độ từ 350° đến 400°C . Sau khi xử lý ram, thép được cuộn với đường kính tang cuộn $D > 1,5m$. Quá trình ram sẽ triệt tiêu ứng suất dư do quá trình nguội tạo ra. Các tính năng khác cũng được nâng cao như: giới hạn chảy, mô đun đàn hồi. Đồng thời dễ nắn thẳng hơn, dễ thi công hơn. Loại thép này hiện được sử dụng tương đối nhiều. Thường có đường kính: $\phi 3 \sim \phi 12$.

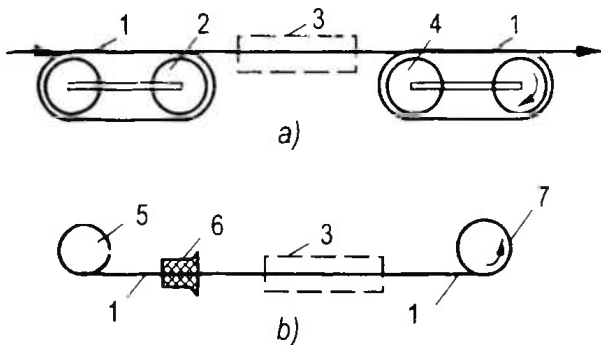
c) Sợi thép chùng (độ chùng thấp)

Người ta xử lý ứng suất cho thép ít chùng bằng cách sau khi kéo nguội ở trạng thái đang căng người ta sẽ tiến hành ram thép. Lực căng lúc ram xấp xỉ 30% ~ 50% cường độ kháng kéo của thép. Xử lý theo cách này sẽ làm tăng giới hạn đàn hồi giới hạn chảy của thép và tính chùng của thép giảm xuống rất nhiều, nhờ đó lượng thép sử dụng sẽ giảm và tính kháng nứt của cấu kiện được cải thiện nhiều... Tuy nhiên, giá thành của thành phẩm sẽ rất cao.

Hiện người ta dùng thép này cho các công trình dân dụng công nghiệp, chế tạo các dầm cầu dự ứng lực. Tuổi thọ của các cấu kiện tương đối cao. Đường kính sợi thép: $\phi 3 \sim \phi 12$.

d) Sợi thép có khắc đốt

Sợi thép có các vết lõm và các gờ lồi: tạo thành các đốt (các khắc lõm, các gờ thẳng, gờ nghiêng gờ ngang, các đốt cách quãng nhau...) loại sợi thép này dùng làm cốt thép cho các kết cấu dự ứng lực căng trước.



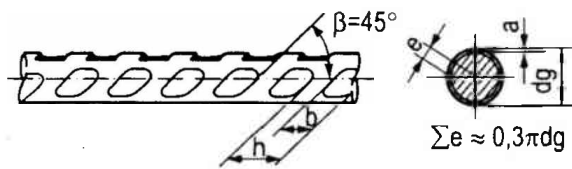
Hình 01: Xử lý ram thép a) Căng bằng bánh quay; b) Công bằng lực kéo

1. Sợi thép; 2. Nhóm bánh quay căng 1;
3. ram vừa (medium frequency tempering);
4. Nhóm bánh quay căng 2; 5. Giá lắp đặt sợi thép;
6. Khuôn kéo sợi; 7. ống quấn kéo sợi thép.

$$a = 0,12 \sim 0,15\text{mm}$$

$$b = 3,5 \sim 5,0\text{mm}$$

$$L = 5,5 \sim 8,0\text{mm}$$

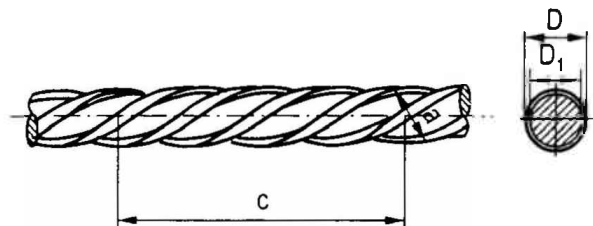


Hình 02: Hình dáng mặt ngoài của thép có khắc - đốt 3 mặt.

e) Các sợi thép có rãnh xoắn

Các sợi thép có rãnh xoắn có hình dáng giống như thân mũi khoan gỗ khoan sắt thông thường.

Thép tròn được kéo qua lỗ, khuôn tạo thành thép sợi tròn có rãnh xoắn. Các rãnh làm tăng khả năng bám dính giữa bê tông và cốt thép. Thép sợi rãnh xoắn thường dùng cho bê tông cốt thép dự ứng lực căng trước.



Hình 03: Cấu tạo sợi thép có rãnh xoắn

Trong hình 03, a là khoảng cách giữa 2 gân xoắn (chiều rộng rãnh xoắn). Nếu gọi d_n là đường kính của sợi thép rãnh xoắn ($D > d_n > D_1$) và $\frac{D - D_1}{2}$ là chiều sâu rãnh xoắn thì ta có:

Đường kính danh nghĩa:	d_n	5mm	7mm
	a	1,3 ~ 1,7mm	1,8 ~ 2,2mm
	$\frac{D - D_1}{2}$	0,25mm	0,36mm

Trong hình trên, c là bước rãnh xoắn.

Bảng 01. Kích thước - trọng lượng đơn vị và sai số cho phép của sợi thép tròn

Đường kính danh nghĩa d_n (mm)	Sai số cho phép đối với d_n (mm)	Diện tích mặt cắt S_n (mm ²)	Trọng lượng tham khảo (kg/m)
3,0	±0,04	7,07	0,058
4,0		12,57	0,099
5,0	± 0,05	19,63	0,154
6,0		28,27	0,222
7,0		38,48	0,302
8,0	± 0,06	50,26	0,394
9,0		63,62	0,499
10,0		78,54	0,616
12,0		113,1	0,888

Bảng 02. Tính năng cơ học của thép sợi kéo nguội

Đường kính danh nghĩa d_n (mm)	Cường độ kháng kéo σ_b (MPa)	Ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định $\sigma_{p0,2}$ (MPa)	Tổng giãn dài khi lực cực đại ($L_0 = 200\text{mm}$) $\delta(\%)$	Số lần uốn cong		Tỷ suất co của mặt cắt (%)	Số lần xoắn của mỗi bước xoắn 210 mm (n)	Ứng lực ban đầu tương đương 70% cường độ kháng kéo danh nghĩa thì tỷ suất chùng của ứng lực sau 1000 giờ (%)
				Lần/180°	Bán kính uốn R (mm)			
				★		★	★	★
3,00	1470	1100	1,5	4	7,5	—	—	8
4,00	1570	1180		4	10	35	8	
5,00	1670	1250		4	15		8	
6,00	1770	1330		5	15	30	7	8
7,00	1470	1100		5	20		6	
8,00	1570	1180		5	20		5	
	1670	1250						
	1770	1330						

Ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định có giá trị không dưới 75% cường độ kháng kéo danh nghĩa.

Ngoài cường độ kháng kéo, ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định... thép sợi dùng cho đường ống áp lực còn cần xem xét đến tỷ lệ co thắt mặt cắt sợi thép, số lần xoắn, tỷ suất chùng. Một số trường hợp khác người ta còn xét đến tỷ suất giãn dài sau khi cắt và số lần uốn cong.

Bảng 03. Tính năng cơ học của thép trơn có rãnh xoắn đã khử ứng lực

Đường kính danh nghĩa d_n (mm)	Cường độ kháng kéo σ_b (MPa) *	Ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định $\sigma_{p0,2}$ (MPa) *		Tổng giãn dài khi lực cực đại ($L_0 = 200\text{mm}$) σ (%) *	Số lần uốn cong		Tính năng chùng ứng lực					
		WLR	WNR		Lần/ 180° *	Bán kính cong R (mm)	Ứng lực ban đầu tương đương với số % cường độ kháng kéo danh nghĩa	Tỷ suất chùng sau 1000 giờ * %				
								WLR	WNR			
4,00	1470	1200	1250	3,5	3	10	Với mọi quy cách					
	1570	1380	1330				60	1,0	4,5			
	1670	1470	1410									
5,00	1770	1560	1500		4	15						
	1860	1640	1580									
6,00	1470	1290	1250		4	15	70	2,0	8			
	1570	1380	1330									
7,00	1670	1470	1410		4	20						
	1770	1560	1500									
8,00	1470	1290	1250		4	20	80	4,5	12			
9,00	1570	1380	1330		4	25						
10,00	1470	1290	1250		4	25						
12,00					4	30						

Ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định $\sigma_{p0,2}$ có giá trị không nhỏ hơn 88% cường độ kháng kéo danh nghĩa đối với thép sợi có độ chùng thấp WLR và không được nhỏ hơn 85% cường độ kháng kéo danh nghĩa đối với thép sợi có độ chùng thông thường (WNR).

Môđun đàn hồi $(2,05 \pm 0,1) \times 10^5$ MPa - nhưng đây không hẳn là điều kiện để giao nhận hàng.

Bảng 04. Tính năng cơ học của thép có khắc - đốt được khử ứng lực

Đường kính danh nghĩa d_n (mm)	Cường độ kháng kéo σ_b (MPa) *	Ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định $\sigma_{p0,2}$ (MPa) *		Tổng giãn dài khi lực cực đại ($L_0 = 200\text{mm}$) σ (%) *	Số lần uốn cong		Tính năng chùng ứng lực		
					Lần/ 180° *	Bán kính cong R (mm)	Ứng lực ban đầu tương đương với số % cường độ kháng kéo danh nghĩa	Tỷ suất chùng sau 1000 giờ % *	
		WLR	WNR					WLR	WNR
$\leq 5,0$	1570	1380	1330	3,5	3	15	Với mọi quy cách		
	1670	1470	1410				60	1,5	4,5
	1770	1560	1500						
	1860	1640	1580						
$> 5,0$	1470	1290	1250		3	20	70	2,5	8
	1570	1380	1330						
	1670	1470	1410						
	1770	1560	1500				80	4,5	12

WLR: Wire of low relaxation

WNR: Wire of normal relaxation

Giá trị ứng lực giãn dài phi tỷ lệ quy định σ_p 0,2 không được nhỏ hơn 80% cường độ kháng kéo danh nghĩa đối với thép sợi ít chùng WLR và không được nhỏ hơn 35% cường độ kháng kéo danh nghĩa đối với thép sợi có độ chùng thông thường WNR.

2. Cáp thép

Cáp thép là tập hợp nhiều sợi thép nguội được xoắn bện lại bằng máy giống như một dây cáp thép treo buộc (cáp thép dự ứng lực không có lõi), chúng được khử ứng suất bằng phương pháp ram (Tempering).

Dưới đây là mặt cắt cấu tạo của một số cáp dự ứng lực.

a) Cáp thép 7 sợi 1×7

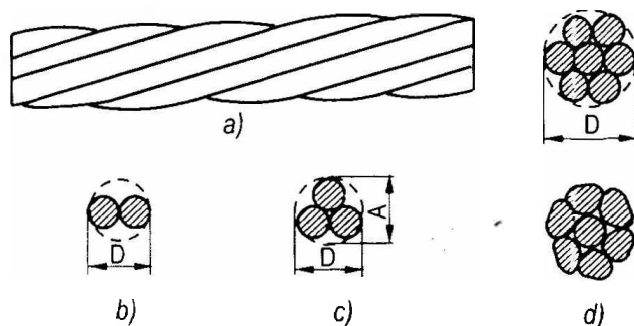
b) Cáp thép 2 sợi 1×2

c) Cáp thép 3 sợi 1×3

d) Cáp thép kéo qua lỗ khuôn

D) Đường kính danh nghĩa của cáp.

A) Kích thước đo đường kính của cáp



Hình 04. Cáp thép dự ứng lực

Khả năng chịu kéo của cáp rất lớn, cáp thép mềm dễ lắp đặt, dễ luôn dễ kéo. Cáp thép có nhiều loại: Bện 2 sợi, bện 3 sợi, bện 7 sợi.

Theo mức độ gia công và cấu tạo mà phân ra các loại:

Cáp bện từ các sợi thép trơn bình thường.

Cáp bện từ các sợi thép có gai - gờ - gân - khắc - đốt...

Cáp bện được kéo qua khuôn.

Cáp thép bện hai sợi có đường kính nhỏ. Sau đây ta sẽ tìm hiểu tính năng và thông số của một số cáp 3 sợi, 7 sợi.

Bảng 05. Kích thước và dung sai cáp 1×3

Loại cáp	Đường kính danh nghĩa		Kích thước A của cáp (m.m)	Sai số cho phép đối với A (m.m)	Diện tích mặt cắt cáp S_n tham khảo (m.m ²)	Trọng lượng đơn vị của cáp, tham khảo (kg/m)
	Đường kính cáp D (mm)	Đường kính sợi thép d (mm)				
1×3	8,6	4,00	7,46	+ 0,20 - 0,10	37,7	0,245
$1 \times 3I$ (sợi có khắc đốt)	8,7	4,04	7,54		38,5	0,302
	10,80	5,0	9,33		58,9	0,462
	12,90	6,0	11,20		84,8	0,665

Bảng 06. Kích thước và dung sai cáp 1 × 7

Loại cáp	Đường kính danh nghĩa D (m.m)	Sai số đường kính cho phép (m. m)	Diện tích mặt cắt của cáp tham khảo S_n (mm ²)	Trọng lượng đơn vị của cáp tham khảo (kg/m)	Gia tăng đường kính sợi lõi d_0 thêm (%) ✱
1 × 7	9,5	+ 0,30	54,8	0,430	2,5
	11,1	-0,15	74,2	0,582	
	12,7	+ 0,40 - 0,20	98,7	0,775	
	15,2		140	1,101	
	15,7		150	1,178	
	17,8		190	1,500	
1 × 7 (kéo qua lỗ khuôn)	12,7	+ 0,40 - 0,20	112	0,890	
	15,2		165	1,295	
	18,0		223	1,750	

Bảng 07. Tính năng cơ học của cáp thép 1 × 3

Loại cáp	Đ.kính danh nghĩa D cáp (m.m)	Cường độ danh nghĩa σ_b (MPa)	Lực cực đại của cả sợi cáp F_b (kN)	Lực giãn dài phi tỷ lệ quy định F_p 0,2 (kN)	Tổng giãn dài khi lực cực đại ($L_0 \geq 400m.m$) (%)	Tính năng chùng của ứng lực		
						Phụ tải ban đầu tương đương với số % của lực danh nghĩa cực đại (%)	Tỷ suất chùng sau 1000 giờ %	
			Không nhỏ hơn ✱					
1 × 3	8,60	1720	65,3	58,8	Với mọi quy cách			
		1860	70,6	63,5	3,5	60	1,0	
		1960	73,9	66,5				
	10,80	1720	102	91,8		70	2,5	
		1860	110	99,0				
		1960	115	104				
	12,90	1720	147	132		80	4,5	
		1860	150	143				
		1960	166	150				
	1 × 3I (Có khắc đốt)	8,70	1570	59,7				53,7
			1720	66,2				59,6
			1860	71,6				64,4

Lực giãn dài phi tỷ lệ quy định không được nhỏ hơn 90% lực cực đại danh nghĩa của cả cáp thép.

Bảng 08. Tính năng cơ học của cáp thép 1 × 7

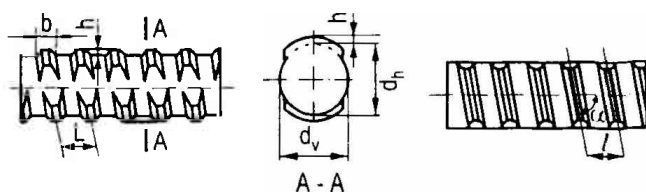
Loại cáp	Đ.kính danh nghĩa D cáp (m.m)	Cường độ danh nghĩa σ_b (MPa)	Lực cực đại của cả sợi cáp F_b (kN)	Lực giãn dài phi tỷ lệ quy định F_p 0,2 (kN)	Tổng giãn dài khi lực cực đại ($L_o \geq 500m.m$) (%)	Tính năng chùng của ứng lực				
						Phụ tải ban đầu tương đương với số % của lực danh nghĩa cực đại (%)	Tỷ suất chùng sau 1000 giờ %			
			Không nhỏ hơn ✱						Không lớn hơn	
1×7	12,70	1720	170	153	Với mọi quy cách					
		1860	184	166	3,5	60	1,0			
		1960	193	174						
	15,20	1720	241	217				70	2,5	
		1860	260	234						
		1960	274	247						
	15,70	1770	258	232		80	4,5			
		1860	279	251						
	17,80	1720	327	294				1860	353	318
		1860	353	318						
	1×7 (Kéo qua lỗ)	12,70	1860	208				187		
		15,20	1820	300		270				
		18,00	1720	384		346				

Lực giãn dài phi tỷ lệ $F_p 0,2$ không được nhỏ hơn 90% lực cực đại danh nghĩa của cả cáp thép.

Môđun đàn hồi cáp thép $(1,95 \pm 0,1) \cdot 10^5$ MPa. nhưng không dùng làm điều kiện khi giao nhận hàng.

3. Thép thanh tinh chế có ren

Thép thanh dùng làm thép dự ứng lực có ren thường là thép gai. Người ta dùng các thanh thép gai gân ngang để chế tạo các thanh thép chuyên dụng có ren dùng cho cốt thép dự ứng lực. Mặt cắt cấu tạo của nó được thể hiện như hình 05.



Hình 05: Thanh thép được tạo ren

Mục đích việc tạo các đường ren nhằm nâng cao tính bám dính giữa cốt thép và bê tông. Trong trường hợp cần tạo thêm lực neo ở hai đầu, thay vì phải hàn các rông đen người ta chỉ vắn hai ốc ở hai đầu là xong. Nếu cần gia tăng số vị trí neo ở giữa thì người ta sẽ cho các ống ốc vào giữa.

Bảng 09. Các thông số của một số thép dự ứng lực có ren

Đường kính danh nghĩa		18mm	25mm	28mm	32mm
Đường kính	d_h	$18 \pm 0,3$	$25 \pm 0,4$	$28 \pm 0,5$	$32 \pm 0,5$
	d_v	$18 + 0,2$ $- 0,6$	$25 + 0,4$ $- 0,8$	$28 + 0,4$ $- 0,8$	$32 + 0,4$ $- 0,8$
Chiều cao ren	h	$1,2 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,3$	$1,8 \pm 0,4$	$2,0 \pm 0,4$
Chiều rộng ren	b	$4 \pm 0,3$	$6,0 \pm 0,5$	$6,0 \pm 0,5$	$7,0 \pm 0,5$
Bước ren	t	$9 \pm 0,3$	$12,0 \pm 0,3$	$14,0 \pm 0,3$	$16,0 \pm 0,3$
Cong chân ren	r	1,0	1,6	1,8	2,0
Góc dẫn	α	$81^\circ 31'$	$81^\circ 31'$	$81^\circ 31'$	$81^\circ 31'$
Diện tích mặt cắt mm^2		254,5	490,9	615,8	804,2
Trọng lượng kg/m		2,11	4,05	5,12	6,66

Sai số trọng lượng là $\pm 4\%$.

Bảng 10. Tính năng cơ học của một số thép dự ứng lực có ren

Loại thép	Giới hạn chảy (MPa)	Cường độ kháng kéo (MPa)	Độ giãn dài δ_s (%)	Uốn nguội 90°	Giá trị chùng sau 10 giờ
	Không nhỏ hơn ✧				Không lớn hơn ✧
JL 785	785	980	7	$D = 7d$	$80\%/\sigma_{0,1}, 1,5\%$
JL 835	835	1035	7	$D = 7d$	
RL 540	540	835	10	$D = 5d$	

D: Đường kính của đường cong uốn.

d: đường kính danh nghĩa của thép.

Thép RL540 khi $d = 32\text{mm}$ thì $D = 6d$

Môđun đàn hồi ($1,95 \times 10^5 \sim 2,0 \times 10^5$) MPa.

§2. CÁC ĐẶC TÍNH CHỦ YẾU CỦA CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

1. Đường cong ứng suất

Đường cong ứng suất là đường cong biến dạng phụ thuộc theo ứng suất của cốt thép dự ứng lực (đường cong ứng suất: Stress - strain curve).

Cốt thép dự ứng lực cường độ cao như thép sợi, cáp thép đã trình bày đều là những loại thép cứng. Chỉ có thép như loại cốt thép có ren như đã nói trên là loại thép mềm.

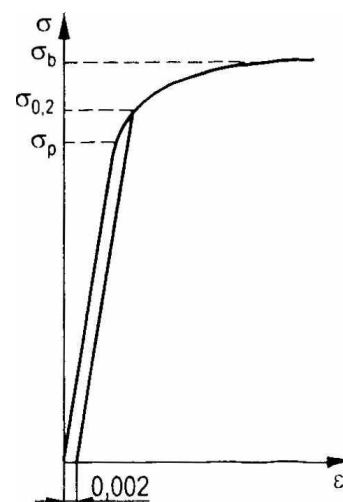
Sau đây ta sẽ tìm hiểu một số đặc tính chủ yếu của các sợi thép và cáp thép. Đường cong ứng suất của thép sợi và cáp thép được thể hiện như đồ thị bên cạnh (hình 06). Đồ thị thể hiện sự ứng biến phi tuyến tính quan hệ giữa σ và ϵ sau khi sợi thép bị kéo, vượt qua giới hạn tỉ lệ σ_p .

Ứng suất cực hạn σ_p được xác định tại thời điểm ứng biến dư 0,01%.

Cường độ giới hạn chảy (còn gọi là giới hạn chảy: yield strength) thực ra chưa có một tiêu chuẩn thống nhất.

Hiệp hội dự ứng lực Quốc tế chọn ứng lực tại thời điểm ứng lực dư 0,1% làm cường độ giới hạn chảy $\sigma_{0,1}$.

Trung Quốc và Nhật Bản chọn ứng lực tại thời điểm ứng lực dư 0,2% làm cường độ giới hạn chảy $\sigma_{0,2}$. Mỹ chọn ứng lực tại thời điểm sau khi gia tải giãn dài 1% làm cường độ giới hạn chảy σ_{11} hay $\sigma_{1\%}$.



Hình 06. Đường cong ứng biến của cốt thép dự ứng lực

Bảng 11. Kết quả thử kéo giãn cáp ít chùng cường độ cao

Cáp thép	Số thanh thử	σ_p	$\sigma_{1\%}$	σ_b (N/mm ²)	ϵ_p (%)	$\epsilon_{0,2}$ (%)	ϵ_b (%)
Cáp ϕ^s 15,2	21	$0,80 \sigma_b$	$0,91 \sigma_b$	1944	0,82	1,12	5,7
Cáp ϕ^s 12,7	20	$0,81 \sigma_b$	$0,92 \sigma_b$	1914	0,78	-	6,6

2. Sự chùng ứng lực

Thép bị kéo căng (tạo dự ứng lực) dưới điều kiện giữ nguyên không thay đổi độ dài sau một thời gian, ứng lực của cốt thép dự ứng lực bị giảm thấp xuống. Giá trị giảm thấp đó được gọi là tổn thất chùng của ứng lực.

Nguyên nhân của hiện tượng tổn thất chùng là do sự biến vị trong nội bộ kim loại khiến một số chỗ từ biến dạng đàn hồi chuyển sang biến dạng dẻo.

Theo FIB (Hiệp hội bê tông dự ứng lực quốc tế), để thử độ chùng của cốt thép dự ứng lực, ứng lực ban đầu thử cho mẫu thử nên lấy bằng $0,6 \sigma_b$; $0,7 \sigma_b$ và $0,8 \sigma_b$. Nhiệt độ môi trường là $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Khi đọc trên máy thử nghiệm độ chùng, lưu ý nên đọc tổn thất chùng (tỷ lệ tổn thất chùng) cho các thời điểm khác nhau. Thử nghiệm được kéo dài trong 1000 giờ hoặc trong một thời gian ngắn sau đó suy toán ra cho độ chùng 1000 giờ.

a) Quan hệ giữa độ chùng và thời gian

Thời gian đầu, sự chùng ứng lực phát triển rất nhanh.

Giờ thứ nhất: Độ chùng chiếm tỷ lệ từ 15% đến 35% độ chùng của cả 1000 giờ. Về sau hiện tượng chùng xảy ra chậm lại. Dựa trên các số liệu thử nghiệm đã có, ta tiến hành phân tích trở lại (regression analysis) đồng thời lập được quan hệ tuyến tính giữa tổn thất chùng và thời gian.

Tổn thất chùng sau một năm bằng 1,25 lần tổn thất chùng của 1000 giờ và tổn thất chùng sau 50 năm bằng 1,725 lần tổn thất chùng của 1000 giờ.

b) Quan hệ giữa tỷ lệ chùng và chủng loại thép

Tỷ suất chùng của thép sợi và cáp thép lớn hơn tỷ suất chùng của các thanh thép đã xử lý nhiệt và các thanh thép tinh chế có ren.

c) Quan hệ giữa tỷ suất chùng và ứng lực ban đầu

Ứng lực ban đầu lớn thì tổn thất chùng cũng lớn.

Khi:

$\sigma_i > 0,7 \sigma_b$ Thì tổn thất tăng rõ rệt và sự biến dạng trở nên phi tuyến tính.

Khi $\sigma_i \leq 0,5 \sigma_b$ Thì tổn thất chùng nhỏ, người ta bỏ qua và không tính.

d) Quan hệ giữa tổn thất chùng và nhiệt độ

Nhiệt độ tăng cao thì tổn thất chùng sẽ tăng cao.

Theo các thí nghiệm trong 1000 giờ đã tiến hành thì tổn thất chùng ở 40°C lớn gấp 1,5 lần tổn thất chùng ở 20°C.

e) Biện pháp giảm thiểu tổn thất chùng

Để giảm thiểu tổn thất chùng, người ta làm như sau:

Kéo căng từ 0 đến $1,05 \sigma_i$ (kéo vượt σ_i) và giữ yên trong 2 phút lực căng sẽ dần dần giảm xuống đến σ_i . So với kéo từ 0 đến σ_i thì tổn thất chùng giảm thiểu 10%.

Kéo từ 0 đến $1,03 \delta_i$, tỷ suất tổn thất chùng trong có tăng hơn nhưng ứng lực dư so với trường hợp kéo từ 0 đến σ_i vẫn lớn hơn. Nếu sử dụng loại cáp thép và thép sợi có độ chùng thấp (ít chùng) thì tổn thất chùng có thể giảm từ 70% đến 80%.

3. Sự ăn mòn ứng lực

Sự ăn mòn ứng lực (Stress corrosion) là hiện tượng ăn mòn xảy ra trong môi trường xâm thực khi cốt thép dự ứng lực đang ở trạng thái chịu kéo. Có hai trường hợp thí nghiệm về tác dụng ăn mòn ứng lực của môi trường:

Sự ăn mòn trong môi trường muối.

Sự ăn mòn trong môi trường vữa xi măng cát.

a) Thí nghiệm, sự ăn mòn trong môi trường muối

Trong dung dịch calcium Hydroxide (vôi tôi - Ca(OH)_2) có 35% Sodium chloride (muối ăn - NaCl), sợi thép sẽ bị ăn mòn ứng lực, tuy nhiên nếu ứng lực nhỏ hơn 65% (dưới mức 65%) cường độ chịu kéo cho phép của thép đồng thời chiều sâu các vết cắt vết lõm dưới 1,6mm thì nguy cơ xảy ra ăn mòn rất nhỏ.

b) Thí nghiệm trong môi trường vữa xi măng cát

Qua thí nghiệm người ta nhận thấy rằng sự ăn mòn phụ thuộc vào mật độ ion clo (Chlorine ion) có trong vữa. Nếu mật độ Chlorine ion dưới 0,1% (mật độ Chlorine ion có

trong vữa bọc quanh cốt thép dự ứng lực) thì sẽ không xảy ra hiện tượng ăn mòn ứng lực. Nếu mật độ Chlorine ion trên 0,7% thì hiện tượng ăn mòn sẽ xảy ra mạnh.

Sự ăn mòn còn phụ thuộc vào độ chặt của vữa bám xung quanh cốt thép dự ứng lực. Độ chặt càng thấp thì sự ăn mòn càng tăng nhanh. Độ chặt thấp thì lỗ rỗng nhiều nên các Chlorine ion và oxy dễ thâm nhập. Người ta cũng nghiệm thấy rằng: tỷ lệ N/X càng nhỏ thì nguy cơ ăn mòn càng ít. Khi tỷ lệ N/X dưới 0,32 thì gần như không xảy ra hiện tượng ăn mòn ứng lực.

§3. CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC CÓ LỚP SƠN PHỦ

1. Sợi thép và cáp thép có mạ kẽm

Sợi thép (Steel Wire) được phủ lớp mạ kẽm bằng phương pháp mạ nóng ta gọi là sợi thép mạ kẽm. Cáp thép mạ kẽm được cấu tạo từ những sợi thép mạ kẽm. Sợi thép mạ kẽm (galvanized steel wire) và cáp thép mạ kẽm (galvanized strand) có khả năng chống xâm thực cao - áp dụng cho những nơi có điều kiện môi trường tương đối khắc nghiệt.

a) Lớp mạ kẽm

Lớp mạ kẽm có chiều dày từ 27µm đến 50µm. Chất lượng lớp mạ được bảo đảm chất lượng nếu lớp phủ bọc, lớp mạ được phủ liên tục không có hiện tượng tróc lở cục bộ hoặc lớp phủ mạ bị sót lỗ chỗ trong quá trình mạ nóng.

b) Tính năng cơ học

Tính năng cơ học của thép mạ kẽm (sợi thép và cáp thép) được trình bày trong bảng tổng hợp sau đây.

Bảng 12. Tính năng cơ học sợi thép mạ kẽm

Đường kính mm	Cường độ kháng kéo (MPa)	Ứng lực giãn dài phi tỷ lệ			Tỷ lệ giãn dài %	Số lần uốn cong		Tính năng chùng		
		Không chùng (MPa)	Y/cầu chùng cấp I(MPa)	Y/cầu chùng cấp II (MPa)	$L_0 = 250\text{mm}\%$	Số lần/180°	Bán kính uốn cong mm	Tỷ lệ % của ứng lực ban đầu so với cường độ kháng kéo tiêu chuẩn %	Ứng lực 1000 giờ không lớn hơn...%	
	Không nhỏ hơn ✱								Chùng cấp I	Chùng cấp II
5,00	1570	1180	1250	1330	4,0	4	15			
	1670	1250	1330	1410						
	1770	1330	1410	1500						
7,00	1570	-	-	1330	4,0	5	20	70%	8	2,5
	1670	-	-	1410						

Bảng 13. Quy cách tính năng cơ học cáp thép mạ kẽm

Đường kính mm	Diện tích mặt cắt mm ²	Trọng lượng kg/m	Cấp cường độ MPa	Phụ tải max F_b (kN)	Phụ tải giới hạn chảy $F_{b0,2}$ (kN)	Độ giãn dài δ %	Độ chùng	
							Tỷ lệ giữa phụ tải ban đầu so với phụ tải tiêu chuẩn %	Tổn thất chùng ứng lực sau 1000 giờ. %
12,5	93	0,73	1770 1860	164 173	146 154	$\geq 3,5$	70%	$\leq 2,5$
12,9	100	0,785	1770 1860	177 186	158 166	$\geq 3,5$	70%	$\leq 2,5$
15,2	139	1,091	1770 1860	246 259	220 230	$\geq 3,5$	70%	$\leq 2,5$
15,7	150	1,178	1770 1860	265 279	236 249	$\geq 3,5$	70%	$\leq 2,5$

Modun đàn hồi $(1,95 \pm 0,17)10^5$ MPa.

2) Cáp thép dự ứng lực không dính kết

Cáp thép dự ứng lực không dính kết là loại cáp thép được sơn phủ bằng dầu mỡ bôi trơn để chống sét rỉ và chống ăn mòn. Phần ngoài cùng của chúng được bọc bằng ống nhựa dẻo.

Cáp thép dự ứng lực loại này chủ yếu dùng cho trường hợp dự ứng lực căng sau, cũng dùng cho các kết cấu lộ thiên hoặc các môi trường có tính ăn mòn cao ở dạng trần (lộ ra ngoài)

a) Yêu cầu về vật liệu

Cáp thép thường dùng là loại cáp có 7 sợi (1×7) với các đường kính thông dụng:

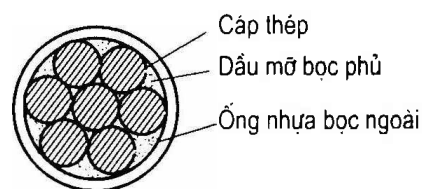
9,5mm; 12,7mm; 15,2mm và 15,7mm.

Cáp thép phải phù hợp với tiêu chuẩn TCVN và phù hợp với yêu cầu thiết kế. Dầu mỡ bôi trơn bọc quanh cáp phải có tính ổn định hoá học tốt, không bị môi trường xâm thực, không thấm nước, không hút ẩm, bôi trơn tốt, chống xâm thực tốt, trở lực ma sát nhỏ và ổn định trong một phạm vi thay đổi nhiệt độ nhất định - không bị chảy khi nhiệt độ tăng và không bị hoá dòn khi nhiệt độ xuống thấp, nói chung phải có tính dẻo nhất định.

Vỏ nhựa bọc ngoài nên dùng nhựa dẻo polyetylen mật độ cao (High density polyethylene resin - HDPER), thường người ta hay dùng nhựa màu đen.

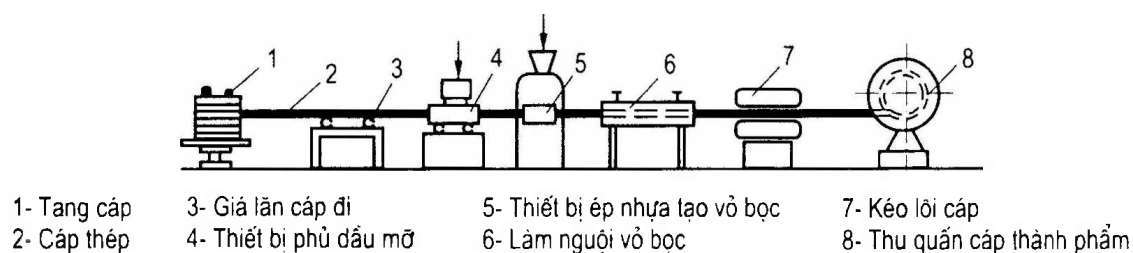
b) Công nghệ sản xuất

Quá trình sơn phủ bằng dầu mỡ bôi trơn cộng với việc bọc một lớp vỏ chất dẻo ngoài cùng được thực hiện cùng một dây chuyền công nghệ duy nhất.



Hình 07: Cáp thép dự ứng lực không dính kết

Quá trình được thể hiện như hình vẽ (hình: 08) tiếp theo



Hình 08. Dây chuyền công nghệ bọc phủ cáp thép dự ứng lực không kết dính

c) Yêu cầu về chất lượng

Nhìn bằng mắt: Dầu mỡ phải no đầy, ống bọc phải sáng bóng, không có vết nứt và không có vết nhăn.

Yêu cầu về lượng dầu mỡ

Cáp ϕ 9,5 Lượng dầu mỡ bọc phủ > 32 g/m.

ϕ 12,7 lượng dầu mỡ bọc phủ > 43g/m.

ϕ 15,2 lượng dầu mỡ bọc phủ > 50g/m.

ϕ 15,7 lượng dầu mỡ bọc phủ > 53g/m.

Yêu cầu đối với lớp vỏ bọc bằng nhựa.

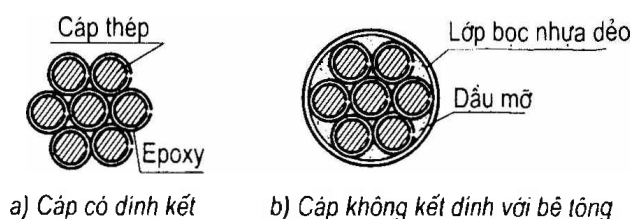
Thông thường chiều dày lớp nhựa bọc > 0,8mm.

Tại môi trường xâm thực > 1,2mm.

Thường thì người ta hay cắt một mét thành phẩm để kiểm tra các chỉ tiêu nói trên.

3. Cáp thép được sơn phủ epoxy

Người ta dùng phương pháp phun tĩnh điện để tạo lớp bọc quanh sợi thép. Lớp bọc phải có tính bền trong môi trường xâm thực. Cáp thép có sơn phủ epoxy có đặc tính cường độ tương đồng, như bản thân cáp thép trước khi sơn phủ epoxy và cũng tương đồng với cường độ dính kết của bê tông.



Hình 09: Cáp thép bọc phủ epoxy

Tóm lại cáp thép sau khi sơn phủ epoxy và cáp thép trước khi sơn phủ epoxy không có gì thay đổi. Cáp thép epoxy thích dụng cho cả căng trước lẫn căng sau, hay dùng cho các kết cấu hàng hải, bến cảng, các ụ neo và các kết cấu chịu kéo.

Cáp không có vỏ bọc là cáp dính kết với bê tông (căng trước) cáp có vỏ bọc là cáp không dính kết (chủ yếu căng sau).

Bảng 14. Các thông số của cáp thép sơn phủ êpoxi

Loại cáp		Chiều dày lớp sơn mm	Đường kính ngoài mm	Trọng lượng sơn: g/m	Trọng lượng lớp bọc không kết dính g/m	Trọng lượng toàn bộ g/m
Có kết dính	$\phi^s 12,7$	0,12 ~ 0,18	13,5	14,9	-	789
	$\phi^s 15,2$	0,12 ~ 0,18	16,0	17,7	-	1119
Không kết dính	$\phi^s 12,7$	0,12 ~ 0,18	15,8	14,9	98	887
	$\phi^s 15,2$	0,12 ~ 0,18	18,3	17,7	116	1235

Các yêu cầu cụ thể đối với cáp sơn phủ êpoxi (epoxy coating), chiều dày lớp sơn phủ phải đáp ứng các thông số của bảng 14 đã nêu. Người ta thường dùng phương pháp từ tính để đo chiều dày của lớp sơn.

Bề mặt sơn phải trơn bóng, không có chỗ lồi lõm và không xuất hiện các lỗ kim, không có khuyết rãnh, không có vết cắt vết nứt, không trầy xước và không tồn tại các bọt khí.

Để kiểm tra khả năng bám dính của êpôxy, người ta thường uốn mẫu thử một góc 90° , nếu không có vết nứt hoặc tróc lở thì xem như đạt yêu cầu.

4. Cáp thép dính kết chậm

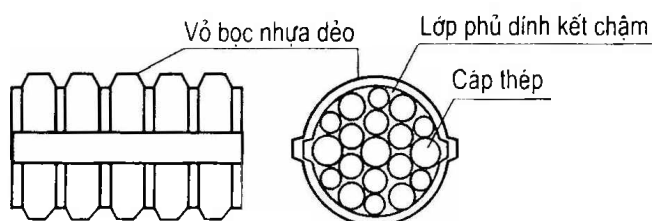
Cáp thép dính kết chậm là loại cáp thép được bọc phủ bằng một loại nhựa cao su, đặc biệt hoá rắn chậm. Khi dùng làm cáp thép dự ứng lực không dính kết có ưu điểm là trở lực khi kéo tạo ứng lực (trở lực ma sát) tương đối nhỏ. Người ta không cần phải chôn sẵn ống hoặc phải phụt vữa chèn đầy ống quanh cáp dự ứng lực. Do đó thi công dễ dàng. Sau một thời gian nhựa phủ cứng lại và dính kết với thép dự ứng lực và là lớp vỏ bọc chống xâm thực rất hữu hiệu. Ở Nhật, người ta áp dụng cáp thép dính kết chậm cho các loại dầm cầu rất phổ biến - nhất là các loại cáp $\phi 21,8$ và cáp $\phi 28,6$.

Thời gian hoá rắn của lớp phủ từ 3 tháng đến 6 tháng hoặc hơn.

Kết quả thí nghiệm cho thấy:

Hệ số ma sát khi kéo:

$$K = 0,0053; \mu = 0,095 \sim 0,133$$



Hình 10: Cáp thép $\phi_{28,6}^s$ dính kết chậm

5. Cáp thép không rỉ

Cáp thép không rỉ thường dùng trong các kết cấu neo giữ tường thuỷ tinh hoặc làm các dây kéo giữ - treo ban công và lan can. Cáp thép không rỉ có các loại thường dùng: 1×7 ; 1×9 ; 1×37

Cáp 1×37 có $d = 18 \sim 24\text{mm}$

Cáp 1×19 có $d = 6 \sim 16\text{mm}$

Cáp 1×7 có $d = 6 \sim 10\text{mm}$.

Diện tích mặt cắt của cáp được tính theo công thức:

$$A_{\text{cáp}} = \frac{\pi d^2}{4} (0,778 \sim 0,775)$$

Cáp của Trung Quốc có 2 loại: 1330 MPa và 1100 MPa (không rỉ) lực kéo nhỏ nhất của cáp thép không rỉ được tính theo công thức.

$$F_b = \sigma_b \times A_{\text{cáp}} \times 0,86.$$

σ_b - cường độ kháng kéo của sợi thép tạo nên cáp.

Môđun đàn hồi của cáp thép không rỉ

$$(1,2 \pm 0,1) 10^5 \text{MPa}.$$

6. Cáp thép dự ứng lực bọc nhôm

Cáp thép bọc nhôm có nhiều loại: 7 sợi/19 sợi/37 sợi.

Đường kính cáp: 11,4... 28,0mm

Sau đây là tính năng kỹ thuật một số cáp bọc nhôm của Trung Quốc.

Bảng 15. Các thông số của cáp thép bọc nhôm

Đường kính ngoài m.m	Số sợi - Đường kính sợi thép - m.m	Diện tích mặt cắt danh nghĩa cáp mm ²	Lực kéo max .kN		Trọng lượng danh nghĩa	
			ASS	AS10	ASS kg/m	AS10 kg/m
11,40	7 / 3,80	79,39	108,61	89,31	0,572	0,528
12,48	7 / 4,16	95,14	130,15	101,04	0,686	0,673
13,0	19 / 2,60	100,88	144,36	121,66	0,730	0,674
14,25	19 / 2,85	121,21	173,45	146,18	0,877	0,810
15,75	19 / 3,15	148,07	206,56	178,57	1,072	0,989
17,50	19 / 3,50	182,80	255,01	208,94	1,323	1,221
18,75	19 / 3,75	209,85	287,07	236,08	1,519	1,402
20,00	19 / 4,00	238,76	326,62	260,01	1,728	1,595
22,40	37 / 3,20	297,57	415,11	358,87	2,167	2,000
25,20	37 / 3,60	376,62	515,22	430,48	2,742	2,531
26,60	37 / 3,80	419,62	574,07	472,07	3,056	2,820
28,0	37 / 4,00	464,96	636,07	493,79	3,386	3,125

Chiều dày tối thiểu của vỏ nhôm

5% bán kính của sợi thép ASS

và 10% bán kính của sợi thép ASIO

§4. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG

1. Kiểm tra chất lượng sợi thép

- Khi tiến hành kiểm tra trực quan (nhìn bằng mắt) nên xem kỹ từng khoanh vòng của cuộn thép và trên bề mặt của sợi thép.

Không có vết ố dầu mỡ.

Không sét rỉ, không trầy xước, không có vết cắt.

Tuy nhiên, cũng có thể xuất hiện một vài chỗ sét rỉ không đáng kể và màu sắc thay đổi do ram thép... thì có thể qua. Nói chung, việc nghiệm thu chất lượng vật liệu nên theo hướng dẫn của đơn vị thiết kế.

Đối với thép mạ kẽm thì bề ngoài phải bóng đều, không nứt, nên kiểm tra đường kính của thép (sợi thép) với số lượng 10% số cuộn thép nhưng không dưới 6 cuộn.

- Để kiểm tra tính năng cơ học: Chọn ngẫu nhiên, 10% số cuộn thép để lấy mẫu kiểm tra theo các chỉ tiêu đã ghi trong bảng 0-3. Ngoài các yêu cầu đã ghi trong bảng 0-3, có khi thiết kế còn yêu cầu kiểm tra thêm tính mỏi (fatigue phenomenon) hoặc tính dễ uốn - dát mỏng (malleability).

2. Kiểm tra chất lượng cáp thép

- Kiểm tra bằng trực quan. Bước quấn bên phải đều, đầu cáp không bị toe ra, bề mặt sạch không dính dầu mỡ, không có các vết sét rỉ dài. Nói chung lựa thừa một vài chỗ sét rỉ hoặc màu thép biến đổi do ram là không tránh khỏi.

Cáp có sơn phủ, yêu cầu mặt sơn đều nhẵn, không trầy xước không có vết cắt vết nhăn.

Đối với cáp có phủ dầu mỡ nên kiểm tra thêm lượng dầu mỡ bọc phủ và chiều dày ống nhựa bọc ngoài.

Cần kiểm tra đầy đủ các chỉ số cơ học. Tối đa 60 tấn phải làm một mẫu thử kiểm tra tính năng cơ học như đã nói trên.

3. Kiểm tra chất lượng các thanh thép có ren

- Kiểm tra bằng trực quan: Thép không bị sét rỉ, không có dầu mỡ, không có vết bẩn và không có các vết nứt.

Những khiếm khuyết có thể bỏ qua nếu đó là những khiếm khuyết không ảnh hưởng đến tính năng cơ học của thép, không ảnh hưởng đến quá trình thực hiện kéo căng thép, không ảnh hưởng đến việc liên kết nối thép tạo dự ứng lực sau này.

- Cũng giống như các loại thép dự ứng lực khác, thép có ren cũng cần làm thử nghiệm, kiểm tra các tính năng cơ học của chúng. Trong vòng 60 tấn trở lại phải làm mẫu thử một lần - mỗi lần hai thanh. Nội dung thử nghiệm thực hiện theo yêu cầu của thiết kế.

§5. BẢO QUẢN - TỒN KHO CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

Cốt thép dự ứng lực có cường độ chịu lực cao nhưng tính dẻo lại rất kém nên nó rất nhạy cảm (bị ảnh hưởng) trong trạng thái không ứng lực. Nó dễ bị sét rỉ hơn các loại thép thông thường - nhất là khi vận chuyển - xếp kho bị ảnh hưởng của mưa; ẩm. Trong các môi trường dễ bị xâm thực... quá trình này càng dễ xảy ra và xảy ra nhanh... nếu không có biện pháp ngăn chặn để phòng.

Thép sét rỉ bị lộ chỗ trên bề mặt do sét rỉ khiến cho thép kém chất lượng, giòn và dễ gãy.

Thép dạng cuộn, mặt ngoài vòng thép chịu kéo nên dễ xảy ra hiện tượng ăn mòn ứng suất và dễ tạo ra những vết nứt nếu ở trong điều kiện dễ bị xâm thực.

Như vậy, quá trình vận chuyển và tồn kho, yêu cầu phải tuân thủ theo một số điều kiện nghiêm ngặt để bảo toàn chất lượng thép trước khi mang ra sử dụng.

Sau đây là một số yêu cầu cần thiết:

Thép cuộn xuất xưởng cần phải được bao bọc phòng ẩm.

Khi vận chuyển về kho nên bốc dỡ (bằng cần trục) cẩn thận, không nên đổ trực tiếp xuống nền đất - làm tổn hại đến mặt ngoài của sợi thép hoặc của cáp thép.

Xếp kho nên có gối kê, giá kê cách mặt nền để tránh ẩm ướt.

Kho phải được thông gió tốt.

Nếu tồn trữ lâu, cần có những biện pháp hữu hiệu cụ thể để phòng nguy cơ sét rỉ cho thép.

PHẦN 2

NEO GIỮ CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

Để tạo dự ứng lực cho cốt thép dự ứng lực, người ta cần ba dụng cụ thiết bị chủ yếu:

Dụng cụ neo giữ cố định đầu cốt thép căng sau.

Dụng cụ cặp giữ đầu cốt thép căng trước.

Dụng cụ liên kết nối cốt thép dự ứng lực.

Dụng cụ neo giữ cố định đầu cốt thép căng sau là dụng cụ cố định vĩnh cửu còn lưu lại trong cấu kiện sau khi tạo dự ứng lực (anchorage device).

Dụng cụ cặp giữ đầu cốt thép căng trước là dụng cụ tạm thời chỉ sử dụng căng cốt thép trước khi đổ bê tông. Chúng được thu hồi sau khi đổ bê tông xong và tháo gỡ cốppha (Clamping apparatus).

Dụng cụ kết nối là dụng cụ để nối tiếp cốt thép dự ứng lực, dùng cho cả căng trước và căng sau; chi tiết kết nối hay còn lưu lại trong kết cấu dự ứng lực (Connector).

Hình dáng, cách neo giữ, cách cặp giữ, cách liên kết nối thép có nhiều biến dạng khác nhau.

§1. YÊU CẦU VỀ TÍNH NĂNG

Các phương tiện dụng cụ dùng để neo giữ cố định (căng sau), các phương tiện dụng cụ để cặp giữ tạm phục vụ cho căng trước... cũng như các chi tiết linh kiện phục vụ kết nối cốt thép dự ứng lực đều phải bảo đảm an toàn cho cấu kiện, cho công trình và bảo đảm an toàn cho cả con người trong quá trình thao tác.

1. Tính năng neo tải trọng tĩnh

a) Neo giữ cố định tải trọng tĩnh bằng dụng cụ neo cố định

Người ta làm thí nghiệm về hệ số hiệu suất neo giữ cố định đối với neo cố định giữa cốt thép dự ứng lực và dụng cụ "neo giữ" η_a - đồng thời xác định tổng ứng biến (sự biến dạng kèm theo - strain) của toàn bộ chiều dài cốt thép dự ứng lực khi lực kéo đạt đến giới hạn max.

Hệ số hiệu suất η_a là tỷ số giữa lực kéo đứt thực tế và lực kéo đứt lý thuyết của cốt thép dự ứng lực trong trạng thái được neo giữ cố định.

$$\eta_a = \frac{F_{apu}}{\eta_p \cdot F_{pm}} \quad (1)$$

Trong đó:

F_{apu} - lực kéo cực đại khi kéo cốt thép dự ứng lực được neo giữ bằng dụng cụ neo giữ cố định mà ta đo được.

F_{pm} - lực kéo giới hạn max (cực hạn) bình quân của cốt thép dự ứng lực (trị số bình quân thực đo các thanh thép dự ứng lực bị kéo đứt).

η_a - hệ số hiệu suất của phương tiện neo giữ cố định.

η_p - hệ số hiệu suất của cốt thép dự ứng lực. η_p được xác định như sau:

Tổ hợp thép dự ứng lực được phương tiện neo giữ cố định tạo dự ứng lực.

Từ 1 đến 5 thanh dự ứng lực thì $\eta_p = 1,0$.

Từ 6 đến 12 thanh dự ứng lực thì $\eta_p = 0,99$.

Từ 13 đến 19 thanh dự ứng lực thì $\eta_p = 0,98$.

≥ 20 cây thanh dự ứng lực thì $\eta_p = 0,97$.

Quá trình thử nghiệm, kéo thép dự ứng lực được neo giữ bằng thiết bị phương tiện neo giữ cố định, kéo đến ứng lực cực đại F_{apu} mà thép dự ứng lực bị đứt và phương tiện neo giữ cố định đầu cốt thép không hề bị phá hoại thì coi như việc thử nghiệm đã kết thúc - Phương tiện neo giữ cố định làm việc tốt - đạt yêu cầu.

Với điều kiện cường độ chịu lực của cốt thép dự ứng lực bị kéo đứt xác định đạt cường độ yêu cầu thiết kế - việc thử nghiệm, neo giữ cố định tĩnh tải kết thúc, đạt yêu cầu (phương tiện neo giữ cố định không bị phá hoại)... Quá trình thử nghiệm tĩnh tải gọi là hoàn thành nếu thỏa mãn các điều kiện sau:

$$\eta_p \geq 0,95$$

$$\varepsilon_{apu} \geq 2,0\%$$

ε là tổng ứng biến (biến dạng) của chiều dài thanh thép dự ứng lực dưới tác dụng của lực kéo cực đại, khi neo giữ cố định bằng phương tiện thiết bị thử nghiệm đã nói trên.

b) Neo giữ cố định tải trọng tĩnh bằng dụng cụ cặp giữ tạm thời

Xác định hệ số hiệu suất của dụng cụ cặp giữ tạm thời (căng trước) η_g :

$$\eta_g = \frac{F_{gpu}}{F_{pu}} \quad (2)$$

Trong đó:

F_{gpu} - lực kéo cực hạn của cốt thép dự ứng lực bị đứt khi được neo giữ bằng dụng cụ cặp giữ.

Kết quả yêu cầu:

$$\eta_g \geq 0,92$$

Các chi tiết đã kết nối - nối dài thép dự ứng lực cho trường hợp căng trước, (con lưu lại trong bê tông) việc kiểm tra thử nghiệm cũng giống như đối với các chi tiết cặp giữ tạm thời.

2. Neo giữ cốt thép dự ứng lực của các chi tiết cấu kiện chịu tải trọng động

Các phương tiện dụng cụ neo giữ cố định, cặp giữ và nối kết ngoài yêu cầu như đối với tác động của tải trọng tĩnh nói trên - người ta còn phải thử nghiệm kiểm tra tính mỏi của cấu kiện - Tính mỏi phải thoả mãn với số lần tuần hoàn lên đến 2 triệu lần (Fatigue test). Giới hạn trên của ứng lực mỏi (fatigue stress) là 65% giá trị cường độ kháng kéo tiêu chuẩn của thanh thép hoặc cáp thép dự ứng lực (đối với cốt thép dự ứng lực có tạo ren thì giới hạn trên ứng lực mỏi có giá trị là 85% cường độ giới hạn chảy). Phạm vi dao động của ứng lực $\sigma \cdot \epsilon \geq 80 \text{ MPa}$.

Đối với các kết cấu cấu kiện chịu tải trọng lớn, cần phải chọn các phương tiện có đủ khả năng đáp ứng hoặc có điều kiện gia cường nâng cao khả năng làm việc của nó.

Đối với các kết cấu kháng chấn (anti - seismic structure), các phương tiện neo giữ cố định, cặp giữ tạm thời và kết nối cốt thép dự ứng lực phải thoả mãn thử nghiệm tải trọng động chu kỳ với 50 lần tuần hoàn. Khi thử nghiệm tải trọng động cho tổ hợp (phương tiện, neo giữ - cặp giữ - kết nối và cốt thép đang ở trạng thái chịu tải thử nghiệm) thì giới hạn trên (upper limit) của ứng lực thử nghiệm là:

Với cáp thép và sợi thép thì giới hạn trên của ứng lực thử nghiệm là $0,8 f_{ptk}$; còn với thanh thép có tạo ren khác đốt thì lấy 90% cường độ giới hạn chảy của thép. Giới hạn dưới là trị số 40% của các cường độ tương ứng đã nói trên.

f_{ptk} là cường độ kháng kéo tiêu chuẩn của cốt thép dự ứng lực.

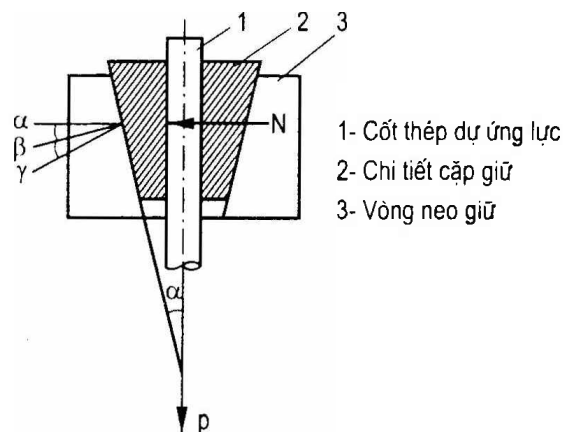
3. Yêu cầu về công nghệ

Các thiết bị neo giữ cố định, cặp giữ tạm, kết nối... phải thoả mãn cho các mức độ kéo khác nhau, có thể tạo lực kéo bổ sung hoặc thả chùng cốt thép. Thiết bị kéo căng chùm sợi có thể kéo căng riêng từng sợi. Thiết bị phải an toàn, phải có biện pháp phòng rỉ sét, dễ sử dụng, đa dạng.

§2. NEO GIỮ ĐẦU CÁP THÉP DỰ ỨNG LỰC

1. Phân tích tình trạng chịu lực của phần neo giữ

Theo như hình 11 khi thép dự ứng lực chịu một lực P (lực kéo lại sau khi căng - Retraction tension) cốt thép bị chi tiết cặp giữ 2 (hình 11) cản chặc (không cho phép thép dự ứng lực trượt trong lỗ của chi tiết cặp giữ 2) nên quá trình cốt thép chịu kéo khiến chi tiết 2 cũng bị lôi theo và có hướng bị kéo vào lỗ của vòng neo giữ 3. Do được cấu tạo theo dạng nêm nên khi bị lôi sâu vào lỗ vòng neo 3 cốt thép dự ứng lực càng bị kẹp chặt hơn.



Hình 11: Sơ đồ chịu lực của bộ phận neo giữ

Trong đó:

α - góc nghiêng của vòng neo 3;

β - góc ma sát giữa chi tiết cặp giữ 2 và lỗ hình côn;

γ - góc ma sát giữa chi tiết cặp giữ 2 và cốt thép dự ứng lực.

Tình trạng chịu lực của bộ phận cặp giữ được biểu thị như sau:

$$N_{tg} \gamma \geq P$$

$$R \sin (\alpha + \beta) = P$$

$$R \cos (\alpha + \beta) = N$$

Tổng hợp lại:

$$N_{tg} \gamma \geq N_{tg} (\alpha + \beta)$$

$$tg \gamma \geq tg (\alpha + \beta) ; \gamma \geq \alpha + \beta \quad (3)$$

Với điều kiện trên: Lúc này dụng cụ neo giữ có khả năng cặp chặt cốt thép.

Khi $\alpha > \beta$:

Bộ phận cặp giữ ở trạng thái nổi lỏng.

Để bảo đảm tính an toàn của công thức (3) nên tăng giá trị γ - tăng lực ma sát giữa bộ phận cặp giữ 2 và cốt thép dự ứng lực. Để thỏa mãn yêu cầu này, lỗ của chi tiết 2 phải cấu tạo các vòng răng vát hình nêm đồng thời cốt thép dự ứng lực phải sạch không được dính bẩn bùn đất dầu mỡ xung quanh.

Song song với việc tăng giá trị γ , cũng cần giảm thiểu giá trị $(\alpha + \beta)$.

Tuy nhiên, khi α giảm quá nhỏ thì lực cắn bám của chi tiết 2 đối với cốt thép dự ứng lực sẽ ăn quá sâu làm giảm cường độ và tính dễ kéo (ductility) của cốt thép. Do vậy cũng nên khống chế $\alpha = 5,5^\circ \sim 7,5^\circ$ là vừa.

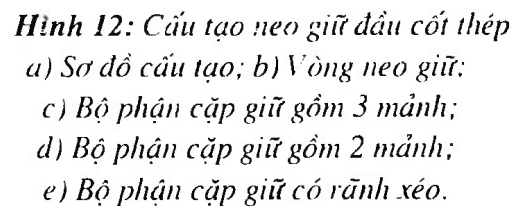
Để giảm β nên tăng độ cứng của chi tiết cặp giữ và vành lỗ hình côn của vòng neo giữ 3.

Cũng có lúc trên bề mặt tiếp xúc giữa mặt ngoài chi tiết cặp giữ 2 và mặt trong của vành lỗ hình côn chi tiết vòng neo giữ 3, người ta bôi một ít dầu mỡ để tạo điều kiện dễ làm sát chặt giữa chúng. Để bảo đảm dễ tháo lỏng bộ phận neo giữ... cần lưu ý nâng cao độ cứng của vòng neo giữ 3 và tráng crôm (chrome plating) cho bộ phận cặp giữ 2 (hình 11).

2. Cấu tạo neo giữ tại một đầu cốt thép (loại một lỗ)

Bộ phận neo giữ bao gồm vòng neo giữ và chi tiết cặp giữ hình 12 là cấu tạo của đầu neo giữ cốt thép dự ứng lực.

Chi tiết cặp giữ đầu cốt thép rất đa dạng: loại 2 mảnh và loại 3 mảnh. Trên lưng ngoài của chi tiết cặp giữ thường được xẻ rãnh để tạo độ đàn hồi cho chi tiết và nâng cao khả năng bám chặt khi neo giữ.



Theo cấu tạo hình 12, quá trình kéo căng sẽ khiến chi tiết cặp giữ tự động tiến sâu vào lỗ của vòng neo giữ và càng cặp chặt đầu cốt thép (không cần phải dùng kích để đẩy bộ phận cặp giữ vào).

Mã hiệu cụm neo giữ	Vòng neo giữ				Bộ phận cặp giữ		
	D	h	d	α	ϕ	h	Dạng cặp giữ
XM15-1	44	50	-	-	-		3 mảnh rãnh xéo
QM13-1	40	42	16		17	40	3 mảnh rãnh dọc
QM15-1	46	48	18	5°40'	20	45	3 mảnh rãnh dọc
OVM13-1	43	43	16	6°00'	17	38	2 mảnh, rãnh dọc
OVM15-1	46	48	18	6°00'	14	43	(Có rãnh đàn hồi)
HVMB-1	43	43	16	6°00'	17	38	2 mảnh, rãnh dọc
HVM15-1	46	48	18	6°00'	19	43	(không rãnh đàn hồi)

Thép bộ phận cần giữ nên dùng thép hợp kim 20Cr MnTi.

1 - Cáp thép
2 - Chi tiết cáp giữ
3 - Tấm (vành) neo giữ
4 - Bản đệm vành neo (hình loe)
5 - Cốt thép hình xoắn
6 - Ống kim loại gợn sóng
7 - Lỗ bơm vừa chèn đầy

27

Phương tiện neo giữ cáp thép nhiều lỗ chủ yếu dùng cho các trường hợp căng sau có đính kết (có bơm vữa chèn đầy). Hiện được sử dụng rất rộng rãi.

Hiện có các loại (của Trung Quốc) như:

QM, OVM, HVM, B và S, YM, YLM, TM.

Sau đây ta sẽ tìm hiểu một số loại nói trên.

a) QM: Chủ yếu dùng cho các loại cáp:

$\phi 12,7$; $\phi 12,9$; $\phi 15,2$; $\phi 15,7$.

Cường độ chịu lực của cáp:

1570 ~ 1860 MPa

Bảng 17. Các thông số của phương tiện neo giữ QMV15

Mã hiệu cụm neo giữ	Bản đệm vành neo		Ống gờn sóng ϕ_D	Vành neo giữ		Cốt thép hình xoắn			
	A	B		ϕE	F	ϕG	ϕH	I	Số vòng
QMV15-3	130	100	45	85	50	160	10	40	4
QMV15-4	155	110	50	95	50	190	10	45	4,5
QMV15-5	170	135	55	105	50	210	12	45	4,5
QMV15-6,7	200	155	65	125	55	220	14	50	5
QMV15-8	210	160	70	135	60	260	14	50	5,5
QMV15-9	220	180	75	145	60	260	14	50	5,5
QMV15-12	260	200	85	165	65	310	16	50	6,5
QMV15-14	280	220	90	185	70	350	16	55	7
QMV15-19	320	280	95	205	75	400	16	55	8
QMV15-22	350	310	110	225	80	430	18	60	8
QMV15-27	380	340	115	245	85	460	20	60	9
QMV15-31	410	380	130	260	90	510	20	60	9
QMV15-37	450	400	140	290	105	550	20	60	10
QMV15-42	480	480	155	320	115	590	22	60	10
QMV15-55	550	520	170	345	140	660	25	70	10
QMV15-61	590	550	185	365	160	710	25	70	10

b) OVM: Chủ yếu dùng cho cáp

$\phi 12,7 \sim \phi 15,7$

Cường độ chịu lực của cáp ≈ 1860 MPa (cáp gồm 2 mảnh).

Bảng 18. Các thông số của phương tiện neo giữ OVM15A

Mã hiệu cụm neo giữ	Bản đệm vành neo			Ống gợn sóng ϕ_D	Vành neo giữ		Cốt thép hình xoắn			
	A	B	ϕ_c		ϕE	F	ϕG	ϕH	I	Số vòng
OVM15A-3	135	110	90	50	85	50	130	10	50	4
OVM15A-4	165	120	100	55	100	50	150	12	50	5
OVM15A-5	180	130	100	55	115	50	170	12	50	5
OVM15A-6,7	210	160	120	70	128	50	210	14	50	5
OVM15A-8	240	180	130	80	143	55	240	14	50	6
OVM15A-9	240	180	130	80	152	55	240	14	50	6
OVM15A-12	270	210	140	90	168	60	270	16	60	6
OVM15A-13	270	210	140	90	168	65	270	16	60	6
OVM15A-14	285	260	150	90	178	70	285	20	60	7
OVM15A-17	300	340	150	90	200	80	300	20	60	7
OVM15A-19	310	360	160	100	205	80	310	20	60	7
OVM15A-22	320	360	180	120	224	110	320	20	60	7
OVM15A-27	350	400	190	120	248	120	350	20	60	7
OVM15A-31	390	470	200	130	260	130	390	20	60	8
OVM15A-37	465	510	210	140	296	140	465	22	60	9
OVM15A-43	500	600	240	160	324	150	500	22	70	9
OVM15A-55	540	700	245	160	344	180	540	22	70	10

c) HVM có cường độ chịu kéo đến 1960 MPa.

Bảng 19. Các thông số của phương tiện neo giữ HVM15

Mã hiệu cụm neo giữ	Bản đệm vành neo			Ống gợn sóng ϕ_D	Vành neo giữ		Cốt thép hình xoắn			
	A	B	ϕ_c		ϕE	F	ϕG	ϕH	I	Số vòng
HVM15 - 3	135	100	80	50	90	50	130	10	40	4
HVM15 - 4	150	100	85	55	105	52	150	14	50	4
HVM15 - 5	170	100	93	60	117	52	170	14	50	4
HVM15 - 6,7	210	120	108	70	135	60	200	14	50	4
HVM15 - 8	230	140	120	80	150	60	230	16	60	5
HVM15 - 9	240	160	125	80	157	60	240	16	60	5
HVM15 - 12	270	210	138	90	175	70	270	20	60	6
HVM15 - 14	285	220	148	100	185	70	285	20	60	6
HVM15 - 17	300	240	160	100	210	85	300	20	60	6
HVM15 - 19	310	250	164	100	217	90	310	20	60	7
HVM15 - 22	340	260	180	120	235	100	340	20	60	7
HVM15 - 27	365	290	195	130	260	110	365	22	60	7
HVM15 - 31	400	330	205	130	275	120	400	22	60	8
HVM15 - 37	465	390	225	140	310	140	465	22	60	8
HVM15 - 44	500	450	248	160	340	150	500	22	60	9
HVM15 - 49	540	510	260	160	360	160	540	25	70	9
HVM15 - 55	540	510	260	160	360	170	540	25	70	9

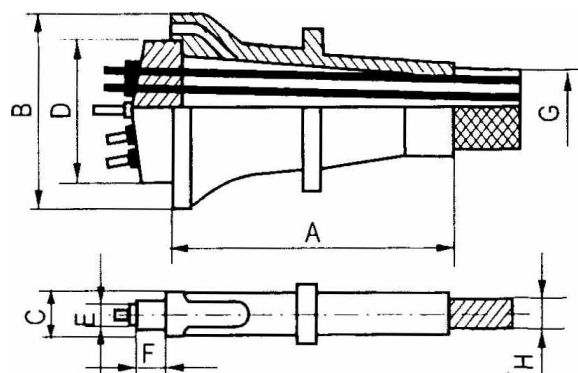
d) B và S có cường độ chịu kéo 1860 MPa.

Bảng 20. Các thông số của phương tiện neo giữ B × S - Z15

Mã hiệu cụm neo giữ	Bản đệm vành neo		Ống gợn sóng ϕ_D	Vành neo giữ		Cốt thép hình xoắn			
	A	B		ϕ_E	F	ϕ_G	ϕ_H	I	Số vòng
B và SZ 15-3	130	100	50	90	45	130	10	50	4
B và SZ 15-4	160	120	55	105	45	150	12	50	4
B và SZ 15-5	180	130	60	115	50	170	12	55	4
B và SZ 15-6,7	200	170	70	125	55	200	16	50	5
B và SZ 15-8,9	240	180	80	145	60	240	16	45	6
B và SZ 15-12	270	210	90	170	65	270	16	50	6
B và SZ 15-15,19	320	305	95	220	70	400	18	50	7
B và SZ 15-25,37,31	360	350	130	270	80	510	20	60	8
B và SZ 15-37	440	450	140	290	90	570	22	60	9
B và SZ 15-48,55	520	530	160	350	100	700	25	70	9

4. Loại cặp giữ hình dẹt

Phương tiện cặp giữ hình dẹt như hình 14. Các đầu cốt thép được cặp giữ sẽ tẽ ra theo hình rẽ quạt. Nó được ứng dụng cho các kết cấu bê tông mỏng - người ta sẽ căng riêng rẽ từng nhánh của cặp thép dễ dàng- tiện cho việc tạo dự ứng lực các sàn lầu, các dầm có chiều cao h thấp, cũng dùng để tạo ứng lực cho thép dự ứng lực mặt sàn của cầu.



Hình 14: Cấu tạo chi tiết cặp giữ hình dẹt

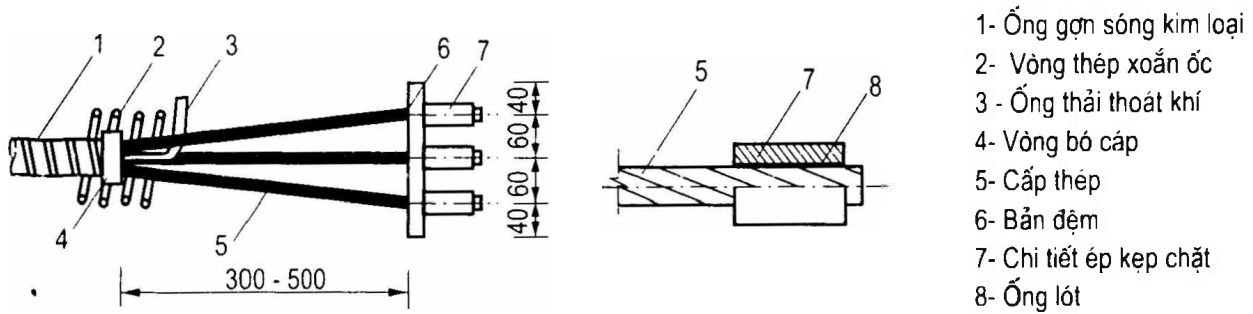
Bảng 21. Các thông số kích thước phương tiện cặp giữ dẹt

Mã hiệu bộ phận cặp giữ	Bản đệm mặt neo mm			Mặt neo dẹt mm			Ống gợn sóng dẹt mm	
	A	B	C	D	E	F	G	H
BM15 (13) - 2	150	160	80	80	48	50	50	19
BM15 (13) - 3	190	200	90	115	48	50	60	19
BM15 (13) - 4	235	240	90	150	48	50	70	19
BM15 (13) - 5	270	270	90	180	48	50	90	19

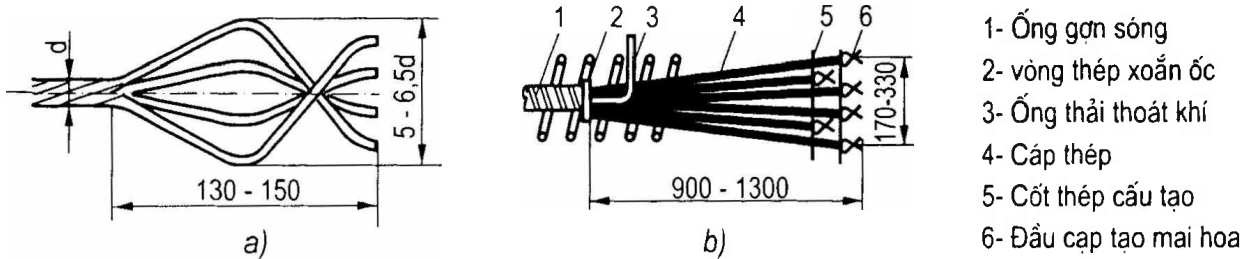
5. Neo giữ cố định đầu cốt thép dự ứng lực

Khi kéo căng cốt thép để tạo ứng lực cho cốt thép dự ứng lực, người ta chỉ kéo căng một đầu, sau khi đã neo giữ cố định đầu kia chắc chắn.

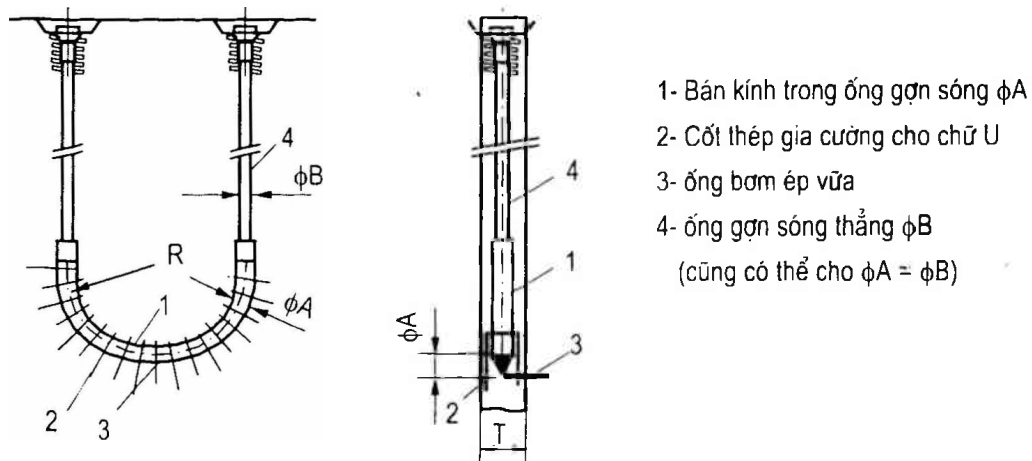
Để neo giữ cố định một đầu người ta có nhiều cách: ép kẹp chặt, kẹp dạng mai hoa và dạng chữ U.



Hình 15: Cố định bằng cách ép kẹp chặt



Hình 16: Cố định bằng phương pháp tạo mai hoa



Hình 17: Cặp giữ dạng U

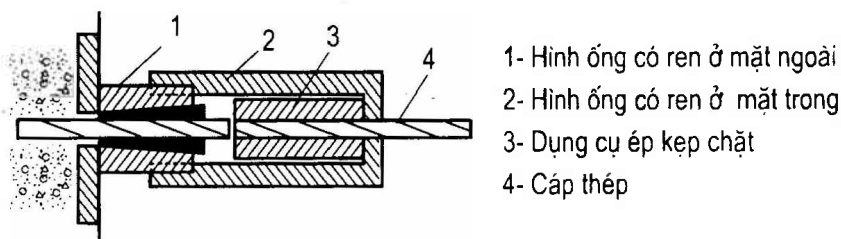
Bảng 22. Thông số cặp U

Bó cáp	ϕ_A	ϕ_B	$R_{\min}$
15-3	42	36	600
15-4	65	55	600
15-7	75	60	700
15-12	90	80	1000
15-19	110	95	1300

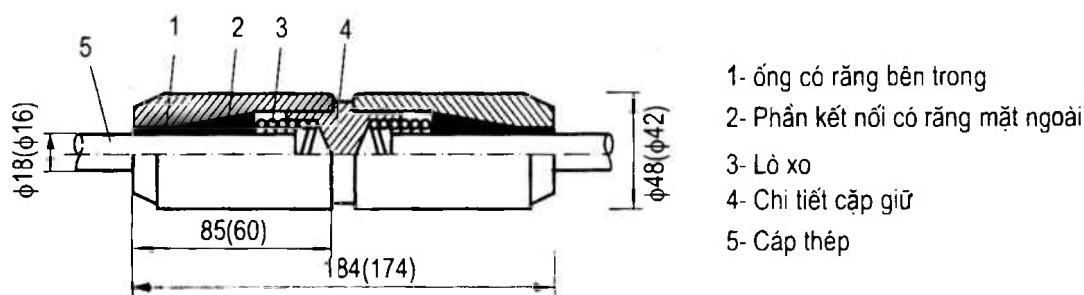
6. Chi tiết kết nối cáp

a) Chi tiết kết nối đơn cho từng cáp thép

Sau đây là cấu tạo một số chi tiết nối cáp đơn.



Hình 18: Chi tiết nối cáp đơn

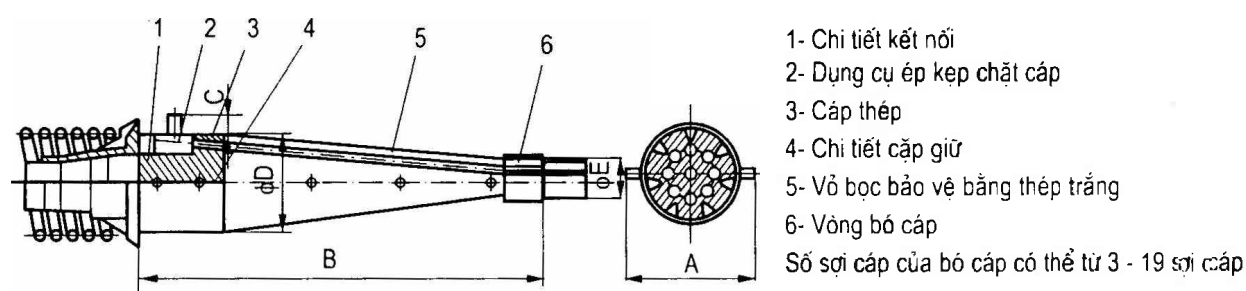


Các số trong () là kích thước của chi tiết dùng cho cáp ϕ^s 12.7. Chi tiết lò xo 3 có tác dụng làm cho chi tiết kết nối được chặt:

Hình 19. Chi tiết nối cáp ϕ 15.2 (ϕ 12.7)

b) Chi tiết nối chùm cáp (nhiều cáp)

Hình dưới là chi tiết nối chùm cáp OVM15



Hình 20: Chi tiết nối chùm cáp nhiều sợi

Bảng 23. Các kích thước chi tiết nối chùm cáp OVM15

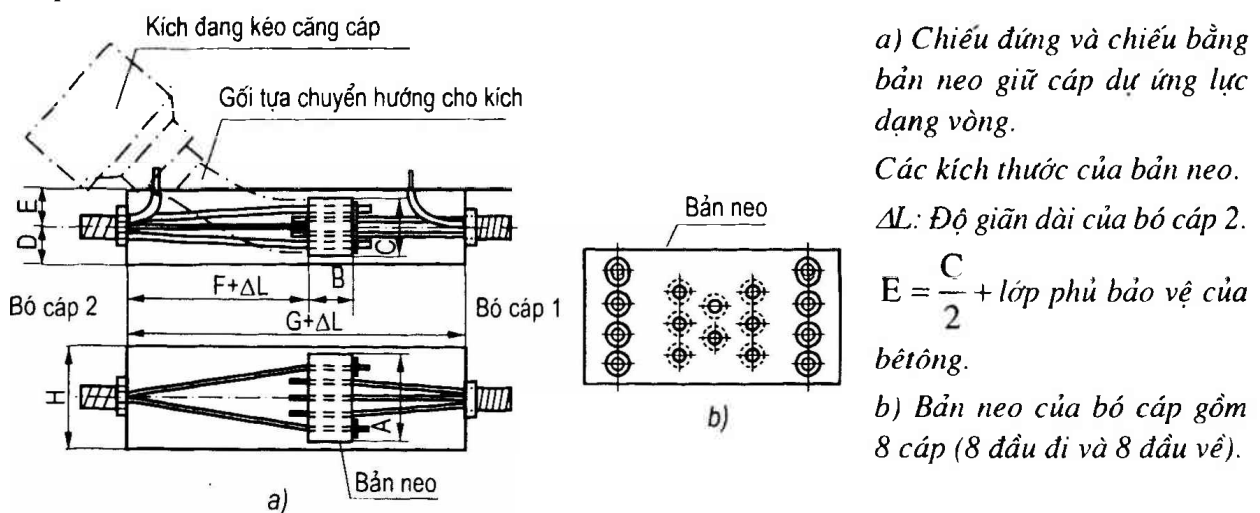
Mã hiệu	Số sợi cáp	A	B	C	ϕD	ϕE
OVM15L - 3	3	209	678	25	169	5 ⁰
OVM15L - 4	4	209	678	25	169	5 ⁰
OVM15L - 5	5	221	730	25	181	5 ⁰
OVM15L - 6	6	239	748	25	199	7 ₅
OVM15L - 7	7	239	748	25	199	7 ₅

Mã hiệu	Số sợi cáp	A	B	C	ϕD	ϕE
OVM15L - 9	9	261	801	25	221	83
OVM15L - 12	12	281	845	25	241	93
OVM15L - 19	19	323	985	25	283	103

7. Neo giữ thép dự ứng lực dạng vòng

Phương tiện neo giữ cốt thép dạng vòng sử dụng khi cốt thép dự ứng lực ở dạng vòng trong các kết cấu bê tông hình tròn mà ở hai đầu cáp dự ứng lực không có điều kiện (vị trí) để neo giữ.

Với cách neo giữ này, đầu cáp và cuối cáp dự ứng lực đều cùng neo trên một tấm thép (b)



Hình 21: Neo cáp dự ứng lực dạng vòng

Bảng 24. Các kích thước bản neo thép cáp dự ứng lực dạng vòng

Mã hiệu	A	B	C	D	F	H
OVMHM15 - 2	160	65	50	50	150	200
OVMHM15 - 4	160	80	90	65	800	200
OVMHM15 - 6	160	100	130	80	800	200
OVMHM15 - 8	210	120	160	100	800	250
OVMHM15 - 12	290	120	180	110	800	320
OVMHM15 - 14	320	125	180	110	1000	340

§3. NEO BÓ SỢI THÉP DỰ ỨNG LỰC

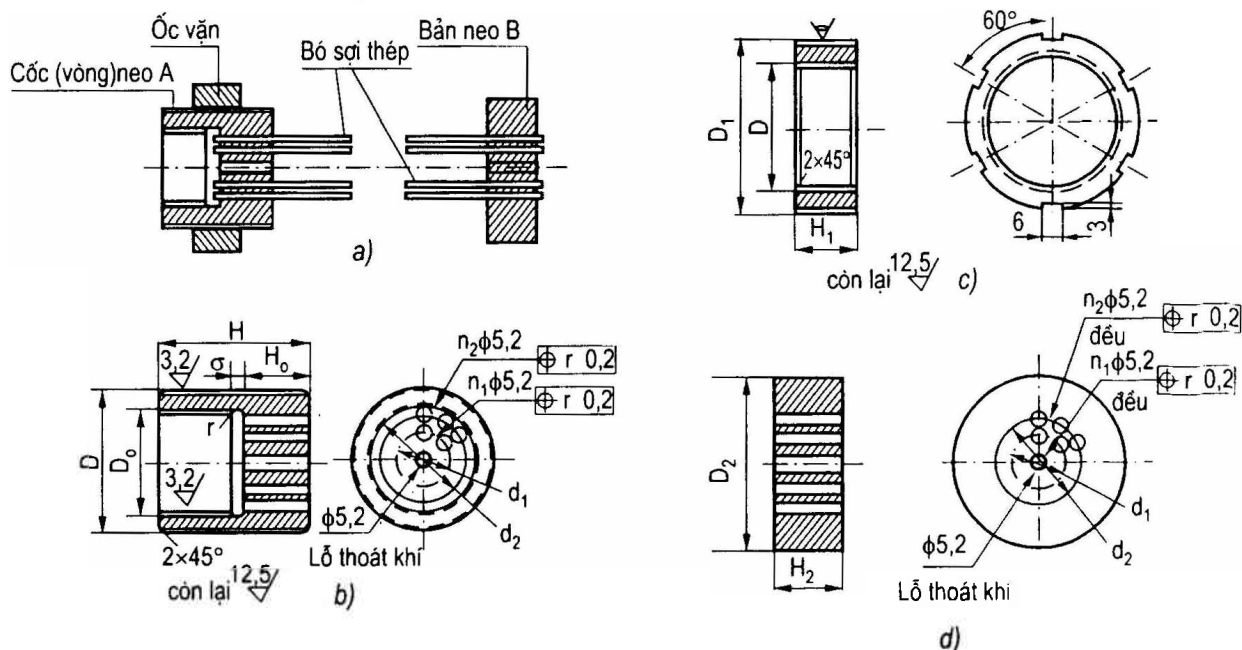
1. Neo tán dập đầu cốt thép

Thiết bị phương tiện neo tán dập đầu cốt thép rất thích hợp cho các bó sợi thép $\phi^P 5$, $\phi^P 7$. Hình dáng và quy cách có thể tùy điều kiện mà thiết kế cho thích hợp.

Phương tiện sử dụng được phân hai dạng A và B.

Đầu A gồm có vòng neo và ốc vặn - dùng làm đầu kéo căng thép.

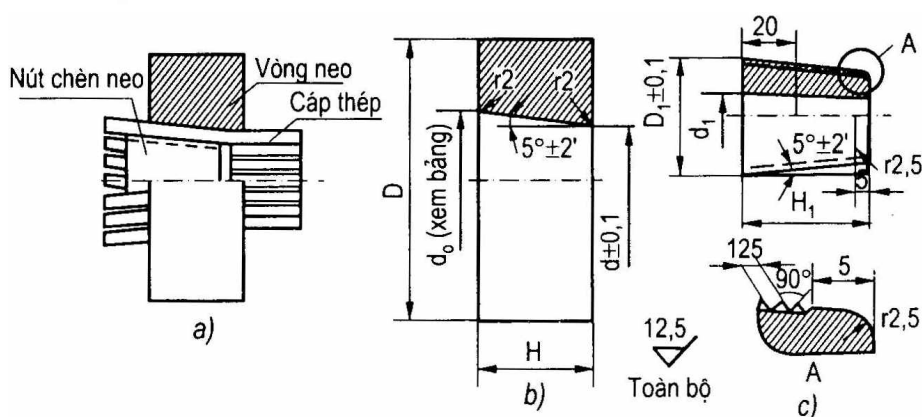
Đầu B là bản neo dùng để cố định đầu thép.



Hình 22: Phương tiện dụng cụ tán đầu bó thép dự ứng lực
a) Cấu tạo phương tiện; b) Vòng neo A; c) Ốc vặn; d) Bản neo B

2. Dụng cụ neo hình côn bằng thép

Dụng cụ neo giữ hình côn thường dùng để neo giữ các bó cáp (6 ~ 30) ϕ^5 và (12 ~ 24) ϕ^7 . Cấu tạo dụng cụ neo giữ gồm vòng neo hình côn và nút chèn neo như hình dưới đây.



Hình 23: Dụng cụ neo giữ cáp dạng hình côn
a) Sau khi lắp cáp thép và đã chèn neo cáp;
b) Cấu tạo vòng neo.
c) Nút chèn neo.

Bảng 25. Kích thước các dụng cụ neo hình côn

Mã hiệu	Sợi thép		D	H	d	d ₀	D ₁	H ₁	d ₁	Đ.kính lỗ chứa
	Đ.kính	Số sợi								
GES-12	5	12	65	45	27	34,9	27	50	M8 × 1	-
GES-18	5	18	100	50	39	47,7	40	55	M16 × 15	50

Bảng 25. (tiếp theo)

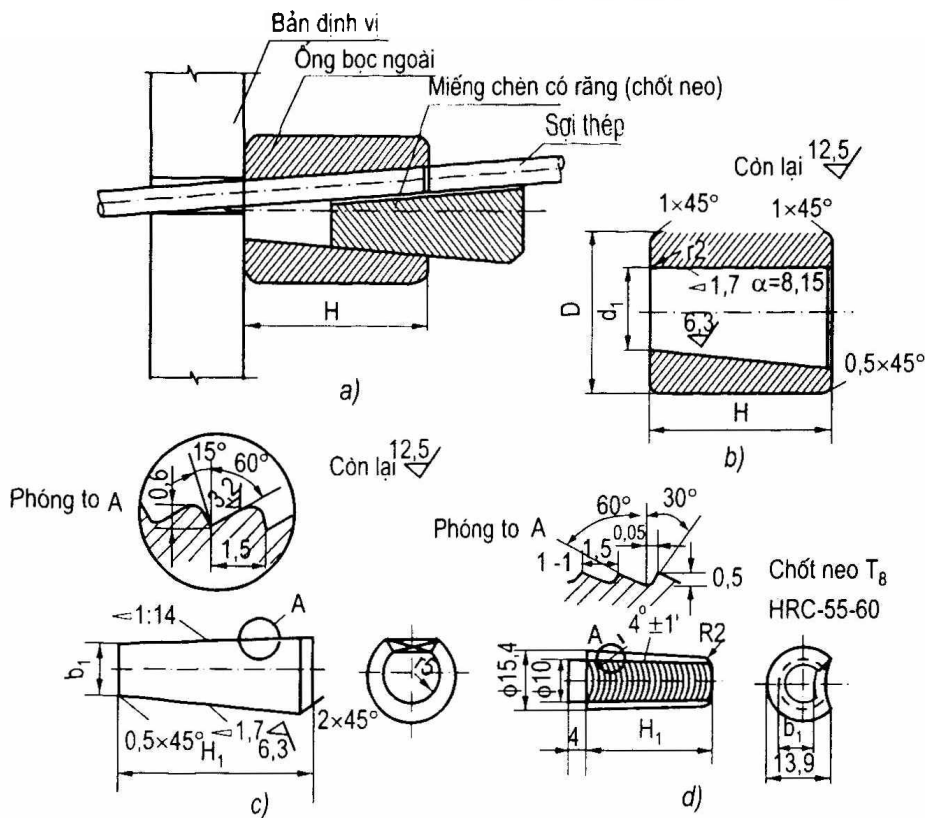
Mã hiệu	Sợi thép		D	H	d	d _o	D ₁	H ₁	d ₁	Đ.kính lỗ chừa
	Đ.kính	Số sợi								
GES-24	5	24	110	55	49	58,6	51	60	M16 × 15	50
GES-28	5	28	117	53	55	64,0	57	58	-	-
GES-30	5	30	126	53	59	68,3	61	58	-	-
GE7-12	7	12	110	57	45	55,0	43	66	-	-
GE7-24	7	24	130	57	45	74,0	62	66	-	-

Thép vòng neo nên dùng thép 45, nút chèn neo dùng thép 45 hoặc thép các bon T7, T8.

3. Dụng cụ cặp giữ từng sợi thép đơn

a) Chốt nêm

Hình dưới mô tả chi tiết cấu tạo dụng cụ cặp giữ đầu thép



Hình 24:

Cặp giữ bằng chốt (nút chèn) hình côn

a) Sau khi lắp và đã nêm chốt;

b) Ống bọc;

c) Chốt nêm chặt sợi thép;

d) Chốt nêm có rãnh hình răng khểnh ứng lực

Bảng 26. Kích thước dụng cụ cặp giữ

Loại cốt thép dự ứng lực	Ống bọc ngoài				Chốt nêm	
	H	D	d ₁	α	H ₁	b ₁
φ4-φ5 kéo nguội	28	22	10	8°13'	30	7
Thép sợi đã khử ứng lực φ ^p 5	30	25	13	4°	33	9,4

- Dụng cụ cặp giữ dùng cho thép sợi $\phi 4$ và $\phi 5$:

Thép dùng cho dụng cụ cặp giữ - nên dùng thép 45. Riêng chốt nêm có thể dùng thép có độ cứng 40 - 45.

- Dụng cụ cặp giữ dùng cho thép đã khử ứng lực nên dùng thép 45:

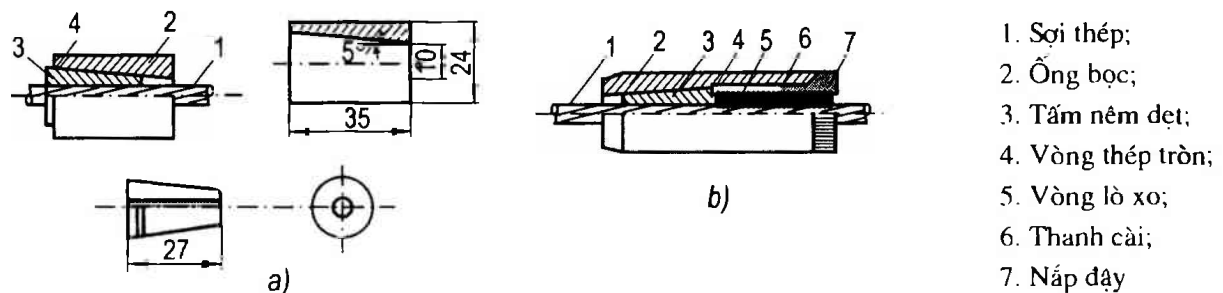
Ống bọc nên dùng HRC 25-28 chốt nêm nên dùng loại có răng, thép HRC55-58.

b) Tấm nêm

Ngoài loại chốt nêm, người ta còn dùng tấm nêm - miếng nêm dẹt.

Dụng cụ cặp giữ bằng tấm nêm dẹt dùng để cặp giữ các thép sợi 5mm đã khử ứng lực.

Hình 25 mô tả chi tiết cặp giữ bằng tấm nêm dẹt.



Hình 25: Dụng cụ cặp giữ đầu cốt thép bằng tấm nêm dẹt

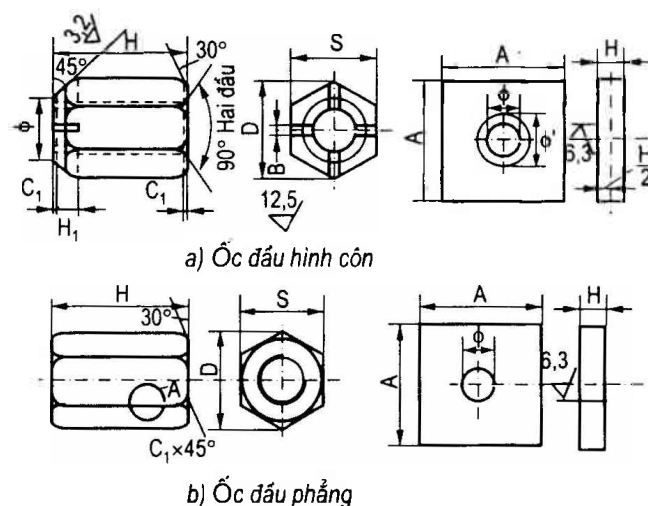
§4. NEO GIỮ CÁC THANH THÉP LỚN

1. Neo giữ thanh thép tinh chế có ren

Lợi dụng thanh thép đã tạo ren, người ta dùng con ốc để neo giữ một đầu - cố định chúng lại.

Chi tiết neo giữ bao gồm con ốc (ê - cu) và lông đen.

Hình dáng và kích thước như hình 26. Ốc có hai loại đầu ốc vát hình côn (a) đầu ốc phẳng (b)



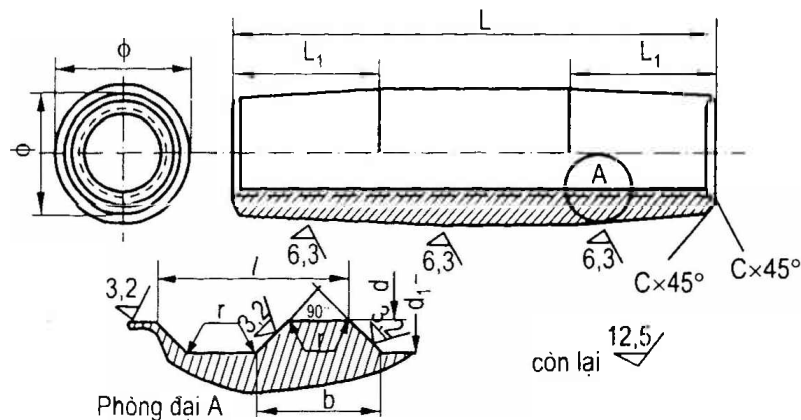
Hình 26: Ốc neo cố định một đầu

Bảng 27. Các thông số ốc neo thép thanh có ren

Đường kính cốt thép	Ốc neo					Lông đen			
	Loại	D	S	H	H ₁	A	H	φ	φ'
25	Còn	57,1	50	65	15	110	25	30	55
	Phẳng				-				
32	Còn	67	58	72	18	130	32	38	70
	Phẳng								

Người ta dùng ống dài có tạo ren bên trong để nối dài (kết nối) các thanh thép tinh chế có ren.

Kích thước chi tiết được trình bày trong bảng 28.



Hình 27: Chi tiết nối thanh thép có ren

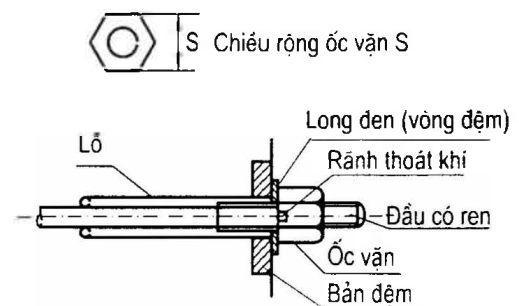
Bảng 28. Kích thước ống nối các thanh thép có ren

Đường kính d ₀ danh nghĩa mm	φ	φ	L	L ₁	d	d ₁	l	b	r	c
	mm									
25	50	38	132	45	25,5	29,7	12	8	1,5	1,6
32	60	46	160	60	32,5	37,5	16	9	2,0	2,0

2. Neo giữ thép cán nguội có ren ở đầu

Khi sản xuất chế tạo thép trơn bằng phương pháp cán nguội, người ta tạo ren cho một đầu của thanh thép ngay trước lúc xuất xưởng.

Đầu thanh thép có tạo ren có đường kính lớn hơn phần trơn không ren - đường kính đầu có ren nếu tính từ chân ren thì sẽ



Hình 28: Neo đầu thanh thép cán nguội có tạo ren

bằng hoặc nhỏ hơn đường kính thanh thép tại phần trơn với giá trị nhỏ không đáng kể.

Với đầu thanh có tạo ren, người ta dùng ốc để vặn chặt cố định một đầu trước khi kéo tạo dự ứng lực, kích thước và các thông số của đầu neo và ốc neo giữ được trình bày trong bảng dưới.

Bảng 29. Kích thước chi tiết đầu neo có ren

Đường kính thanh thép	Đầu có ren cán nguội	Con ốc $S \times H$ mm	Lồng đen		Bản đệm		S: Chiều rộng của ốc vặn; H: Chiều cao con ốc vặn D: Đường kính lồng đen d: Đường kính lỗ lồng đen t: Chiều dày lồng đen a, b: Các cạnh bản đệm t_1 : Chiều dày bản đệm d_1 : Đường kính lỗ bản đệm
			$D \times t$ mm	d	a.b. t_1	d_1	
25	M27 $\times$ 3	4 $\times$ 40	70 $\times$ 6	30	100 $\times$ 100 $\times$ 14	36	
32	M34 $\times$ 3	55 $\times$ 50	80 $\times$ 8	37	120 $\times$ 120 $\times$ 16	46	

§5. CÁP GIỮ ĐẦU KÉO

1. Kẹp chặt đầu cáp dự ứng lực

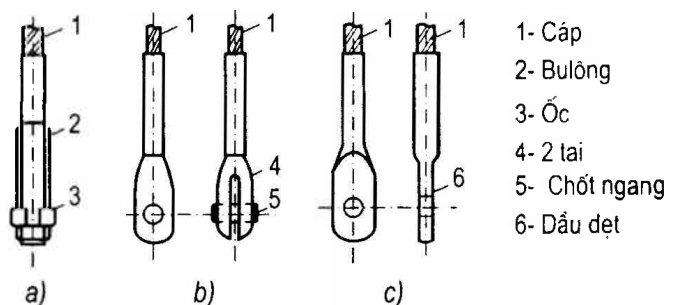
Hình 29 là một số cách cặp giữ đầu cáp trước khi kéo tạo dự ứng lực.

Trước khi kẹp chặt đầu cáp vào các dụng cụ như hình bên, cần lưu ý một số nguyên tắc sau:

- Làm sạch mặt trong của dụng cụ kẹp chặt, dụng cụ ở trạng thái ngay thẳng chính tâm đồng trục trước khi kẹp chặt.

- Làm đúng theo hướng dẫn của bản vẽ - kích thước và chiều dài kẹp chặt phải đúng và đủ.

- Máy kẹp chặt có thể kẹp ép hai ba lần mà cũng có thể ép một lần là xong.
- Khi ép kẹp chặt kết thúc nên kết thúc phần trên và phần dưới đoạn kẹp chặt cùng một lúc.



Hình 29. Các dụng cụ kẹp chặt đầu cáp
a) Đầu kẹp chặt là bulông; b) Đầu kẹp chặt là hai tai; c) Đầu kẹp chặt là hình dẹt

2. Dụng cụ đúc nguội - dập đầu thép

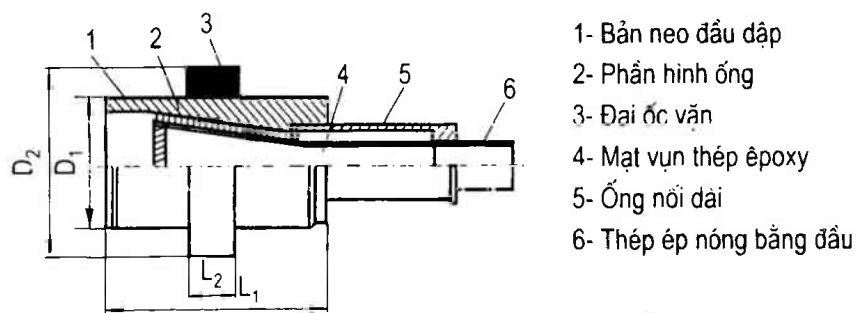
Dụng cụ đúc dập đầu thép dự ứng lực được thể hiện như hình 30.

Trong dụng cụ có các chi tiết chủ yếu là:

Bản neo đầu thép để tán dập đầu thép...

Xung quanh thân đầu thép dự ứng lực - đoạn nằm trong phần hình ống và ống nối dài được chèn đầy mặt vụn thép trộn epoxy.

Bản nẹp giữ đầu thép, mặt thép trộn epoxy gắn kết đầu thép dự ứng lực với phần ống của dụng cụ cặp giữ (mà ta gọi là đúc nguội).



Hình 30: Dụng cụ đúc nguội dập đầu thép dự ứng lực

Bảng 30. Các thông số dụng cụ đúc nguội dập đầu thép

	D_1 mm	L_1 mm	D_2 mm	L_2 mm	Đ.kính ngoài thép kéo mm	Lực kéo đứt kN
5-55	$\phi 13,5$	300	$\phi 180$	70	51	1803
5-85	$\phi 165$	335	$\phi 215$	90	61	2787
5-127	$\phi 185$	355	$\phi 245$	90	75	4164
5-187	$\phi 215$	390	$\phi 280$	110	87	6132
5-253	$\phi 250$	400	$\phi 320$	135	101	8296
7-55	$\phi 175$	350	$\phi 225$	90	68	3535
7-85	$\phi 205$	410	$\phi 275$	110	83	5463
7-127	$\phi 245$	450	$\phi 315$	135	105	8162
7-187	$\phi 285$	520	$\phi 386$	135	121	12018
7-253	$\phi 325$	595	$\phi 440$	180	139	16260

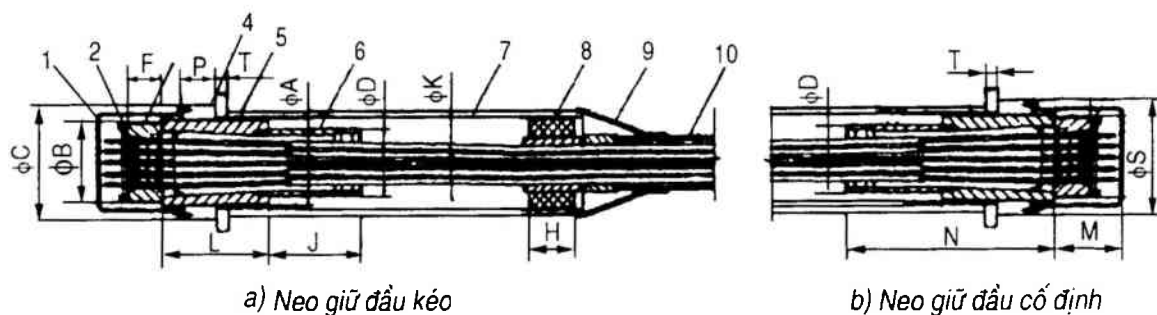
Dụng cụ trên có khả năng kháng mỏi tốt, thường dùng để kéo xiên cho các khoảng lớn (khẩu độ lớn).

Ngoài dụng cụ đúc, nguội đầu đầu thép nói trên, người ta còn có dụng cụ cặp giữ "Đúc nóng dập đầu thép" có kích thước nhỏ hơn.

3. Dụng cụ cặp giữ kéo cáp thép

Hình 31 là cấu tạo dụng cụ cặp giữ đầu cáp thép.

Hình 31b: Cặp giữ cố định đầu cáp thép; hình 31a) Cặp giữ đầu cáp thép, tại phía đầu kéo



- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1- Nắp bảo vệ | 6- Ống luồn dẫn cáp |
| 2- Chi tiết nối lỏng | 7- Ống chôn sẵn |
| 3- Miếng kẹp cáp giữ | 8- Chi tiết giảm chấn |
| 4- Bản đệm | 9- Nắp chụp bảo vệ |
| 5- Ống tỷ chịu lực | 10- Thân cáp |

Hình 31: Dụng cụ kẹp giữ để kéo cáp thép

Bảng 31. Thông số các dụng cụ kẹp giữ cáp thép (mm)

Quy cách	φA	φB	φC	φD	F	FG	H	J	FK	L	M	N	P	φS	T
15-19	285	270	360	195	100	160	80	400	300	400	120	600	100	345	50
15-27	285	270	360	195	120	180	120	400	300	400	140	600	100	345	50
15-34	330	310	420	260	140	200	135	400	345	450	160	650	120	345	50
15-43	350	335	450	260	150	225	135	400	365	500	170	700	150	425	60

4. Neo giữ bằng thanh kéo

Loại thanh kéo thép dự ứng lực thường được dùng là loại thanh thép đã được xử lý nhiệt của công ty Macallog (của Anh) với cường độ chịu kéo:

$$f_{ptk} = 610 \text{ MPa}$$

Trung Quốc cũng có các loại:

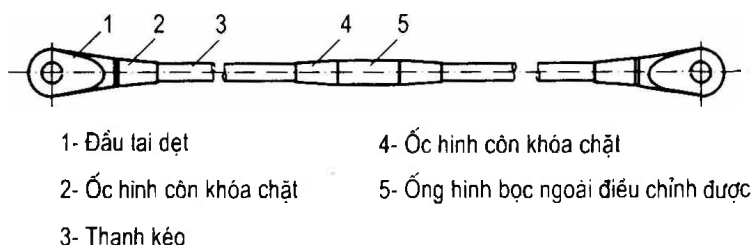
M36 (φ34); M42 (φ39)

M48 (φ44); M56 (φ52)

M64 (φ60); M76 (φ72)

M90 (φ85);

Trong đó M76 có lực kéo đạt trên 900kN.



Hình 32: Thanh kéo kẹp giữ dùng để lắp vào đầu thép dự ứng lực

§6. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG CÁC PHƯƠNG TIỆN CÁP GIỮ VÀ KẾT NỐI

Nội dung và yêu cầu.

Sau đây là một số lưu ý:

Chi tiết kẹp giữ cốt thép dự ứng lực nhiều đầu: Mỗi lần nghiệm thu không nên quá 1000 cái một lần nghiệm thu.

Chi tiết cặp giữ cốt thép dự ứng lực một đầu: Mỗi lần nghiệm thu không nên quá 2000 cái cho một lần nghiệm thu.

Đối với chi tiết kết nối chỉ nên nghiệm thu mỗi lần dưới 500 cái. Nội dung kiểm tra có thể theo các chủ đề sau:

- Kiểm tra hình thức, mặt ngoài của chi tiết - Kiểm tra bằng mắt.
- Kiểm tra độ cứng và độ bền của phương tiện qua thử nghiệm.
- Thử nghiệm khả năng neo giữ tĩnh tải của phương tiện.

PHẦN 3

CÁC THIẾT BỊ KÉO CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC

Thiết bị kéo căng cốt thép dự ứng lực là kích dầu (kích thủy lực) được dẫn động bằng một máy bơm dầu cao áp - máy bơm dầu được dẫn động bằng động cơ điện. Thiết bị kéo căng đang được hoàn thiện dần theo hướng: Tăng khả năng kéo và gọn nhẹ hơn.

§1. KÍCH THỦY LỰC

Hình dáng kích thủy lực có nhiều loại:

Loại thanh kéo.

Loại xuyên tâm.

Loại cặp giữ hình côn.

Loại mỡ bệ

Theo công năng, có thể phân ra làm hai loại:

Kích đơn dụng.

Kích song dụng.

Theo khả năng lực kéo căng có thể chia ra ba loại:

Loại nhỏ: Loại kéo dưới 250 kN

Loại vừa: 250 kN ~ 1000 kN.

Loại lớn: Lực kéo trên 1000 kN.

1. Kích xuyên tâm

Kích xuyên tâm là kích có lỗ hình ống xuyên tâm giữa thân kích.

Kích xuyên tâm có những loại sau:

YC20D; YC60 và YC120

Bảng 32. Tính năng kỹ thuật kích dầu YC

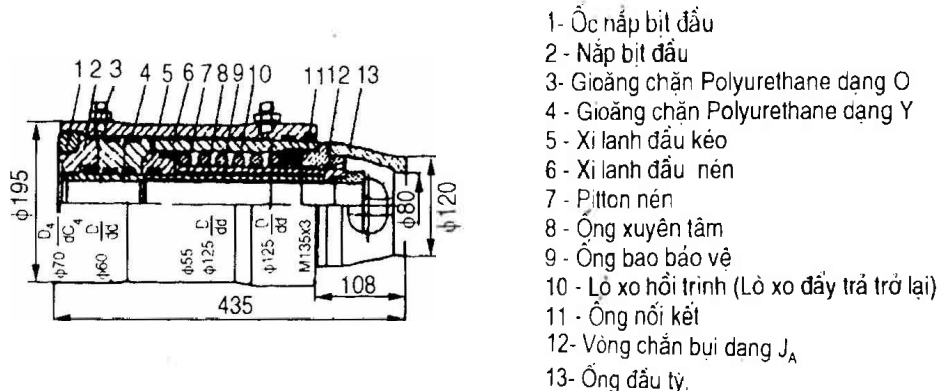
Các chỉ số	Đơn vị	YC20D	YC60	YC120
Áp lực dầu	N/mm ²	40	40	50
Diện tích áp lực dầu của xilanh kéo	cm ²	51	162,6	250
Lực kéo danh nghĩa	kN	200	600	1200

Bảng 32 (tiếp theo)

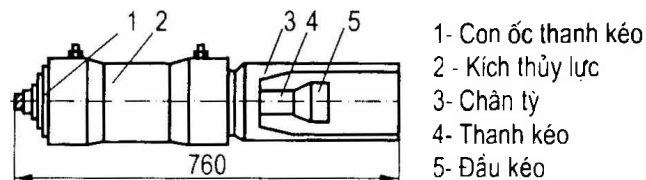
Các chỉ số	Đơn vị	YC20D	YC60	YC120
Hành trình kéo	mm	200	150	300
Diện tích đáy piston nén	cm ²	—	84,2	113
Hành trình nén	m.m	—	50	40
Diện tích áp lực dầu hồi trình của xilanh kéo	cm ²	—	12,4	160
Hồi trình của piston nén	—	—	Lò xo	Lò xo
Đường kính lỗ xuyên tâm	mm	31	55	70
Kích thước không có chân tỳ	mm	φ116 × 360	φ196 × 425	φ250 × 910
Trọng lượng khi không có chân tỳ	kg	19	63	196
Bơm dầu kèm theo ,		ZB0,8 – 500	ZB4-500 ZB0,8 – 500	ZBS4-500 (3 ống dầu)

a) Kích dầu (kích thủy lực) YC60

Thành phần cấu tạo kích dầu YC60 gồm các bộ phận: Xilanh dầu kéo; xilanh dầu nén, piston ép nén, ống xuyên tâm, ống bao bảo vệ, đầu nắp bịt, ống nối kết, ống dầu tỳ, lò xo hồi trình (lò xo đẩy trả lại); các vòng chặn kín (joăng).



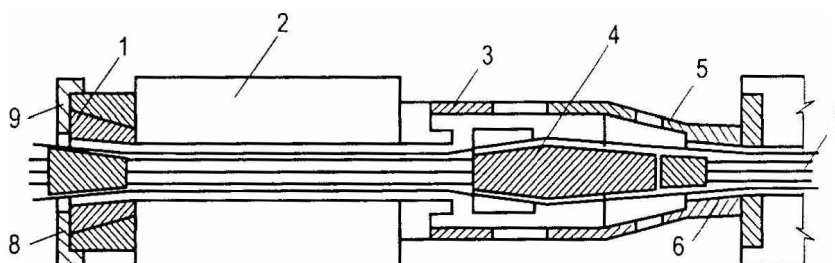
Hình 33: Cấu tạo kích dầu (kích thủy lực) YC60



Hình 34: YC60 có gắn chân tỳ



Hình 35: Nguyên lý làm việc của kích dầu YC60

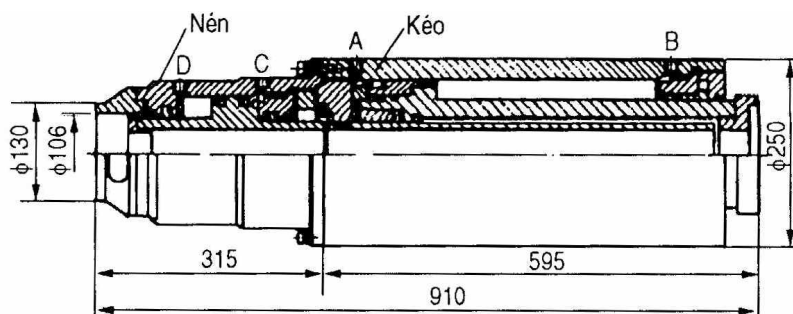


- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1- Dụng cụ cặp giữ | 5- Đầu tỳ |
| 2- Kịch YC 60 | 6- Đầu neo giữ hình côn |
| 3- Đoạn ống nối | 7- Bó sợi thép |
| 4- Dụng cụ nén đẩy bó nhánh | 8- Vòng đệm |

Hình 36: Tình trạng nén đẩy các bó nhánh và neo giữ các bó sợi thép ở kịch YC60

b) Kịch dầu YC120

Đặc điểm của kịch YC120 là hai bộ phận độc lập nhau, được nối đồng trục với nhau cấu tạo đơn giản, chính xác, dễ thi công. Đoạn thép chừa lại ngoài bê tông hơi dài.



Hình 37: Cấu tạo kịch dầu YC120

c) Kịch dầu YC20D

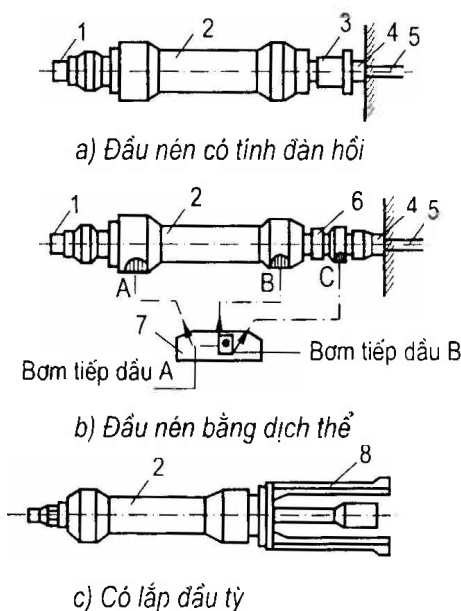
Kịch YC20D là loại kịch xuyên tâm đa năng

Thường dùng để kéo thép $\phi 12,7$ hoặc cáp thép 15,2, và các thép hoặc bó sợi thép có cường độ dưới 200kN.

Hình a: Loại kịch YC20D có đầu nén đàn hồi.

Hình b: Loại kịch YC20D có đầu nén dịch thể (thủy lực).

Hình c: Loại YC20D có lắp thêm đầu chân tỳ.



- | |
|---|
| 1- Kịch YC 200 |
| 2- Dụng cụ cặp giữ vát hai mặt |
| 3- Đầu nén đàn hồi |
| 4- Chi tiết neo giữ cốt thép dự ứng lực |
| 5- Thép dự ứng lực |
| 6- Đầu nén bằng dịch thể thủy lực |
| 7- Van không chế |
| 8- Chân tỳ |

Hình 38: Kịch YC20D

2) Kích xuyên tâm có đường kính lớn

Kích xuyên tâm có đường kính lỗ xuyên tâm lớn bao gồm ba loại:

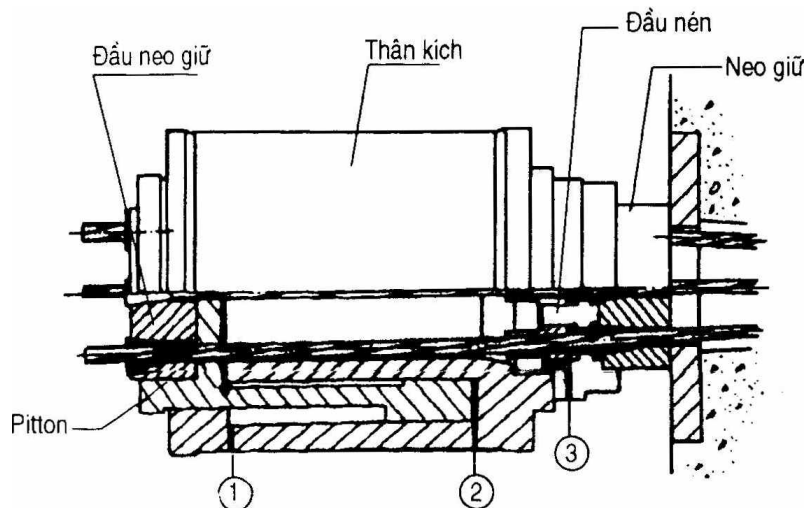
YCD - YCQ - YCW

Mỗi loại có nhiều quy cách khác nhau:

a) Kích YCD

Tính năng kỹ thuật kích YCD được thể hiện trong bảng 33

① Lỗ dầu trả về ② Lỗ bơm dầu kéo căng ③ Lỗ dầu đầu nén.



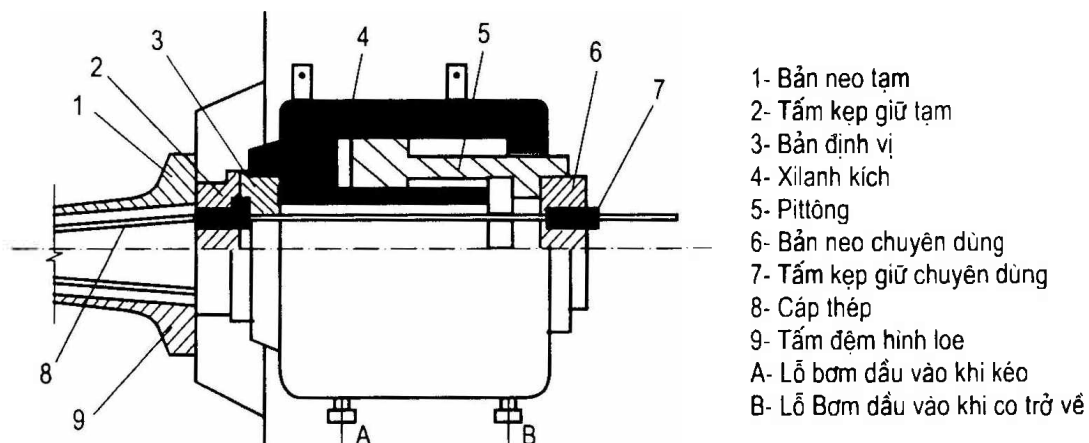
Hình 39: Kích YCD

Bảng 33. Các tính năng kỹ thuật của kích YCD

Các thông số	Đơn vị	YCD120	YCD 200	YCD 350
- Áp lực dầu	N/mm ²	50	50	50
- Diện tích áp lực dầu lên xi lanh kéo	cm ²	290	490	766
- Lực kéo	kN	1450	2450	3830
- Bước kích	mm	180	180	250
- Đường lỗ xuyên tâm	mm	128	160	205
- Diện tích áp lực dầu lên xi lanh hồi chuyển	cm ²	177	263	-
- Áp lực dầu hồi chuyển	N/mm ²	20	20	20
- Dùng cho bó sợi cáp $\phi 15$	cây	4-7	8-12	19

b) Kích YCQ

Kích YCQ (hình 40), khác với YCD là dùng phương tiện nén ép dầu, kích YCQ dùng bản định vị. Tác dụng của bản định vị là hạn chế được chiều dài nhô ra ngoài của bản kẹp neo trong quá trình kéo căng; bó cáp dự ứng lực.



Hình 40: Cấu tạo kích YCQ

Bảng 34. Các tính năng kỹ thuật của kích YCQ

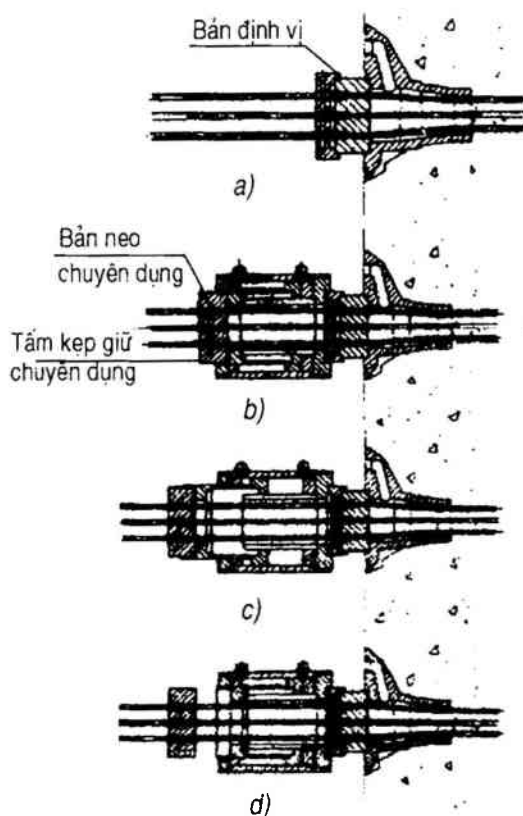
Các thông số	Đơn vị	YCQ 100	YCQ 200	YCQ 350	YCQ 500
Áp lực dầu	N/mm ²	63	63	63	63
Diện tích piston khi đi	cm ²	219	330	550	788
Lực kéo thiết kế	kN	1380	2080	3460	4960
Bước kéo	mm	150	150	150	200
Diện tích đáy piston khi về	cm ²	113	185	273	427
Áp lực dầu khi trả về	N/mm ²	< 30	< 30	< 30	< 30
Đường kính lỗ xuyên tâm	mm	90	130	140	175
Trọng lượng	kg	110	190	320	550

c) YCW

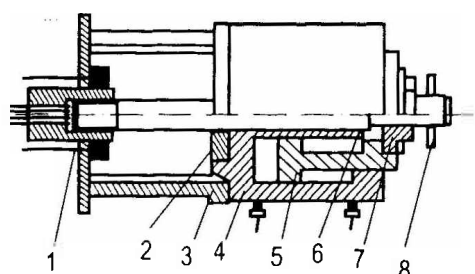
Kích YCW cải tiến từ kích YCQ, gọn nhẹ hơn

Bảng 35. Các tính năng kỹ thuật của kích YCWB

Các thông số	Đơn vị	YCW-100B	YCW-150B	YCW-250B	YCW-400B
- Lực kéo	kN	973	1492	2480	3956
- Áp lực dầu	MPa	51	50	54	52
- Diện tích pistong khi kéo	cm ²	191	298	459	761
- Diện tích piston khi trở về	cm ²	78	138	280	459
Áp lực dầu khi trở về	MPa	< 25	< 25	< 25	< 25
Đường kính lỗ xuyên tâm	mm	78	120	140	175
Bước kéo	mm	200	200	200	200
Trọng lượng máy	kg	65	108	164	270



Hình 41: Trình tự thao tác kích YCW



- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1- Chi tiết neo giữ | 5- Piston |
| 2- Vòng đỡ | 6- Thanh kéo |
| 3- Chân chống | 7- Con ốc của thanh kéo |
| 4- Xi lanh dầu | 8 - Tay cầm thanh kéo |

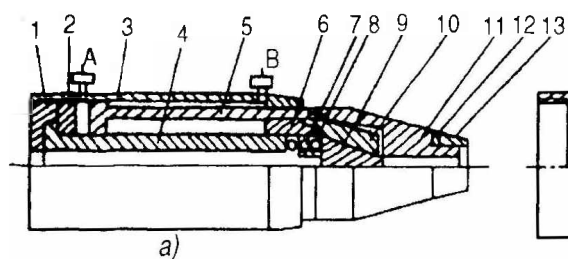
Hình 42: Trạng thái làm việc của kích YCW có chân chống

3. Kích có chi tiết cặp giữ đặt bên trong

Đây chính là một loại dạng kích kiểu xuyên tâm có đặt chi tiết cặp giữ chuyên dùng tại phía trước kích.

Ưu điểm loại kích này là tiết kiệm cốt thép dự ứng lực, sử dụng đơn giản, hiệu suất cao.

- Kích YDCQ



a) Kích có chi tiết cặp giữ ở trước; b) Chi tiết ép dầu

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Bản ép; 2. Đầu bít; 3. Vỏ xi lanh; | |
| 4. Ống lỗ xuyên tâm; 5. Piston; | |
| 6. Chi tiết nối; 7. Lò xo trả về; | |
| 8. ống dẫn hướng; 9. Tấm kẹp giữ; | |
| 10. Vòng neo giữ; 11. Ống chống; | |
| 12. Vòng đệm; 13. Ốc vặn ống chống; | |
| 14. Xi lanh nén; 15. Piston nén; | |
- A.B.C: Các lỗ bơm dầu

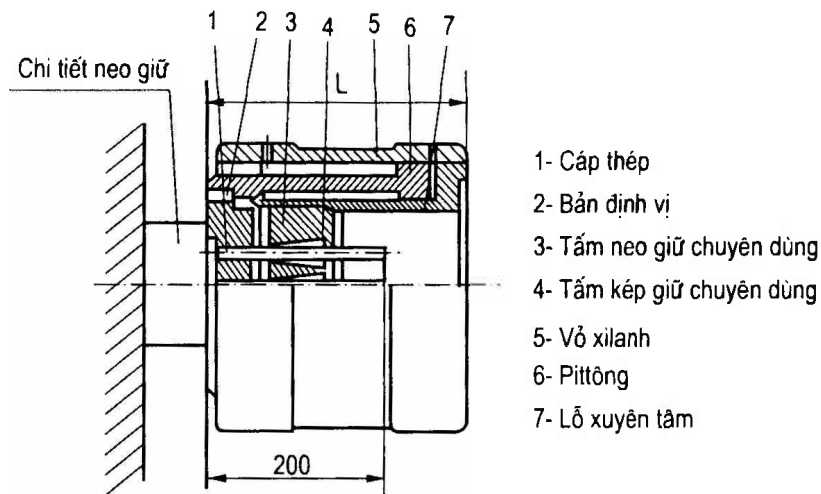
Hình 43: Cấu tạo kích YDC 240Q

(Kích YDC 240Q: Lực kéo 240kN, áp lực nén 50MPa; Bước kích 200mm; Lỗ xuyên tâm 18mm, nặng 18,2kg).

- Kích YDCN (Cặp giữ đặt bên trong)

Bảng 36. Các tính năng kỹ thuật của kích YDCN

Các thông số	Đơn vị	YDC100N-100 (200)	YDC 1500N-100 (200)	YDC2500N-100 (200)
- Lực kéo	kN	997	1493	2462
- Áp lực dầu	MPa	55	54	50
- Diện tích Piston kéo	cm ²	181,2	276,5	492,4
- Diện tích Piston khi trở về	cm ²	91,9	115,5	292,5
- Bước kích	mm	100(200)	100(200)	100(200)
- Trọng lượng	kg	78 (98)	116 (146)	217 (363)

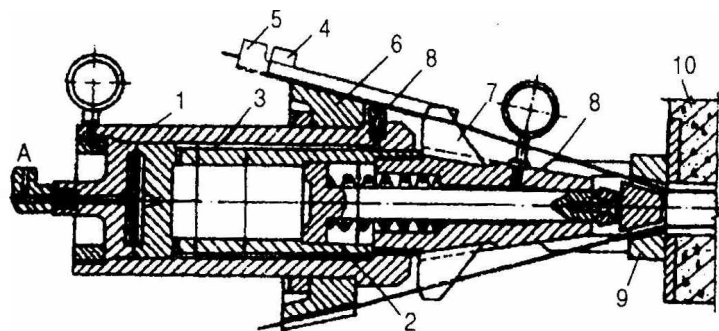


Hình 44: Kích YDCN

4. Kích dạng hình côn

Bảng 37. Các đặc tính kỹ thuật kích hình côn

Các thông số	Đơn vị	YZ85-300	YZ85-500	YZ150-300
Áp lực dầu	MPa	46	46	50
Lực kéo	kN	850	850	1500
Bước kéo	mm	300	500	300
Lực nén dầu	kN	390	390	769
Bước nén	mm	65	65	65
Trọng lượng	kg	180	205	198



1. Xi lanh kéo; 2. Xi lanh dầu nén (nén ép);
3. Xi lanh tháo nệm; 4. Miệng nệm (vị trí lúc kéo); 5. Miếng nệm vị trí lúc tháo ra; 6. Vòng kẹp giữ hình côn; 7. Miếng tháo nệm; 8. Dây thép; 9. Chi tiết neo giữ hình côn; 10. Cấu kiện; A-B: Các lỗ miệng dầu

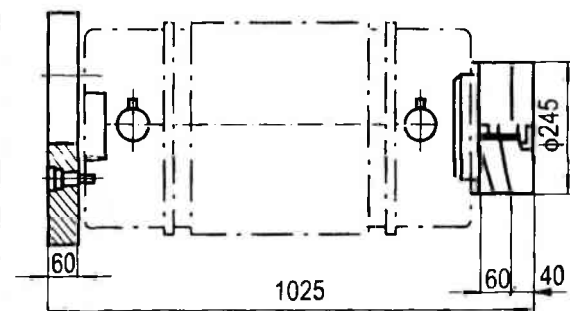
Hình 45: Kích có chi tiết neo giữ dạng hình côn

5. Kích dùng cho bệ tỳ

Kích dùng cho bệ tỳ là kích phục vụ tạo dự ứng lực cho các kết cấu căng trước

Bảng 38. Các tính năng kỹ thuật của kích bệ tỳ

Các thông số	Đ.vị	YDT-120	YDT-300	YDT-350
Áp lực dầu	MPa	50	50	50
Lực kéo	kN	1200	3000	3500
Bước kích	mm	300	500	700
Trọng lượng	kg	150	-	-



Hình 46: Hình dáng của kích bệ tỳ

6. Kích hai xi lanh hở miệng

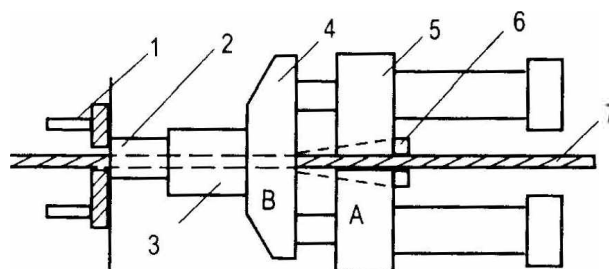
Kích 2 xi lanh hở miệng có bề ngoài như hình 47. Các thông số chủ yếu của kích:

Lực kéo 180kN

Bước kích 150mm

Áp lực nén 40MPa

Trọng lượng 47kg



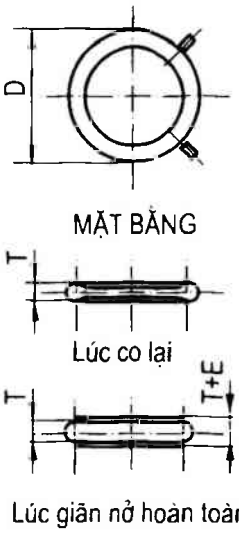
- 1- Chi tiết chôn sẵn
2- Chi tiết neo giữ
3- Chi tiết nén ép đỉnh (nén dầu)
4- Giá đỡ Pittông
5- Giá đỡ xi lanh
6- Tấm kẹp giữ
7- Thép dự ứng lực
A, B - Các lỗ dầu

Hình 47: Kích 2 xi lanh hở miệng

7. Kích dẹt

Kích dẹt có hình dáng như hình 48

Bảng 39. Các thông số kỹ thuật của kích dẹt

Đường kính D m.m	Tải trọng cực đại kN	Bước kích cực đại E.mm	Khe hở lắp đặt m.m	 Hình 48. Cấu tạo bên ngoài của kích dẹt
120	85	25	38	
150	155	25	38	
220	390	25	38	
250	525	25	38	
270	605	25	38	
300	780	25	38	
350	1080	25	38	
420	1605	25	38	
480	2170	25	38	
600	3470	25	38	
750	5400	25	45	
870	7385	25	45	
920	8975	25	45	
1150	13655	25	50	

8. Những điểm cần chú ý và các sự cố thường gặp khi thao tác kích

a) Các điểm cần chú ý:

- Không được sử dụng vượt tải quy định.
- Giữ cho pistông sạch - nếu bị vấy bẩn cần làm sạch ngay, không dùng thì phải gọt bọc lại, bịt các lỗ dầu.
- Quan sát kỹ trạng thái kích khi kéo hoặc kích nâng; ngay thẳng, nếu không ngay không thẳng đứng thì nên trả dầu về và hiệu chỉnh lại. Cho dầu vào nên bơm từ từ và khi cho dầu trả về cũng chậm chậm.
- Đối với kích có hai tác dụng (ép và kéo): Khi kéo nên trả toàn bộ dầu của xi lanh nén ép. Đối với khi nén ép thì xi lanh dầu kéo phải giữ tải để bảo đảm lực kéo được giữ nguyên và chờ đến khi neo giữ xong dầu nén ép thì mới trả dầu xi lanh kéo về.

b) Các sự cố thường gặp và cách xử lý

- Rò rỉ dầu:

Các gioăng không kín. Đầu nối ống dầu không kỹ: Cần thay gioăng và xem lại các đầu nối.

- Khi kích kéo thì piston không hoạt động hoặc vận hành khó khăn:

Nguyên nhân: Van hồng, dầu xi lanh kéo không trả về được. Xi lanh kéo bị chảy rò dầu; lượng dầu không đủ. Vòng chặn (seal washer, seal ring) bung ra quá chặt.

Khắc phục: Thao tác van đúng, trả dầu xi lanh về, tìm nguyên nhân rò rỉ dầu xi lanh và xử lý tốt các chỗ rò rỉ. Cho đủ lượng dầu; kiểm tra lại kích cỡ và quy cách vòng chặn - thay vòng chặn khác.

- Piston không trả về được hoặc trả về rất khó khăn.

Nguyên nhân: Thao tác van không đúng. Xi lanh kéo không trả dầu về được. Xi lanh trả về bị rò rỉ dầu. Khi trả về không đủ lượng dầu.

Khắc phục: Thao tác van chính xác. Trả dầu của xi lanh kéo về; tìm nguyên nhân rò rỉ dầu và khắc phục, cho đủ dầu.

- Piston vận hành không ổn định:

Nguyên nhân: Trong dầu có lẫn không khí.

Xử lý: Vận hành không tải nhiều lần để thải không khí.

- Xi lanh hoặc piston bị các vết xước (vết cắt).

Nguyên nhân: Trên vòng chặn có cát hoặc sắt vụn; xi lanh biến dạng.

Khắc phục: Kiểm tra, loại trừ và phục hồi.

- Nứt mối hàn ống dầu nối với kích.

Nguyên nhân: Ống dầu bị bẻ qua bẻ lại nhiều lần hoặc dùng quá lâu.

Áp lực dầu quá lớn. Mối hàn kém.

Khắc phục: Tránh bẻ đi bẻ lại. Kiểm tra áp lực dầu

Hàn cẩn thận.

§2. BƠM DẦU

Bơm dầu là thiết bị dẫn động để kích hoạt động kéo nén. Bơm dầu được dẫn động bằng động cơ điện.

Áp lực ngạch định của bơm dầu nói chung phải bằng hoặc lớn hơn áp lực ngạch định của kích dầu (còn gọi là kích thủy lực - hydraulic jack - oil jack) sau đây ta sẽ làm quen với một số bơm dầu thông dụng và bơm dầu siêu cao áp.

1. Bơm dầu thông dụng

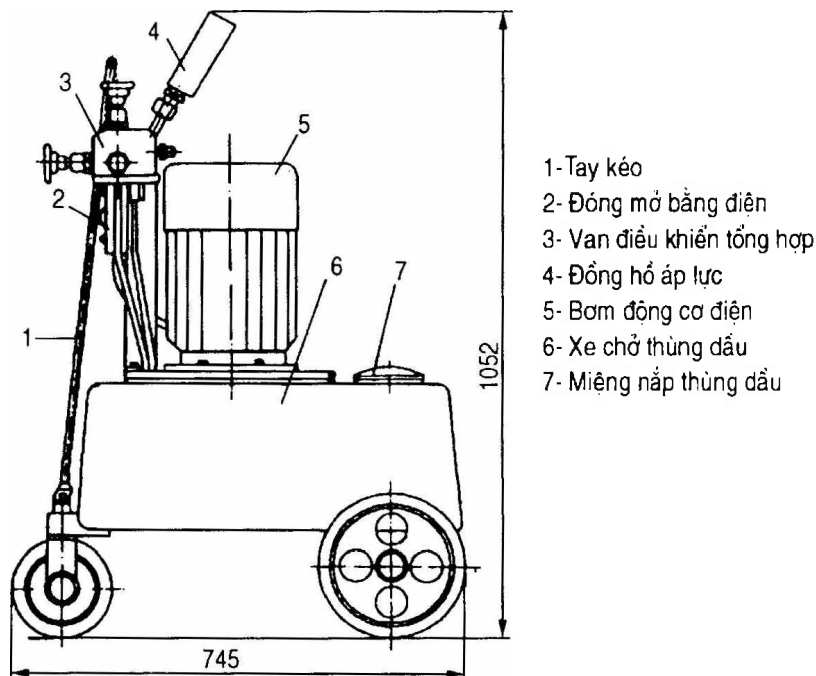
Dưới đây là các thông số và hình dáng bên ngoài của bơm dầu ZB4-500

Bảng 41. Các thông số của bơm ZB4-500

Trụ đứng (Trunk piston)	Đường kính	mm	φ10
	Hành trình	mm	6,8
	Số trụ đứng	cái	2 × 3
Áp lực dầu ngạch định		MPa	50
Lưu lượng ngạch định		L/phút	2 × 2
Số miệng dầu ra		cái	2
Động cơ điện	Công suất	kW	3
Động cơ điện	Số vòng	t/phút	1420

Bảng 41 (tiếp theo)

Loại dầu: Dầu máy 10 hoặc 20		
Dung tích thùng dầu	Lít	42
Kích thước bề ngoài: 745 × 494 × 1052		
Trọng lượng	kg	120



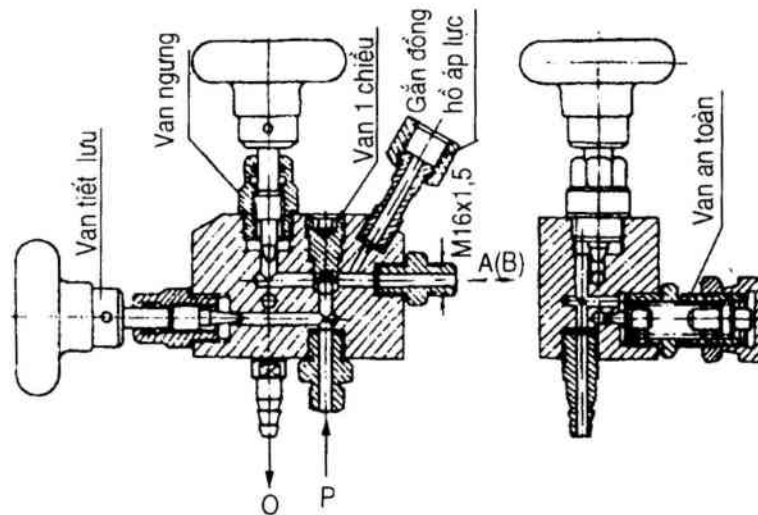
Hình 49: Máy bơm dầu ZB4 - 500

Máy bơm dầu ZB4-500 có áp lực dầu $\leq 50\text{MPa}$.

Dưới đây là hệ thống van điều khiển bơm dầu ZB4-500 (hình 50)

Bảng 42. Thao tác van điều khiển bơm dầu ZB4-500

Tình trạng / Thao tác	Van tiết lưu		Van ngưng		Ứng dụng
	Trái	Phải	Trái	Phải	
Chạy Không tải	Mở	Mở	Mở hay đóng	Mở hay đóng	Khởi động, thoát khí, chạy không tải
Nạp dầu đường trái (phải) Dẫn dầu về đường phải (trái)	Đóng (Mở)	Mở (Đóng)	Đóng (Mở)	Mở (Đóng)	Khi kích kéo và khi dịch áp trở về
Đường dầu trái phải cùng nạp vào, áp lực $\leq 40\text{N/mm}^2$	Đóng	Đóng	Đóng	Đóng	Kích ép neo giữ xi lanh kéo giữ tải
Xả tải trả về	Mở	Mở	Mở	Mở	Kích xả tải, lò xo trả về
Nạp dầu 1 đường trái (phải)	Đóng (Mở)	Mở (Đóng)	Đóng	Đóng	- Tán dập dầu và xả tải - Gia tải xả tải từng cái một
Nạp dầu 1 đường phải (trái)	Mở	Mở	Mở	Mở	



Hình 50: Van điều khiển bơm dầu ZB4-500

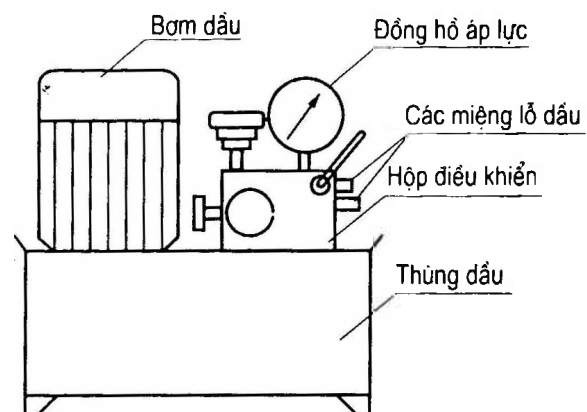
2. Các máy bơm dầu công suất nhỏ

ZB1-630 chủ yếu dùng cho kích loại nhỏ và các đầu ép tán đầu loại nhỏ.

ZB1-630 có các thông số chủ yếu sau:

Trụ đứng (Trunk piston):

Đường kính	8mm
Hành trình	5,57mm
Số cái	3 cái
Áp lực dầu	63 MPa
Lưu lượng dầu	1 lít/phút
Số miệng lỗ dầu	2 cái
Động cơ điện	
Công suất	1,1 kW
Số vòng quay	1400 v/phút
Loại dầu: Dầu máy	10 hoặc 20
Dung tích thùng dầu	18 lít
Trọng lượng	35 kg



Hình 51: Máy bơm dầu ZB1-630

3. Máy bơm siêu cao áp có biên độ sử dụng lớn

a) Máy bơm dầu ZB10/320-4/800

Máy bơm siêu cao áp (superhigh pressur oil pump) ZB10/320-4/800 có lưu lượng cao, có biên độ sử dụng lớn... dùng cho các trường hợp có lực kéo trên 1000 kN và áp lực công tác trên 50 MPa. Sau đây là các thông số chủ yếu:

Áp lực dầu:	Cấp 1 : 32 MPa	Cấp 2 : 80 MPa
Lưu lượng	Cấp 1 : 10 lít/phút	Cấp 2 : 4 lít/phút.
Động cơ điện:	Công suất 7,5 kW	Số vòng quay 1450 vòng/phút
Dung tích thùng dầu 120 lít ; trọng lượng máy : 270 kg.		

b) Máy bơm ZB618

Máy bơm dầu ZB618 cũng chính là máy bơm dầu ZB6/1-800, dùng cho các loại kích kéo. Sau đây là các thông số của máy bơm dầu ZB618:

Trụ đứng (Trunk piston).

Đường kính 10mm

Hành trình 9,5/1,67 mm

Số cái 6 cái

Số vòng quay của bơm dầu 1420 vòng/phút.

Lượng thoát xả lý thuyết 6,3/1,1 mlít/vòng.

Áp lực dầu 80 MPa.

Lượng thoát xả ngạch định 6/1 lít/phút

Động cơ điện: Loại Y90 L2-4

Công suất: 1,5 kW

Số vòng quay 1420 vòng/phút

Số miệng lỗ dầu 2 cái

Loại dầu sử dụng: Dầu máy số 10 hoặc số 20

Dung tích thùng dầu 20 lít.

Trọng lượng máy 70 kg

4. Các ống dẫn dầu

Các ống dẫn dầu nối máy bơm dầu và kích dầu. Các ống dẫn dầu bằng cao su được bọc sợi thép bên ngoài - bảo đảm lắp đặt dễ và khỏi bị phá hoại hư hỏng.

5. Những điểm chú ý khi sử dụng bơm dầu để dẫn động kích dầu

a) Những điểm cần chú ý

- Dầu dùng cho máy bơm phải là dầu máy số 10 hoặc số 20. Cũng có thể dùng loại dầu tương tự như dầu biến áp. Khi cho dầu vào máy nên qua lưới lọc. Dầu chứa trong (máy) thùng chỉ ở mức chứa 85% và khi thiếu sẽ cho thêm. Dầu cho thêm vào phải cùng loại với dầu hiện hữu. Nhiệt độ thích hợp của dầu là từ 10°C đến 40°C.

- Luôn luôn giữ sạch cho ống nối dầu (giữa máy bơm và kích), không dùng thì bịt kín lại để cho cát bụi không làm bẩn bên trong ống các lỗ miệng dầu của bơm dầu và của kích cũng phải được bịt kín trong trạng thái không làm việc.

- Không nên sử dụng bơm quá tải cho phép. Van an toàn nên sử dụng phù hợp với áp lực ngạch định, không nên tự ý điều chỉnh lại.

Nên nối tiếp đất cho vỏ máy bơm.

- Trước khi vận hành bơm. Nên mở thông các van điều tiết của các ống dẫn dầu rồi sau đó mới khởi động và chỉ cho đến khi nhận thấy chạy không tải bình thường thì sẽ khoá van,

đường dầu về, tiếp đó, xoay dần cần điều khiển van dầu dẫn vào kích và tăng dần phụ tải đồng thời theo dõi kỹ đồng hồ áp lực - Đồng hồ hoạt động bình thường không.

Khi máy bơm ngưng hoạt động, nên mở van đường dầu về (mở từ từ) và đợi cho kim đồng hồ trở về số không sau đó mới tháo đầu nối của ống dẫn dầu với kích. Không tháo ống dẫn dầu hoặc đồng hồ lúc máy bơm đang còn phụ tải.

- Máy bơm dùng cho kích hai tác dụng nên sử dụng hai ống dẫn đồng thời từ máy bơm dầu cho kích, (như loại ZB4-500).

- Ống dẫn dầu phải chịu được cao áp, chịu được áp lực dầu ngạch định tối đa. Ống dẫn phải dài $\geq 3\text{m}$. Khi máy bơm dầu dẫn động đồng thời hai kích thì hai ống dẫn dầu phải giống nhau.

b) Các sự cố và cách xử lý

- Dầu không chảy, chảy không đủ, dầu bị chao động:

Có thể trong máy bơm có không khí, hở hoặc rò rỉ dầu, dầu cạn thấp, dầu quá loãng, quá sệt hoặc quá bẩn, lưới lọc bị tắc, trụ đứng bị kẹt, lò xo hút dầu không làm việc, van dẫn xả thoát dầu vận không chặt.

Khắc phục: Xoay xoay các tay cầm để thoát xả khí, xem xét xử lý các chỗ rò rỉ, thay dầu khác hoặc thêm dầu cho đủ, làm sạch các lưới lọc, làm sạch trụ đứng hoặc thay các chi tiết bị hỏng, xem lại lò xo và các van dẫn xả dầu.

- Đồng hồ áp lực dầu không làm việc:

Có thể trong thùng dầu còn không khí, cần thoát sạch không khí. Dầu rò rỉ nên không đủ áp lực, cần phải kiểm tra và sửa chữa. Khi van an toàn bị hư hoặc không còn nhạy, van dẫn dầu hoặc kim van bị hư nên sửa hoặc thay mới. Van dẫn tháo xả dầu đóng chưa chặt. Trụ đứng và ống bao bị mòn nhiều, nên thay mới.

- Lúc duy trì áp lực kim đồng hồ áp lực hạ thấp dần:

Dầu bị chảy ra ngoài, cần xem và xử lý chỗ rò rỉ: Van một chiều bị hư hay van khoá dầu về bị hư.

- Khi bị chảy mất dầu:

Mối hàn hoặc đường ống bị nứt gãy nên sửa hoặc thay cái khác. Các ốc vận chưa chặt, các vòng đệm bị chai cần sửa và thay mới. Cần xem xét sửa chữa các van cấp xả dầu và các chi tiết trụ đứng của bơm.

- Nghe tiếng kêu nhiều:

Đường dầu (cấp và xả) có chỗ bị tắc, một vài chi tiết bị lỏng, ống hút dầu bị không khí chui vào... Cần xem xét kỹ từng bộ phận để xử lý.

§3. CÁC THIẾT BỊ KÉO THÉP ĐƠN GIẢN

1. Máy kéo thanh thép có răng dẫn động bằng điện

Máy dùng để kéo các sợi thép dài trong các xưởng đúc bê tông tiền chế. Máy kéo DL1 chạy điện thuộc nhóm này có các thông số sau:

Sợi thép được kéo $\phi 4 - \phi 5$

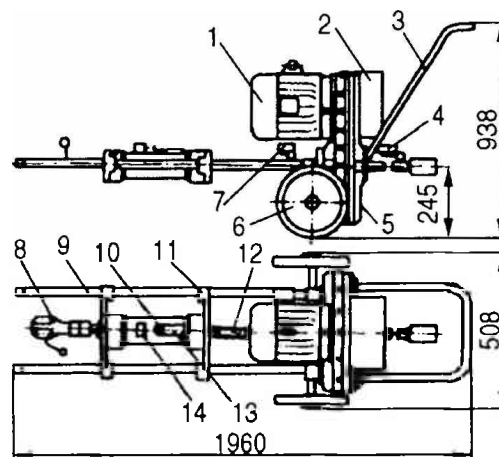
Lực kéo cực đại 10kN

Hành trình kéo max 780mm

Tốc độ kéo 2m/phút

Trọng lượng 143kg

Hình dưới là cấu tạo và kích thước của máy kéo DL1



- 1- Động cơ điện
- 2- Hộp nối điện
- 3- Tay cầm điều khiển
- 4- Đóng mở giới hạn trước
- 5- Hộp giảm tốc
- 6- Bánh xe cao su
- 7- Đóng mở giới hạn sau
- 8- Kim cặp giữ sợi thép
- 9- Thanh chống
- 10- Lực kế lò xo
- 11- Giá trượt
- 12- Thanh ốc hình thang
- 13- Thước đo
- 14- Công tắc vị chỉnh

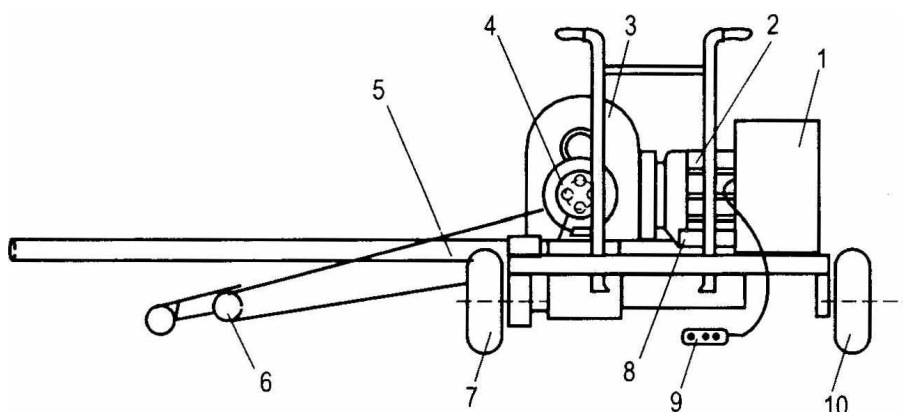
Hình 52: Cấu tạo máy kéo thanh thép cơ răng (thanh ốc) dẫn động điện.

2. Máy kéo dạng tời điện

Máy kéo dạng tời dẫn động bằng điện hiện thông dụng loại LYZ-1

Các thông số chủ yếu của máy là:

Sợi thép được kéo:	$\phi 4 - \phi 5$
Hành trình kéo	5m.
Lực kéo tối đa	10kN
Tốc độ kéo	2,5 m/phút
Động cơ điện	0,75kW
Trọng lượng (có hai loại)	109 kg và 113kg.



- 1- Hộp điện (nối đầu điện)
- 2- Động cơ điện
- 3- Hộp giảm tốc
- 4- Tang tời
- 5- Thanh chống
- 6- Kim cặp giữ sợi thép
- 7- Bánh xe trước
- 8- Lực kế
- 9- Công tắc đóng mở
- 10- Bánh xe sau

Hình 53: Máy kéo LYZ-1A (loại 113kg)

§4. XEM XÉT ĐÁNH GIÁ VÀ LỰA CHỌN THIẾT BỊ KÉO

Các dụng cụ phương tiện phục vụ thi công cốt thép dự ứng lực phải giao cho các cán bộ chuyên ngành quản lý và sử dụng đồng thời phải tiến hành duy tu và kiểm tra định kỳ.

Cần phải xem xét xác định lực kéo, chủ yếu xác định đường cong quan hệ các số đọc của lực kéo và đồng hồ áp lực. Các dụng cụ thí nghiệm kiểm tra thiết bị kéo và lực kế có độ sai số chính xác nhỏ hơn $\pm 2\%$. Đối với đồng hồ áp lực (áp kế) phải có độ chính xác không dưới cấp 1,5 và lực tối đa phải bằng hoặc lớn hơn 1,3 lần lực kéo ngạch định.

Khi thử nghiệm kiểm tra, nên để piston ở trạng thái vị trí giống như lúc đang kéo thép.

Quá trình thực hiện kiểm tra có thời gian gián cách giữa hai đợt không quá 6 tháng.

Nên tiến hành kiểm định lại nếu xuất hiện một trong các hiện tượng sau:

- Kích vừa mới tháo sửa chữa duy tu;
- Kích cất giữ quá lâu bây giờ sử dụng lại.
- Đồng hồ áp lực bị va đập hoặc có hiện tượng không nhạy (thiếu chính xác).
- Thay mới đồng hồ áp lực.
- Khi kéo thép dự ứng lực, xảy ra sự cố đứt thép quá nhiều hoặc sai số độ giãn dài quá lớn.

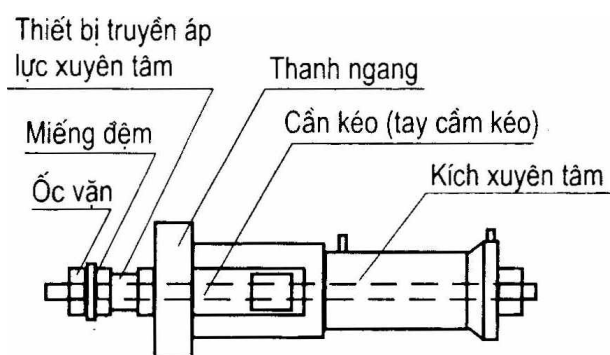
1. Kiểm định kích nén thủy lực

a) Dùng lực kế tiêu chuẩn để kiểm tra

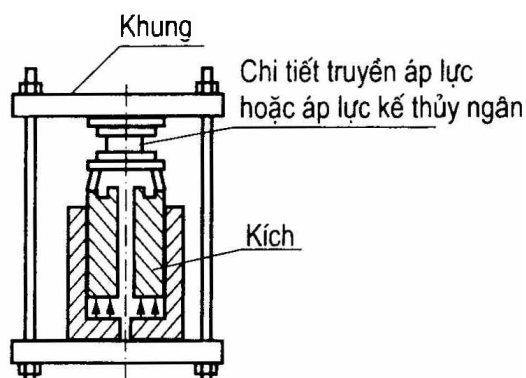
Cần phải kiểm tra sự phối hợp giữa kích thủy lực và đồng hồ áp lực với mục đích là giảm tối thiểu các sai sót và nâng cao tính chính xác của đồng hồ đo lực (áp kế).

Phương pháp dùng lực kế để kiểm tra kích là một phương pháp đơn giản nhưng có độ chính xác cao.

Lực kế thường dùng để kiểm tra gồm có: áp lực kế thủy ngân, thiết bị truyền áp lực hoặc vòng lò xo. Sự lắp đặt giống như hình 54.

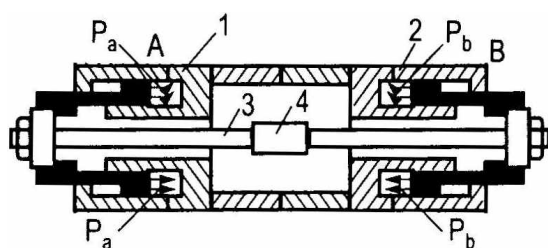


Hình 54: Kiểm định kích theo thiết bị truyền áp lực kiểu xuyên tâm



Hình 55: Kiểm định kích bằng chi tiết truyền áp lực (hoặc áp lực kế thủy ngân)

Ngoài hai cách đã trình bày như hình 54 và hình 55 người ta còn kiểm định theo phương pháp như hình 56. Hai kích đặt nằm được nối với nhau thông qua lực kế 4.

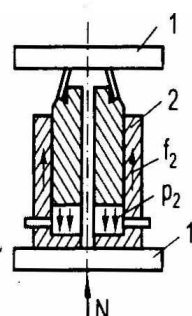
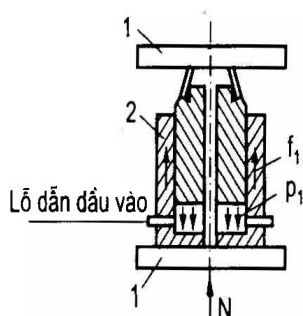


1. Kích A
2. Kích B.
3. Thanh kéo.
4. Lực kế.

Hình 56: Kiểm định kéo đối đỉnh (đặt nằm)

b) Kiểm định bằng máy nén ép của phòng thí nghiệm

Kiểm định kích xuyên tâm, kích hình côn, kích bệ tỳ.... người ta có thể thử nghiệm trên máy nén ép trong phòng thí nghiệm như đã thể hiện theo hình dưới đây (hình 57).



- 1- Tấm trên của máy nén ép và tấm dưới của máy nén ép
- 2- Kích xuyên tâm

a) Máy thử nghiệm kích

b) Máy thử nghiệm đang nén ép kích

Hình 57: Kiểm định bằng máy nén ép kích xuyên tâm

2. Kiểm định lực kế lò xo

Dùng tờ điện hoặc máy kéo thanh có răng để kiểm tra lực kế lò xo.

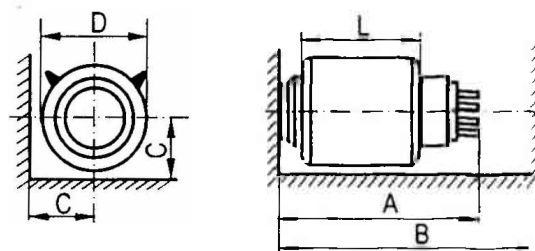
3. Chọn thiết bị kéo và không gian kéo

a) Chọn thiết bị kéo

- Lực kéo dự ứng lực không được lớn hơn lực kéo ngạch định của kích.
- Độ giãn dài của một lần kéo không được lớn hơn hành trình cực đại của kích.
- Khi kéo không đủ thời gian thì có thể phân cấp kéo lại nhiều lần, tuy nhiên điều cần lưu ý là phương tiện dụng cụ neo - kẹp giữ phải phù hợp với phương pháp kéo lại nhiều lần.

b) Không gian cần thiết để kích kéo

Không gian cần thiết để kích kéo được thể hiện như hình 58



Hình 58: Không gian kéo của kích

Bảng 43. Không gian tối thiểu cho kích thao tác

Loại kích	Đường kính ngoài D của kích mm	Chiều dài kích L mm	Hành trình piston mm	Không gian nhỏ nhất		Chiều dài chừa của cáp thép mm
				B mm	C mm	
YDC 240Q	108	580	200	1000	70	200
YCW 100B	214	370	200	1200	150	570
YCW 150B	285	370	200	1250	190	570
YCW 250B	344	380	200	1270	220	590
YCW 350B	410	400	200	1320	255	620
YCW 400B	432	400	200	1320	265	620